UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

INFORME FINAL DE PASANTÍA

DIAGNOSTICO Y EVALUACIÓN DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO EN REFOCOSTA S.A.S PROYECTO LA GLORIA, CORREGIMIENTO DE MONTERRUBIO, MUNICIPIO DE SABANAS DE SAN ÁNGEL, DEPARTAMENTO DE MAGDALENA

Refocosta S.A.S

YULIETH PAOLA VELÁSQUEZ RAMOS

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA FORESTAL
ABRIL DE 2016

DIAGNOSTICO Y EVALUACIÓN DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO EN REFOCOSTA S.A.S PROYECTO LA GLORIA, CORREGIMIENTO DE MONTERRUBIO, MUNICIPIO DE SABANAS DE SAN ÁNGEL, DEPARTAMENTO DE MAGDALENA

Refocosta S.A.S

YULIETH PAOLA VELÁSQUEZ RAMOS

CESAR AUGUSTO POLANCO TAPIA
Ingeniero Forestal
Director Interno

FREDDY CIFUENTES
Ingeniero Forestal
Director Externo

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA FORESTAL
ABRIL DE 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y a su Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal por haberme brindado los conocimientos y haberme dado la oportunidad aprender a través de la experiencia tan grata que es la vida universitaria esta hermosa y grandiosa carrera que es la Ingeniería Forestal de la cual orgullosamente espero graduarme. Así mismo agradezco todos los profesores que hicieron parte de mi formación durante toda la carrera, al Ingeniero Cesar Polanco por ser mi tutor durante esta excelente experiencia de mi pasantía.

A la empresa Refocosta S.A.S, por brindarme la oportunidad de realizar la pasantía como opción de grado en sus instalaciones del Proyecto La Gloria en Monterrubio Magdalena, al Ingeniero Freddy Cifuentes por ser mi director de pasantía en la empresa, así como a los demás jefes de área del proyecto por haberme enseñado durante esos 5 meses ítems importantes en el manejo de área, como en la vida profesional.

A los empleados de la unidad de Aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta, quienes me colaboraron enormemente en mi aprendizaje en esa área, así como su apoyo incondicional y amabilidad durante los meses que estuve con ellos, a Fabio quien fue mi mano derecha en el aserrío.

A mis compañeras de la Universidad, Janis, Alejandra y Diana, por compartir sus conocimientos, por todas las experiencias vividas, por los sentimientos, las alegrías, el amor, y el cariño que nos dejó muchas enseñanzas y muchas experiencias.

A Karen Vega y Cristian Ospina quienes fueron compañeros y amigos durante mi estancia en Refocosta S.A.S, con los cuales aprendí y conviví durante este tiempo.

A mi familia, por supuesto, por apoyarme durante toda mi vida, colaborarme en todo, darme la oportunidad de estudiar esta grandiosa carrera, y darme la oportunidad de realizar esta pasantía, a mi hermana Mayra y a mi mama por todo su apoyo, durante toda mi vida y más durante la realización de esta pasantía.

DIAGNOSTICO Y EVALUACIÓN DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO EN REFOCOSTA S.A.S PROYECTO LA GLORIA, CORREGIMIENTO DE MONTERRUBIO, MUNICIPIO DE SABANAS DE SAN ÁNGEL, DEPARTAMENTO DE MAGDALENA

RESUMEN

En el presente documento se analiza la situación en el año 2014 de la Industria del Aserrío del proyecto la Gloria de Reforestadora de la Costa SAS, teniendo en cuenta el desarrollo de estrategias a corto y a mediano plazo; además con los datos obtenidos, se estructura este tipo de industria. El trabajo está estructurado en tres partes: diagnóstico, evaluación, y recomendaciones para la Industria del Aserrío tanto en aspectos tecnológicos y sociales. Para la realización del documento se efectuó una pasantía de 5 meses en el Área de Aserrío de Refocosta SAS en el municipio de Sabanas de San Ángel, departamento de Magdalena; en donde se recolecto información de los tres procesos del área, transporte de madera rolliza al aserrío, aserrado y transporte del producto madera aserrada verde hacia otras áreas, para poder analizar ítems como la productividad del área, los rendimientos de la misma en tanto a tecnología y aprovechamiento de la madera, así como factores como materia prima, personal, equipamientos entre otros. En las recomendaciones se dan estrategias para mejorar ciertos aspectos que interactúan en las actividades del área, y que repercuten directamente en la productividad del mismo. Finalmente se dan las conclusiones, las cuales giran en torno de los ítems que afectan directamente la productividad del área.

Palabras claves: diagnostico, rendimiento, madera aserrada, madera rolliza, aserradero, aprovechamiento, productividad.

ABSTRACT

This document analyses the situation in 2014 of the sawmill industry in the project La Gloria of Reforestadora de la Costa SAS, taking into account the development of short and medium-term strategies; In addition to the data, this type of industry is structured. The work is structured in three parts: diagnosis, assessment, and recommendations for both technological and social aspects sawmilling industry. For the realization of the document was a 5 month internship in the Area of sawmill Refocosta SAS in the municipality of sheets of San Angel, Department of Magdalena; where is collected information of the three processes of the area, transport of roundwood to the sawmill, sawing, and transport of the product Wood sawn green towards other areas, to analyze items such as the productivity of the area, yields the same as technology and use of wood, as well as factors such as raw material, personnel and equipment among others. Strategies to improve certain aspects which interact in activities in the area, and which have a direct impact on the productivity of the same are given in the recommendations. Finally given the conclusions, which revolve around the items that directly affect the productivity of the area.

Key words: diagnostic, performance, sawn timber, roundwood, sawmill, harvesting, productivity.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS 3
RESUMEN 4
INTRODUCCIÓN 12
1. METODOLOGÍA 16
1.1. UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO 16
1.2. METODOLOGÍA 17
1.2.1. Recolección de información 18
1.2.2. Diagnóstico y Análisis de la Información 18
1.2.3. Evaluación 23
2. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS 26
2.1. DIAGNOSTICO DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO EN EL PROYECTO LA GLORIA 26
2.1.1. Clasificación del aserrío 26
2.1.2. Generalidades del aserrío 26
2.1.3. Procesos, actividades y operaciones productivas 28
2.1.3.1. Flujo de procesos productivos de la industria del Proyecto La Gloria 28
2.1.3.2. Descripción de la frecuencia productiva o lay-out 32
2.1.4. Materia prima 33
2.1.4.1. Generalidades 33
2.1.4.2. Abastecimiento 37
2.1.4.3. Demanda interna de madera rolliza 38
2.1.5. Principales indicadores del aserrío 38
2.1.5.1. Producción en volumen 38
2.1.5.2. Producción por especie 40
2.1.5.3. Destino de la producción 40
2.1.5.4. Productividad 42
2.1.5.5. Rendimiento del aserrío o coeficiente de aserrío o aprovechamiento (*ca*) 43
2.1.5.6. Ocupación 44
2.1.6. Maquinaria 44
2.1.6.1. Aserradero LT 300 44
2.1.6.2. Aserradero LT 40 45

2.1.6.3. Re aserradero Multihead 46
2.1.6.4. Canteadora Edger Woodmizer 46
2.1.6.5. Canteadora Bar-Gar 47
2.1.6.6. Sierra trozadora Holywood 47
2.1.6.7. Recortadora de Disco de Sierra- Sierra Circular de Péndulo 48
2.1.6.8. Taller de afilado 49
2.1.7. Estado tecnológico de la industria del aserrío 50
2.1.7.1. Capacidad máxima de producción de madera aserrada verde 50
2.1.7.2. Elementos de corte de los aserraderos y reaserraderos 60
2.2. EVALUACIÓN DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO EN EL PROYECTO LA GLORIA 65
2.2.1. ESTUDIO DE TRABAJO 65
2.2.1.1. Factores internos de insumo y producto que afectan la Productividad 65
2.2.1.1.1. Terrenos y Edificios 65
2.2.1.1.2. Instalaciones y maquinas 66
2.2.1.1.3. Recursos humanos 67
2.2.1.2. Factores externos de insumo y producto que afectan la productividad 68
2.2.1.2.1. Disponibilidad de materias primas 68
2.2.1.2.2. Disponibilidad de Mano de Obra 68
2.2.1.2.3. Infraestructura existente 69
2.2.1.3. Contenido Básico del Trabajo 69
2.2.1.3.1. Mínimos de producción 69
2.2.1.3.2. Normas de calidad 71
2.2.1.4. Tiempo total Improductivo 72
2.2.1.4.1. Contenido Adicional de Trabajo 72
2.2.1.4.2. Tiempo improductivo 73
2.2.1.5. Ambiente laboral 75
2.2.1.5.1. Ambiente Laboral 75
2.2.1.5.2. Tiempo de trabajo 76
2.2.1.5.3. Bienestar social 76
2.2.2. ESTUDIO DE MÉTODOS 77
2.2.2.1. Cursogramas 77
2.2.2.2. Selección del puesto o punto de trabajo critico 81

3. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES 83
4. CONCLUSIONES 87
5. BIBLIOGRAFÍA 90
ANEXO 1 93
ANEXO 2 94
ANEXO 3 95
ANEXO 4 97
ANEXO 5 98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Producción en m³ de los meses de febrero a abril de 2014 por línea de trabajo para día y hora de trabajo.....39
Tabla 2 Productividad del aserrío del Proyecto La Gloria entre los meses de Febrero a Abril de 2014.43
Tabla 3 Tiempos del aserradero LT 300 en los meses de Marzo a Mayo de 2014 51
Tabla 4 Tiempos promedios del aserradero LT 300 en los meses de Marzo a Mayo de 2014 51
Tabla 5 Rendimiento del aserradero LT 300 en los meses de Marzo a Mayo de 2014 52
Tabla 6 Rendimiento promedio del aserradero LT 300 entre los meses de Marzo a Mayo de 2014 52
Tabla 7 Tiempos del aserradero LT 40 en los meses de Marzo a Mayo de 2014 52
Tabla 8 Tiempos promedio del aserradero LT 40 en los meses de Marzo a Mayo de 2014.....52
Tabla 9 Rendimiento del aserradero LT 40 en los meses de Marzo a Mayo de 2014 53
Tabla 10 Rendimiento promedio del aserradero LT 40 entre los meses de Marzo a Mayo de 2014 53
Tabla 11 Tiempos de las operaciones en la actividad de dimensionado de T. rosea de longitud 2 metros en el aserradero LT 300.....54
Tabla 12 Tiempos de las operaciones en la actividad de dimensionado de T. grandis de longitud 2,2 metros en el aserradero LT 300 54
Tabla 13 Tiempos de las operaciones en la actividad de dimensionado de T. rosea con longitudes de 2 metros en el aserradero LT 40 55
Tabla 14 Tiempos del re aserradero Multihead de 4 cabezales en los meses de Abril y Mayo de 2014 ..56
Tabla 15 Tiempos promedio del re aserradero Multihead de 4 cabezales en los meses de Abril y Mayo de 2014.....56
Tabla 16 Tiempos del re aserradero Multihead de 3 cabezales en los meses de Abril y Mayo de 2014 ..57
Tabla 17 Tiempos promedio del re aserradero Multihead de 3 cabezales en los meses de Abril y Mayo de 2014.....57
Tabla 18 Rendimiento del re aserradero Multihead de 4 cabezales en los meses de Abril a Mayo de 2014.....58
Tabla 19 Rendimiento promedio del re aserradero Multihead de 4 cabezales en los meses de Abril a Mayo de 2014.....58
Tabla 20 Rendimiento del re aserradero Multihead de 3 cabezales en los meses de Abril a Mayo de 2014.....58
Tabla 21 Rendimiento promedio del re aserradero Multihead de 3 cabezales en los meses de Abril a Mayo de 2014.....58
Tabla 22 Tiempos de la Canteadora Edger en los meses de Marzo a Mayo de 2014.....58
Tabla 23 Tiempos promedio de la Canteadora Edger en los meses de Marzo a Mayo de 2014 59
Tabla 24 Tiempos de la Canteadora Bar-gar en los meses de Abril y Mayo de 2014.....59
Tabla 25 Tiempos promedio de la Canteadora Bar-gar en los meses de Abril y Mayo de 2014 60
Tabla 26 Características del diente de las cintas Blade QTY-10 marca Woodmizer para el aserradero LT 300.....60
Tabla 27 Características productivas de las cintas para el aserradero LT 300 61
Tabla 28 Características del diente de las cintas Blade QTY-15 marca Woodmizer para el aserradero LT 40 61
Tabla 29 Características productivas de las cintas para el aserradero LT 40 61
Tabla 30 Características del diente de las cintas Blade QTY-15 marca Woodmizer para el re aserraderos Multihead 61
Tabla 31 Características productivas de las cintas para re aserraderos Multihead.....62
Tabla 32 Puntos de Revisión de los Aserraderos para el mantenimiento adecuado de los elementos de corte del Aserrío del Proyecto La Gloria. Fuente: Castro, Luisa 62

Tabla 33 Maquinaria por línea de trabajo del Aserrío del Proyecto La Gloria 67
Tabla 34 Personal y Cargos en el Aserrío del Proyecto La Gloria 67
Tabla 35 Tiempos improductivos por actividad en el proceso de Aserrado por labores de mantenimiento 74
Tabla 36 Tabla cuantitativa para la evaluación del ambiente de trabajo 75
Tabla 37 Evaluación del ambiente de trabajo del aserrío del PLG 75
Tabla 38 Ejemplo de una matriz para control y programación de mantenimientos preventivos en la maquinaria del Aserrío del Proyecto La Gloria 83
Tabla 39 Operaciones, Acciones y Herramientas necesarias para el correcto mantenimiento de hojas de Sierra Cinta. Fuente: SANDVICK 84
Tabla 40 Características de la jornada laboral de 8 horas en el Aserrío del Proyecto La Gloria 85
Tabla 41 Resumen Inventario T. rosea enero de 2014 en el Proyecto La Gloria de Refocosta S.A.S ... 100
Tabla 42 Individuos, DAP y Volumen según Categorías Diamétricas de T. rosea según el inventario de enero de 2014 100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización del Proyecto la Gloria de Refocosta S.A.S. Fuente: Refocosta S.A.S, 2013 16
Figura 2 Imagen del Proyecto la Gloria de Refocosta S.A.S. Fuente: refocosta.com 17
Figura 3 Herramienta de cubicación de madera en Refocosta SAS 20
Figura 4 Categorías para análisis del tiempo de actividad de la maquinaria del aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta S.A.S 22
Figura 5 Categorías de las operaciones de las actividades de la maquinaria..... 23
Figura 6 Procedimiento para realizar Estudio del Trabajo para el Aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta S.A.S. Fuente: Kanawaty, 1998 y García, 1998. 24
Figura 7 Ubicación de la Unidad de Industria, Aserrío y Patio de apilado en el Proyecto La Gloria de Refocosta SAS. Fuente: Mapas Bing 27
Figura 8 Organigrama por línea de trabajo en el Aserrío del proyecto La Gloria de Refocosta S.A.S .. 27
Figura 9 Flujo de Procesos Forestales para la Unidad Industrial en el Proyecto La Gloria de Refocosta SAS 29
Figura 10 Flujo de la madera en la Unidad de Industria del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS..... 29
Figura 11 Flujo de Procesos y Actividades en el Aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS 30
Figura 12 Flujo de Actividades simplificadas del Aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS 31
Figura 13 Lay-out de la línea 1 y la línea 2 del Aserrío del PLG. 32
Figura 14 Lay-out de la línea 3 del Aserrío del PLG. 33
Figura 15 Listones de Tabebuia rosea o Roble. 33
Figura 16 Listones de Tectona grandis o Teca 34
Figura 17 Madera en rollo de Gmelina arbórea o Melina 34
Figura 18 Pudriciones presentadas en trozas de T. grandis 35
Figura 19 Bifurcación presentada en trozas de T. grandis 35
Figura 20 Pilas de madera rolliza de Tabebuia rosea (Roble) en los patios de apilado del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS 36
Figura 21 Castillo de Madera Aserrada Verde en el Aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS. 36
Figura 22 Cargue de un camión en lote de aprovechamiento de G. arbórea en Proyecto La Gloria de Refocosta S.A.S. 38
Figura 23 Producción del Aserrío por meses en m^3 del Proyecto la Gloria de Refocosta S.A.S. 2012-2014 39
Figura 24 Producción en el aserrío durante los meses de febrero a abril de 2014 por especies 40
Figura 25 Producto final de la madera aserrada verde de Teca en Febrero de 2014 41
Figura 26 Producto final de la madera aserrada verde de Teca en Marzo de 2014 41
Figura 27 Producto final de la madera aserrada verde de Teca en Abril de 2014 41
Figura 28 Producto final de la madera aserrada verde de Roble entre los meses de Febrero a Abril de 2014..... 42
Figura 29 Producto final de la madera aserrada verde de Melina en Abril de 2014 42
Figura 30 Productividad del Aserrío del Proyecto La Gloria en el año 2014 meses de enero a abril..... 43
Figura 31 Aserradero LT 300 Línea 2 Aserrío PLG 45
Figura 32 Aserradero LT40 línea 3 Aserrío PLG 45
Figura 33 Re aserradero Multihead de 4 Cabezales Línea 2 Aserrío PLG 46
Figura 34 Canteadora Edger línea 1 Aserrío PLG..... 47
Figura 35 Canteadora Bar-Gar línea 2 Aserrío PLG 47
Figura 36 Sierra trozadora Holywood línea 2 Aserrío PLG 48
Figura 37 Sierra circular de péndulo línea 1 Aserrío PLG 48

Figura 38 Afilador Universal de Hojas de Sierra Cinta 49
Figura 39 Máquinas para afilar cintas en el cuarto de afilado del Aserrío del PLG 50
Figura 40 Afilador de hojas de sierra cinta 50
Figura 41 Capacidad instalada aserradero LT 300 entre los meses de marzo a mayo de 2014 51
Figura 42 Capacidad instalada aserradero LT 40 entre los meses de marzo a mayo de 2014 53
Figura 43 Capacidad instalada de los meses de Abril y Mayo de 2014 del re aserradero Multihead de 4 cabezales 56
Figura 44 Capacidad instalada de los meses de Abril y Mayo de 2014 del re aserradero Multihead de 3 cabezales 57
Figura 45 Capacidad instalada de los meses de Marzo a Mayo de 2014 de la Canteadora Edger 59
Figura 46 Capacidad instalada de los meses de Marzo a Mayo de 2014 de la Canteadora Bar-gar 60
Figura 47 Ubicación de la Edificación de la Unidad de Industria del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS. Fuente: mapas Bing, 2014 65
Figura 48 Área de Aserrado con LT 300 en el Aserrío de Proyecto la Gloria de Refocosta SAS 66
Figura 49 Área de la Línea 2 del Aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS 66
Figura 50 Diagrama del procesamiento industrial primario en el aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS para madera de Tabebuia rosea dirigida a la producción de Tableros. Fuente: Quiroz et al, 2005 modificado por Autora 70
Figura 51 Diagrama del procesamiento industrial primario en el aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS para madera de Tectona grandis dirigida a la producción de Tableros. Fuente: Quiroz et al, 2005 modificado por Autora 70
Figura 52 Diagrama del procesamiento industrial primario en el aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS para madera de Tectona grandis dirigida a la producción de Pisos. Fuente: Quiroz et al, 2005 modificado por Autora 71
Figura 53 Diagrama del procesamiento industrial primario en el aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS para madera de Gmelina arbórea dirigida a la producción de Tableros. Fuente: Quiroz et al, 2005 modificado por Autora 71
Figura 54 Edificaciones de la Unidad de Industria del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS 73
Figura 55 Cursograma para el aserradero LT 300 con T. rosea. 77
Figura 56 Cursograma para el aserradero LT 300 con T. grandis 78
Figura 57 Cursograma para el aserradero LT 40 con T. rosea. 79
Figura 58 Cursograma para el re aserradero Multihead con T. rosea. 79
Figura 59 Cursograma para el re aserradero Multihead con T. grandis 80
Figura 60 Cursograma para la Canteadora Edger marca Woodmizer con T. grandis. 80
Figura 61 Cursograma para la Canteadora Bar-Gar con T. rosea. 80
Figura 62 Formato Órdenes de Producción del Aserrío del Proyecto La Gloria. Fuente: Unidad de Industria del Proyecto La Gloria 93
Figura 63 Planilla Tiempo de Maquinaria. Fuente: Unidad de Industria de Refocosta SAS 94
Figura 64 Folleto de parámetros de Calidad en el aserrío del PLG, Página 1 95
Figura 65 Folleto de parámetros de Calidad en el aserrío del PLG, Página 2 96
Figura 66 Folleto: como talizar: construcción de castillos de madera aserrada verde, para los clasificadores del aserrío del Proyecto La Gloria 97
Figura 67 Distribución diamétrica T. rosea Proyecto La Gloria 101
Figura 68 Volumen vs Categorías diamétricas en T. rosea Proyecto La Gloria 102

INTRODUCCIÓN

El comercio de los productos y servicios forestales contribuye con un 2% al PIB mundial y representa el 3% del comercio internacional de mercancías, con un movimiento económico que se estima en unos 200 mil millones de dólares[1]. La demanda mundial de madera es de 3.503 millones de metros cúbicos (FAO, 2005 citado en (CONFEMADERAS, 2016)) de los cuales el 51 % presenta un uso doméstico, dedicado a la calefacción y a la cocción de los alimentos, y el 49% se emplea en la industria en la construcción de estructuras o la fabricación de mobiliario, hasta la elaboración de papel, cartulina y cartón[2]. La demanda de madera aserrada en el mercado internacional ha presentado estabilidad, y conserva un alto valor en países con gran desarrollo industrial y tecnológico forestal, como el norte de Europa y Estados Unidos[3].

Colombia presenta una producción de madera aserrada de aproximadamente 527.000 m^3/anuales[4], los cuales van dirigidos según la investigación de Tecniforest (1999) a sectores como el de la construcción (56%), muebles (17,7%), embalajes (7,3 %), guacales, carrocerías, estibas, traviesas, entre otros (18,9%), los cuales provienen de boques naturales y bosques plantados privados en un valor aproximado de madera en rollo de 899.000 m^3/anuales[5]. La industria forestal nacional, especialmente la de madera aserrada, presenta graves problemas que afectan la competitividad, esto dado en tecnología obsoleta lo que genera que se use aproximadamente el 50% de la capacidad instalada de la misma; igualmente la demanda derivada de una de los sectores industriales a los cuales va dirigida la producción de la industria de la madera aserrada como el de la construcción, ha conllevado que por sus oscilaciones afecten la demanda, y por lo tanto también se fluctúen las producciones de esta[6].

En 1980 nació la Reforestadora de la Costa SAS (Refocosta SAS) empresa forestal de capital privado, perteneciente al Grupo Empresarial VALOREM, la cual desarrolla actividades en el campo de la investigación de especies forestales maderables, a fomentar la reforestación para la comercialización de la madera sólida, además del trabajo industrial en el sector maderero nacional[7].

El presente documento de Pasantía tiene el propósito de dar a conocer el diagnóstico realizado a la industria del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS específicamente a la unidad de Aserrío de esta, y su subsiguiente evaluación teniendo en cuenta los factores externos e internos que repercuten en la misma, a través de observaciones y el análisis de las mediciones tomadas en sitio de los procesos que conforman el área, para así poder realizar recomendaciones que puedan optimizar los procesos industriales en el Aserrío.

[1] CONFEMADERAS, 2016.
[2] Ibíd., 2016
[3] LOZANO G., 2011
[4] Ministerio de Agricultura, 2005.
[5] Ibíd., 2005
[6] Lozano G et al. 1999
[7] Refocosta SAS. 2013, P. 3

Refocosta SAS cuenta con dos proyectos en el país, ubicados en Villanueva, Casanare, y en Sabanas de San Ángel, Magdalena[8], en la cual se realizó el trabajo de grado en modalidad pasantía. El Proyecto La Gloria (PLG), se encuentra ubicado en el corregimiento de Monterrubio, a 30 km del municipio de Sabanas de San Ángel, departamento de Magdalena[9]. El PLG se centraba para el año 2014 en el manejo de 5 especies forestales para sus labores en las áreas de establecimiento, aprovechamiento e industria, estas especies eran las siguientes: Ceiba Tolua (*Pachira quinata*), Teca (*Tectona grandis*), Melina (*Gmelina arbórea*), Eucalipto (*Eucalyptus tereticormis*) y Roble (*Tabebuia rosea*); dichas especies, exceptuando a *P. quinata*, eran aprovechadas en la industria del PLG[10]; sin embargo actualmente (año 2015) las especies Eucalipto (*Eucalyptus tereticormis y E. urograndis*) y Teca (*Tectona grandis*), son las que el proyecto está manejando en sus tres áreas[11].

La industria del PLG en el año 2014 estaba dividida en cuatro áreas industriales de la siguiente manera: aserrío, secado, remanufactura e inmunizado. La industria de aserrío, constaba de procesos como son la entrada de materia prima, madera rolliza proveniente del área de las plantaciones de la empresa, el proceso de aserrío, y el proceso de salida de madera aserrada verde, la cual es materia prima para el área de secado y de remanufactura[12]. La unidad de aserrío de la empresa presenta las mismas dificultades que muchas industrias similares en el país, una alta demanda de materia prima que no logra ser ofertada por el área de aprovechamiento de la empresa, unas necesidades tecnológicas y de capacitación constante para perfeccionar su nivel, y un alto porcentaje de mínimos de producción en todas las actividades y operaciones de sus procesos.

El objetivo del presente documento es diagnosticar la industria de aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta S.A.S, con el cual se identificara las principales variables que influyen en la eficiencia del área, así permitiendo un análisis más preciso de los diferentes procesos y actividades, como del capital humano, tecnológico y de infraestructura de la misma, con el fin de evaluar y determinar las prioridades y estrategias para una mejora en la misma.

[8] Op. cit. Refocosta SAS, 2013., P. 3
[9] Ibíd., P. 9
[10] Refocosta SAS, Proyecto La Gloria, 2014.
[11] Ibíd., 2014-2015
[12] Ibíd., 2014

OBJETIVOS

General

Diagnosticar y evaluar la industria del aserrío con el fin de proporcionar un análisis del área en la Reforestadora de la Costa SAS Proyecto La Gloria, Corregimiento de Monterrubio, Municipio de Sabanas de San Ángel, Departamento del Magdalena.

Específicos

- Analizar y dar un diagnóstico de los procesos y actividades del área de industria de aserrío del Proyecto La Gloria, a partir de los indicadores propuestos para el 2014.
- Evaluar el área de industria de aserrío para lograr estipular puntos críticos en la misma.
- Determinar e identificar prioridades y estrategias, en el área de actuación, con el fin de aumentar los rendimientos y productividad en las mismas, para contribuir al desarrollo de la industria del aserrío en el Proyecto La Gloria

1.METODOLOGÍA

1. METODOLOGÍA

1.1. UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio del trabajo de grado en modalidad pasantía se encuentra en el Proyecto La Gloria de Refocosta S.A.S, corregimiento de Monterrubio, municipio de Sabanas de San Ángel, departamento del Magdalena (Figura 1 y Figura 2), en la unidad de industria en el área de aserrío; el inicio de la pasantía fue el 7 de enero del 2014, y su finalización el 6 de junio del 2014.

Figura 1 Localización del Proyecto la Gloria de Refocosta S.A.S. Fuente: Refocosta S.A.S, 2013

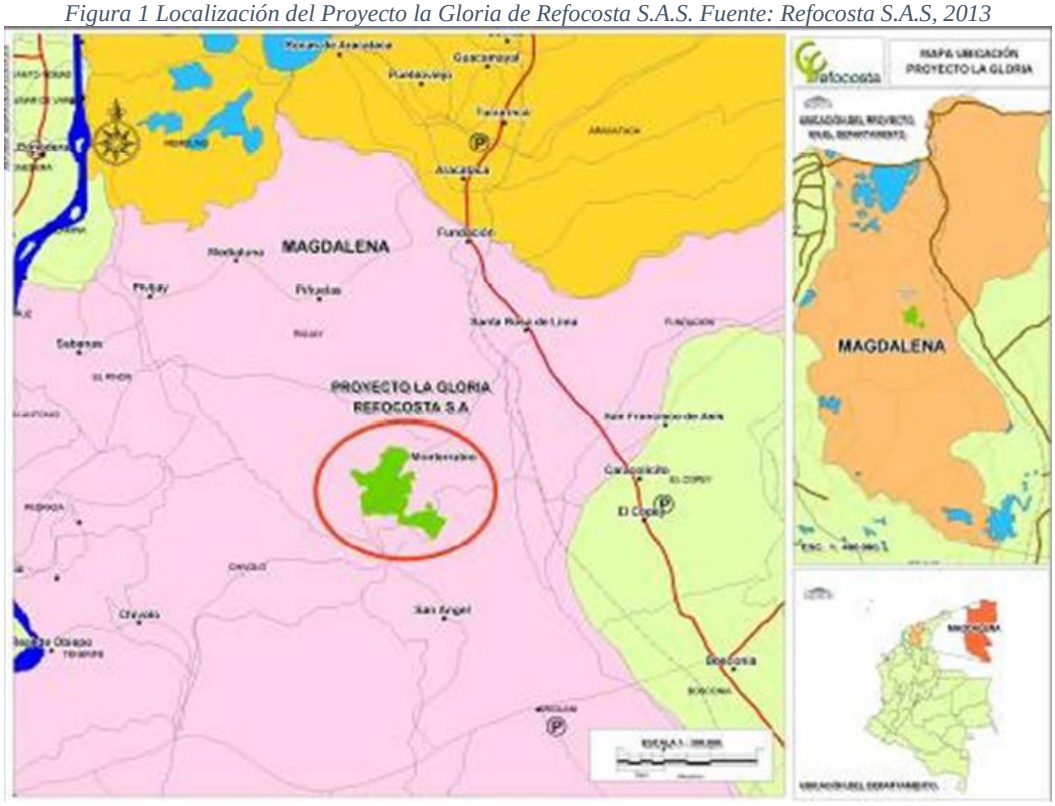
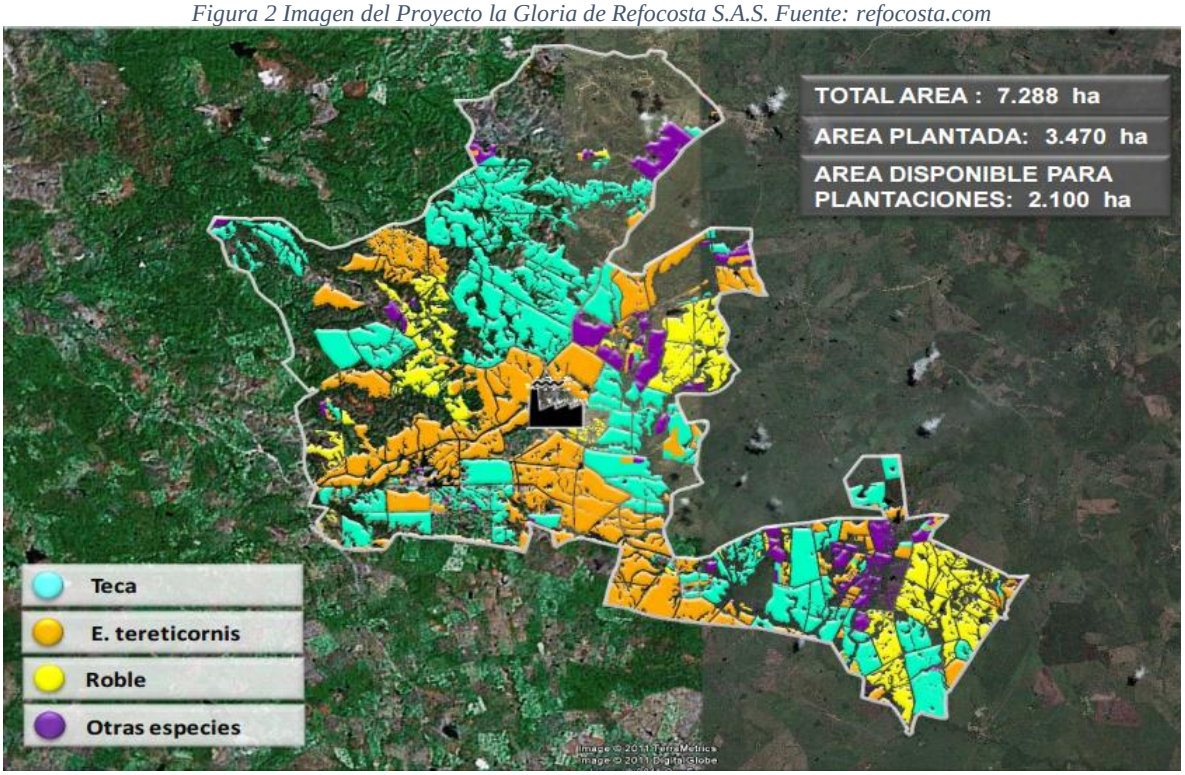


Figura 2 Imagen del Proyecto la Gloria de Refocosta S.A.S. Fuente: refocosta.com



Escala 1:500000 Coordenadas: 74°19’38.052” Longitud W y 10°10’29.2” Latitud N

1.2. METODOLOGÍA

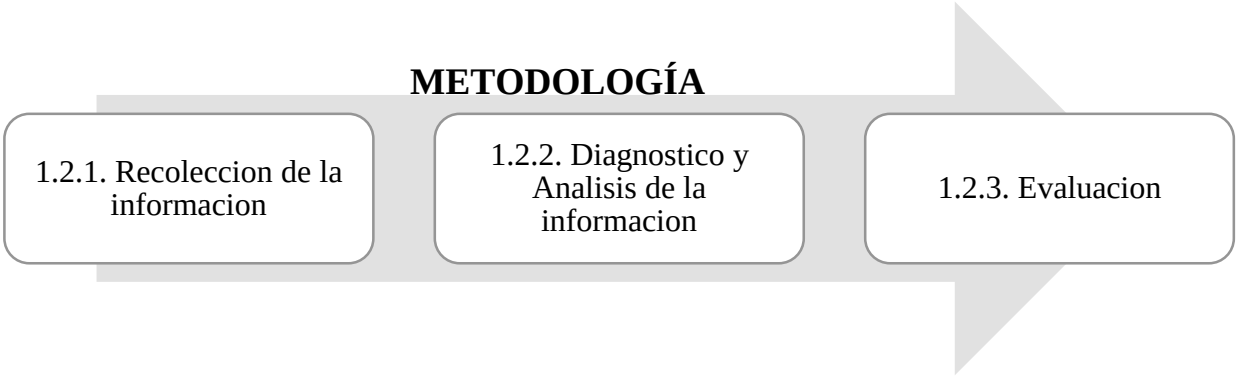
Las funciones que se realizaron en la Fase de Trabajo de la pasantía fueron las siguientes:

- Planear, organizar, ejecutar y documentar los procesos y actividades diarias en el área de aserrío, buscando el cumplimiento de las mismas, como el buen manejo de los recursos.
- Distribuir tareas y responsabilidades al personal asignado, teniendo en cuenta la programación y las metas establecidas por mes y según los indicadores para el área.
- Observar y analizar los procesos y actividades, evaluando los rendimientos y la productividad del capital humano y tecnológico del área de aserrío.

Los indicadores propuestos para el área de aserrío del Proyecto La Gloria en el primer semestre del 2014 fueron los siguientes:

- Indicador de cumplimiento: mensual, producción de 350 m³ de madera aserrada verde
- Indicador de calidad: 95% producto conforme
- Indicador de aprovechamiento: comparación de los porcentajes de aprovechamiento de cada especie según órdenes de producción diaria con un estimado de las mismas. Para T. rosea es de 35% a 40%, para T. grandis P 2, P 3 y P 4 (trozas con una circunferencia menor a 50 cm) es de 40% y para P 5 es de aproximadamente 65%.

Para realizar el diagnóstico y evaluación de la industria del aserrío en el Proyecto La Gloria, se llevaron a cabo unas etapas metodológicas de trabajo, que son las siguientes:



1.2.1. Recolección de información

La recolección de la información se dio durante la fase de trabajo de la pasantía, por medio de un apoyo técnico directo al área de aserrío como asistente de operaciones.

La información se recolectó mediante observación, medición y grabación de los procesos y actividades de las líneas de trabajo del área, como por medio de entrevistas a los empleados y operarios de la maquinaria. Así mismo, se realizó registro diario de la entrada de materia prima, madera rolliza, a los procesos del aserrío y la producción en madera aserrada verde de los mismos.

Los materiales utilizados para la etapa de recolección de información fueron:

Cronometro
Cámara Fotográfica
Videograbadora
Formularios:
- Ordenes de producción diaria (Anexo 1)
- Tiempos de maquinaria (Anexo 2)

Software
- Office:
  - Excel
  - Word

1.2.2. Diagnóstico y Análisis de la Información

Para la realización del diagnóstico se tuvo en cuenta y se articuló las metodologías usadas por el Centro de Información Forestal de Chile en el 2007 y el 2009 en sus documentos Industrias del Aserrío, y la metodología utilizada por José Silva en el 2012 en el documento Diagnóstico de la Industria Forestal de Transformación Primaria del Sureste Mexicano, integrando lo mencionado por los autores, y aplicándolo a la industria especifica del Proyecto la Gloria en Refocosta SAS.

En esta etapa se procedió a ordenar y sistematizar la información recolectada, para poder realizar el análisis de la misma.

Los análisis realizados para la información obtenida a través del proceso de recolección de información fueron los siguientes: de rendimiento, de productividad, de tiempos y movimientos, y de procesos; para esto fue necesario determinar las variables y factores que interactuaban antes, durante y después de los procesos, actividades y operaciones analizadas.

1.2.2.1. Determinación de variables y factores

1.2.2.1.1. Volumen de trozas

El volumen de las trozas, o de madera rolliza, que entra como materia prima al aserrío, se contabiliza por medio de un archivo en Excel facilitado por la empresa, mediante las siguientes formulas según especie forestal.

Para Teca tenemos la siguiente formula:

$$Volumen\ de\ madera\ rolliza = V_R$$

$$V_R = \left(\frac{\pi}{4} * \frac{\frac{dap^* - 5}{\pi}^2}{100} * (largo^* - 0{,}05) \right) * cantidad$$

$* largo\ en\ m, dap\ en\ cm$

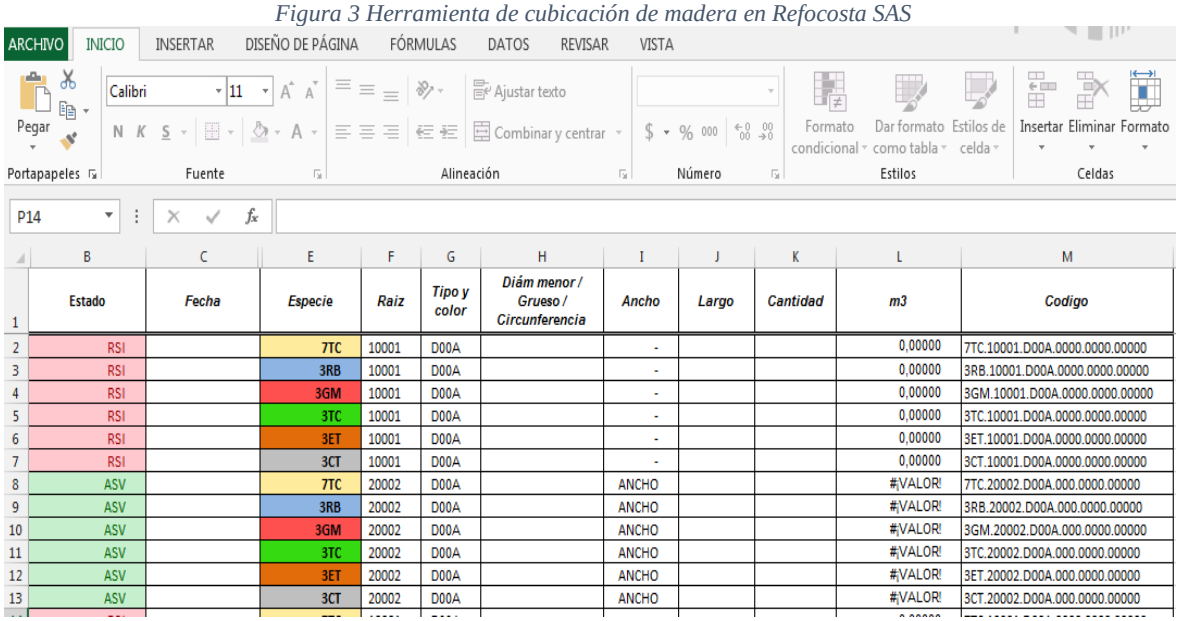
Para Roble y Melina tenemos:

$$V_R = \left(\frac{\pi}{40000} * dap^2 * largo \right) * cantidad$$

$* largo\ en\ m, dap\ en\ cm$

El cálculo del volumen se realiza de la siguiente manera por medio de la herramienta en Excel que se puede observar en la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., proporcionada por la mpresa:

Figura 3 Herramienta de cubicación de madera en Refocosta SAS



Estado	Fecha	Especie	Raiz	Tipo y color	Diám menor / Grueso / Circunferencia	Ancho	Largo	Cantidad	m3	Codigo
RSI		7TC	10001	D00A		-			0,00000	7TC.10001.D00A.0000.0000.00000
RSI		3RB	10001	D00A		-			0,00000	3RB.10001.D00A.0000.0000.00000
RSI		3GM	10001	D00A		-			0,00000	3GM.10001.D00A.0000.0000.00000
RSI		3TC	10001	D00A		-			0,00000	3TC.10001.D00A.0000.0000.00000
RSI		3ET	10001	D00A		-			0,00000	3ET.10001.D00A.0000.0000.00000
RSI		3CT	10001	D00A		-			0,00000	3CT.10001.D00A.0000.0000.00000
ASV		7TC	20002	D00A		ANCHO			#VALOR!	7TC.20002.D00A.000.0000.00000
ASV		3RB	20002	D00A		ANCHO			#VALOR!	3RB.20002.D00A.000.0000.00000
ASV		3GM	20002	D00A		ANCHO			#VALOR!	3GM.20002.D00A.000.0000.00000
ASV		3TC	20002	D00A		ANCHO			#VALOR!	3TC.20002.D00A.000.0000.00000
ASV		3ET	20002	D00A		ANCHO			#VALOR!	3ET.20002.D00A.000.0000.00000
ASV		3CT	20002	D00A		ANCHO			#VALOR!	3CT.20002.D00A.000.0000.00000

7TC	Teca comprada (*Tectona grandis*)
3RB	Roble (*Tabebuia rosea*)
3GM	Melina (*Gmelina 20rbórea*)
3TC	Teca REFOCOSTA (*Tectona grandis*)
3ET	Eucalipto (*Eucalyptus tereticormis*)
3CT	Ceiba Tolua (*Pachira quinata-Bombacopsis quinata*)

RSI	Madera rolliza
ASV	Madera aserrada verde

1.2.2.1.2. Volumen de madera aserrada verde

El volumen de madera aserrada verde como producto final del aserrío como materia prima para el área de secado y Remanufactura se calcula de la siguiente manera:

$$Volumen\ mandera\ aserrada = v_{av}$$

$$v_{av} = l * a * e$$

$$l: largo\ de\ la\ tabla\ o\ liston$$
$$a: ancho\ de\ la\ tabla\ o\ liston$$
$$e: espesor\ de\ la\ tabla\ o\ liston$$

Para conocer el volumen por castillo armado, se calcula de la siguiente manera:

$$v_{castillo} = v_{av} * numero\ de\ tablas\ o\ listones$$

1.2.2.1.3. Rendimiento y Coeficiente de aserrío

El análisis del rendimiento para la madera, es la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada, es decir la relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza que es necesaria como materia prima[13]. Se ha determinado que la calidad de la madera aserrada decrece con la calidad de las trozas y que el coeficiente de aserrío se reduce con el aumento de los defectos de las trozas. Como regla empírica, Brown y Miller (1975) y Dobie (1966), establecieron que por cada incremento de 0.1 en la relación torcedura/ diámetro, se reduce el coeficiente de aprovechamiento hasta en un 7% comparado con trozas rectas, y que el tiempo de asierre se incrementa hasta en un 40%. Respecto a la conicidad de las trozas, el coeficiente de aserrío disminuye con el aumento de la conicidad y el tiempo de asierre aumenta (Dobie, 1966)[14].

Así mismo, para este documento el rendimiento para la capacidad de la maquinaria es la relación entre la madera aserrada al final de un proceso y el tiempo en el cual es procesada.

Entonces,

$$ca = rendimiento\ madera\ o\ Coeficiente\ de\ aserrio$$

$$ca = \frac{m^3 madera\ aserrada\ verde}{m^3 madera\ rolliza}\ x\ 100$$[15]

y

$$R_c = rendimiento\ capacidad\ maquinaria$$

$$R_c = \frac{m^3\ madera\ rolliza}{tirmpo\ total\ turno}\ x\ 100$$

1.2.2.1.4. Productividad

La productividad se obtuvo al relacionar el volumen de madera aserrada verde entre el tiempo transcurrido en su proceso, considerando desde el momento que se empezó a producir el primer corte en la troza hasta que se realizó el último[16].

$$P = productividad\ del\ aserrio\ \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

[13] Chávez, 1997. P I-1
[14] Zavala et al. P 44
[15] Óp. Cit., Chávez P I-1
[16] Nájera et al. 2011. P 204

$$P = \frac{madera\ aserrada\ m^3}{tiempo\ total\ de\ produccion\ h}$$

En tanto a la productividad media

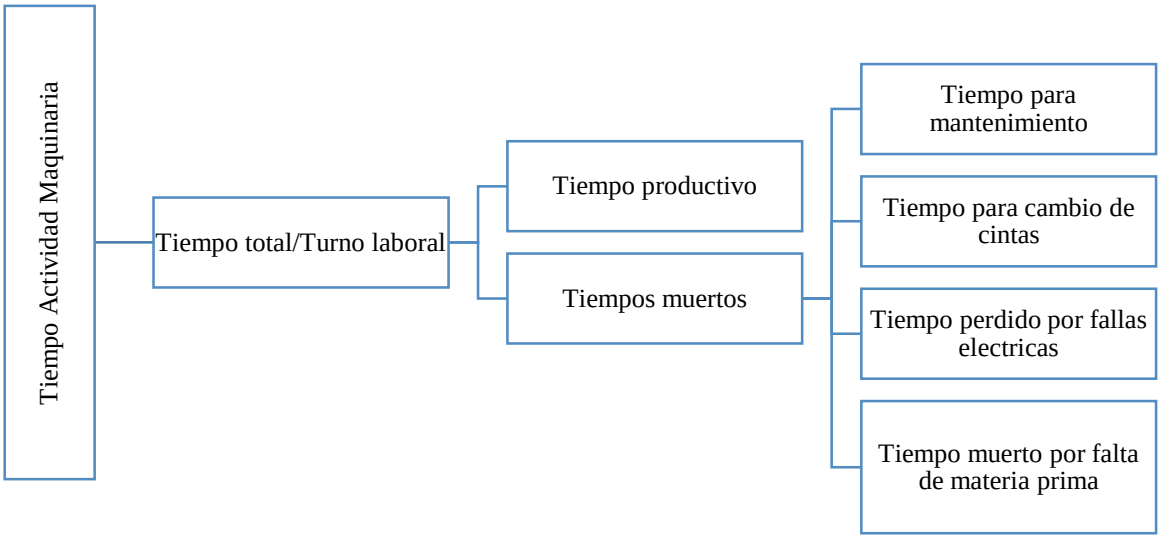
$$Pm = productividad\ media\ \left(\frac{\frac{m^3}{empleado}}{mes\ o\ año}\right)$$

$$Pm = \frac{produccion\ media\ anual\ o\ mensual}{numero\ de\ personal\ laborando}$$

1.2.2.1.5. Tiempos

Para el análisis de los tiempos, se tuvo en cuenta el formato de Tiempos de maquinaria (Anexo 2) entregado por la empresa para el control del uso de la misma; entonces las categorías con las cuales se analizó los tiempos durante el uso de la maquinaria fueron las siguientes:

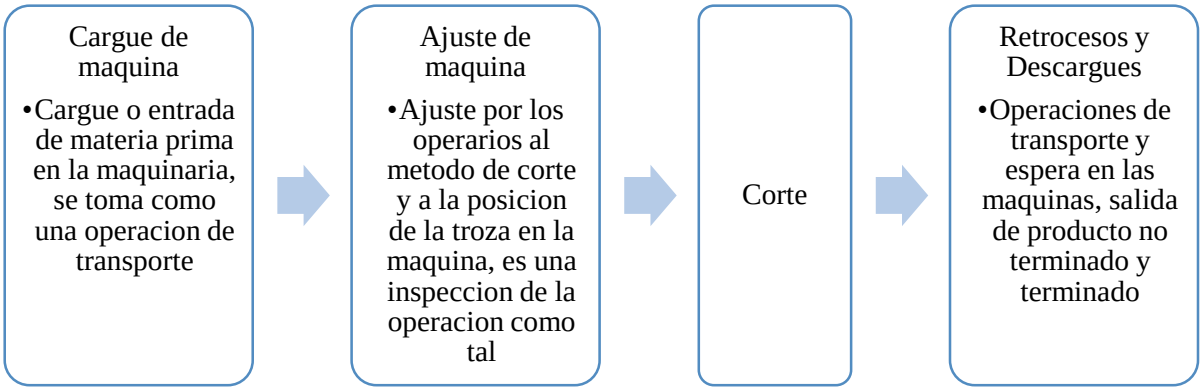
Figura 4 Categorías para análisis del tiempo de actividad de la maquinaria del aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta S.A.S



1.2.2.1.6. Operaciones

El análisis de las operaciones por cada actividad que comprende el proceso principal que es el de aserrado, se dividió por máquina, y por medio de observaciones se categorizo las operaciones de la siguiente manera:

Figura 5 Categorías de las operaciones de las actividades de la maquinaria



Este análisis a las operaciones se realizó a las actividades de aserrado, re aserrado y canteado por medio de los cursogramas, y para la actividad de aserrado se realizó un análisis similar para conocer el número de trozas que entran en un tiempo determinado, para conocer la frecuencia de cargue de las talanqueras de estos.

1.2.3. Evaluación

La evaluación de la industria del Aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS se basó en el diagnóstico realizado a la misma, teniendo en cuenta como eje central los indicadores propuestos para el área en el primer semestre de 2014.

La metodología utilizada para realizar la evaluación se basó en una variedad de documentos de evaluaciones de industrias y empresas, no relacionadas directamente con el sector forestal, donde implementaban el estudio de trabajo y de métodos para evaluar diferentes aspectos relacionados intrínsecamente con los procesos, actividades y operaciones de cada una de estas con el fin de considerar y valorar aspectos como los recursos humanos, las instalaciones y equipos, la tecnología, el ambiente, en relación con la productividad, el rendimiento, los tiempos, y el aprovechamiento en estos.

- Estudio de trabajo y métodos

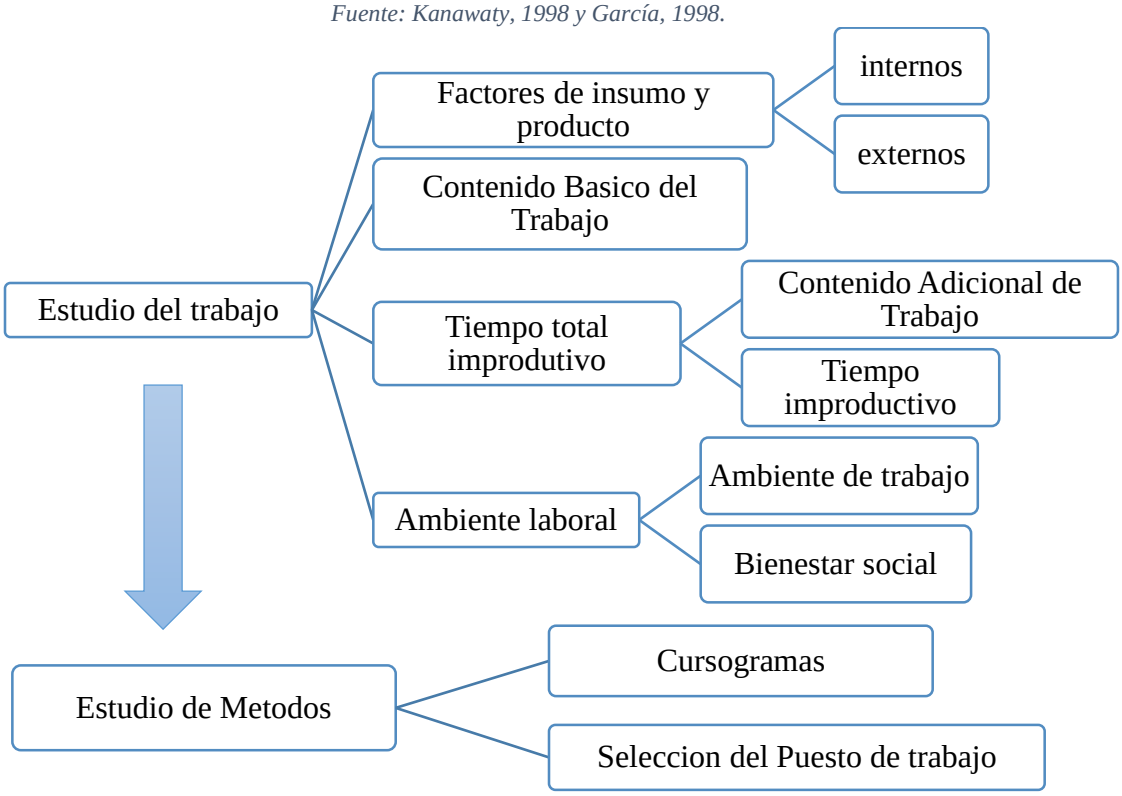
Por medio de las directrices del Estudio de Trabajo se determinó las variables de importancia que involucran los procesos en el trabajo en la industria de aserrío. Así mismo, nos da un procedimiento

básico de como analizar estas variables teniendo en cuenta consideraciones técnicas, sociales y económicas de todas las actividades que conforman todos los procesos existentes.

El objeto del uso de esta metodología para la evaluación de la industria del aserrío es examinar cómo se están realizando los procesos y actividades en la unidad, simplificando los métodos operativos de la misma, con el fin de modificarlos si se requiere, para reducir el trabajo innecesario o los excesos que se estén presentando en el área, y poder ahorrar los recursos presentes y existentes.

Por lo tanto la metodología de análisis para el estudio del trabajo fue la siguiente:

Figura 6 Procedimiento para realizar Estudio del Trabajo para el Aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta S.A.S. Fuente: Kanawaty, 1998 y García, 1998.



2. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

2. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.1. DIAGNOSTICO DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO EN EL PROYECTO LA GLORIA

2.1.1. Clasificación del aserrío

La Unidad Industrial del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS, contiene un Aserrío con Remanufactura y área de Secado. En donde encontramos que la línea del aserrío es una línea automatizada de media productividad con una tecnología de corte industrial, de producciones hasta de 300 m³/mes en dos líneas de trabajo[17].

De acuerdo a la clasificación para aserríos realizada por el Centro de Información Forestal de Chile (2007) el aserrío del PLG se podría clasificar como una unidad compleja de un aserradero tradicional, esto debido a que en esté se procesa madera rolliza de diferentes dimensiones y especies entregando como resultado al final de los procesos que se desarrollan, madera aserrada en estado verde para su subsiguiente secado, con propósitos distintos para la producción de productos elaborados.

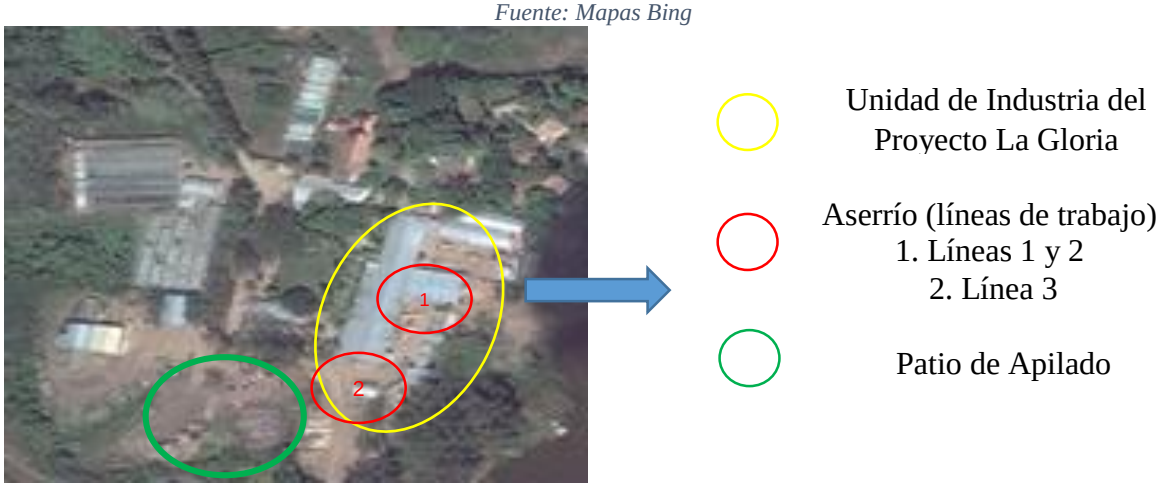
Igualmente el aserrío se puede catalogar como un aserrío permanente de tamaño muy pequeño de acuerdo a las clasificaciones realizadas para aserríos del Centro de Información Forestal de Chile (2007), ya que su producción está por debajo de 5000 m³/año.

2.1.2. Generalidades del aserrío

El aserrío del Proyecto La Gloria, se encuentra en la unidad de industria del Proyecto (Figura 7), cuenta con tres líneas de trabajo, de las cuales dos hasta el mes de mayo eran de contrato y una de personal de planta. Las primeras dos líneas cuentan con la siguiente maquinaria: aserradero LT 300, re aserradero Multihead de 4 cabezales, Canteadora Edger Woodmizer para la línea 1 y Canteadora Bar-Gar para la línea 2, sierra circular de péndulo para la línea 1 y sierra trozadora Holywood para la línea 2; la línea 3 cuenta con: aserradero LT 40, re aserradero Multihead de tres cabezales y Canteadora Edger Woodmizer.

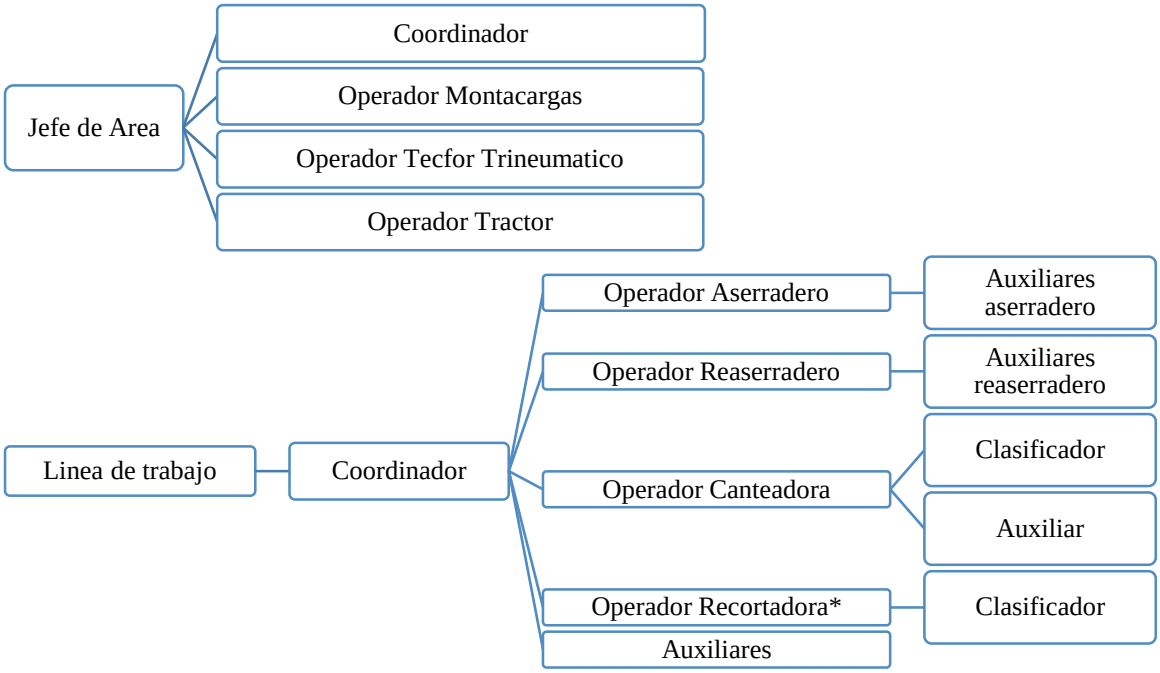
[17] Uva. P 6

Figura 7 Ubicación de la Unidad de Industria, Aserrío y Patio de apilado en el Proyecto La Gloria de Refocosta SAS. Fuente: Mapas Bing



El personal que labora en el Aserrío se distribuye de la siguiente manera:

Figura 8 Organigrama por línea de trabajo en el Aserrío del proyecto La Gloria de Refocosta S.A.S



El primer proceso en el Aserrío es la entrada de madera en rollo o rolliza a los patios de apilado o directamente a los aserradero, esto dependiendo de la demanda de especie de madera por producto a ofrecer; el siguiente proceso es el de aserrado, le sigue el de clasificación y por último el de la salida de la madera aserrada verde del área hacia las áreas de secado y remanufactura.

Las actividades que comprende el proceso de entrada de madera al aserrío inician con el transporte de madera desde los frentes de cosecha, la cual es descargada por medio del tecfor trineumatico en el

patio de acopio o apilado del aserrío o en su defecto en las talanqueras del mismo para su almacenamiento y consumo en los aserraderos LT 300 y LT 40.

En tanto a las actividades que comprenden el proceso de aserrado de madera, estas se dividen de la siguiente manera:

1. Aserrado o dimensionamiento en ancho (cortes longitudinales) o bloqueado en los aserraderos LT 300 y LT 40, en esta actividad es necesario un operador de maquinaria y dos auxiliares, los cuales cumplirán funciones en la entrada de materia prima y la salida de bloques de madera y su apilado.
2. Re aserrado o dimensionamiento en espesor (cortes horizontales) o tableado de los bloques de madera, la cual es realizada por un operador de re aserradero Multihead Woodmizer y dos auxiliares, que se encargaran de la entrada de la materia prima a la máquina y la salida y apilado del producto para el siguiente proceso.
3. Dimensionado en ancho es la tercera actividad que se da en el proceso de aserrado en el aserrío, consiste en realizar cortes longitudinales en las tablas para dividirla según un ancho sin afectar otras dimensiones de la pieza, dando como resultado tablas canteadas con un ancho especifico, esta actividad es realizada por un operador de Canteadora Edger Woodmizer o Canteadora Bar-Gar, y dos auxiliares que se encargaran de la salida de la madera del proceso, su clasificación y su encastillamiento.
4. Dimensionamiento en largo que se realiza en la sierra circular de péndulo o en la sierra trozadora Holywood, las cuales necesitan un operario y un auxiliar el cual se encargara de la clasificación (Anexo 3) y encastillamiento de la madera (Anexo 4).

El último proceso en el aserrío es el de transporte y entrega de castillos de madera aserrada verde desde el área hasta las áreas de secado y remanufactura, el cual se hace por medio de un montacargas, y es entregada a los operarios de las calderas o al coordinador de esas áreas.

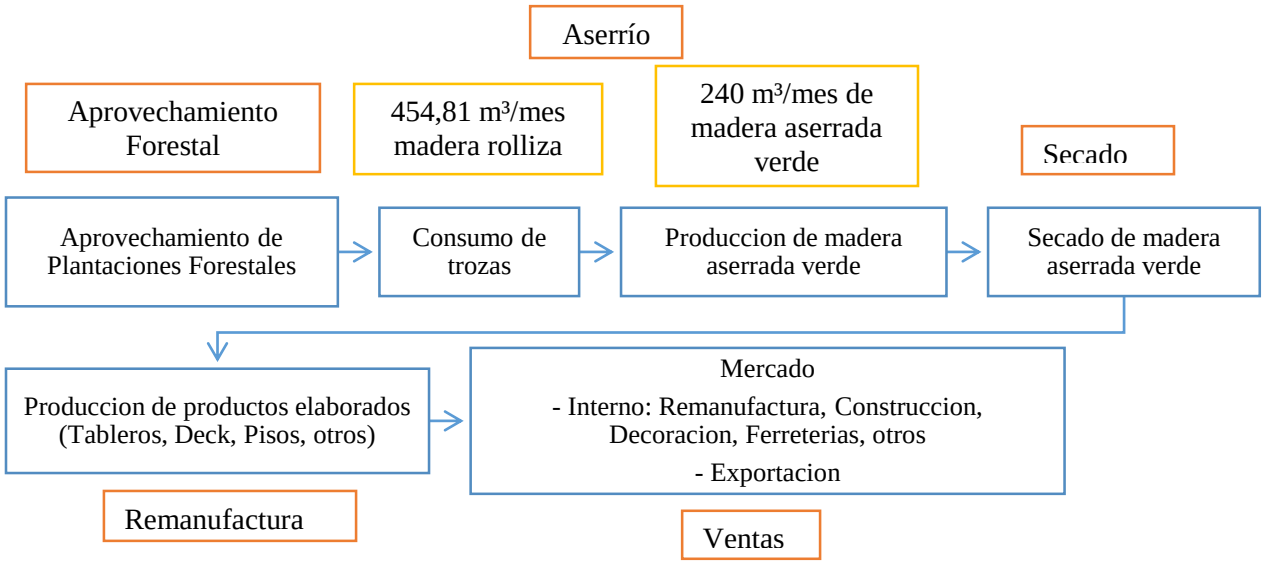
2.1.3. Procesos, actividades y operaciones productivas

Los flujos a continuación muestran los procesos, actividades y operaciones que interactúan en el proceso productivo de la Industria del Aserrío, teniendo en cuenta la unidad industrial completa forestal del Proyecto la Gloria, así como las interacciones de las demás áreas anteriores y posteriores dentro del flujo de la madera.

2.1.3.1. Flujo de procesos productivos de la industria del Proyecto La Gloria

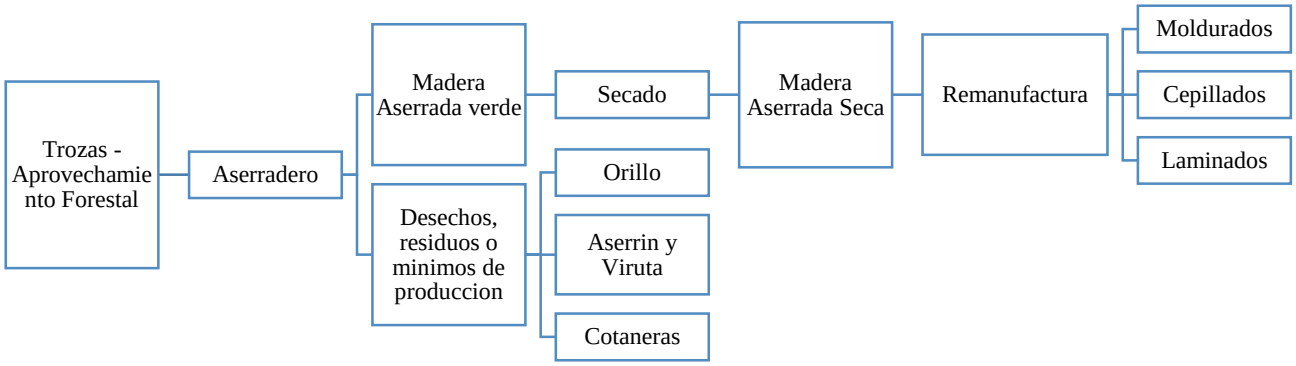
En la Figura 9 se puede observar el flujo de los procesos dentro de la Unidad Industrial del Proyecto La Gloria, desde el área de Aprovechamiento hasta el punto de ventas de la empresa, teniendo en cuenta el proceso principal de cada área, como el consumo de madera rolliza y la producción de madera aserrada verde en el área de estudio.

Figura 9 Flujo de Procesos Forestales para la Unidad Industrial en el Proyecto La Gloria de Refocosta SAS



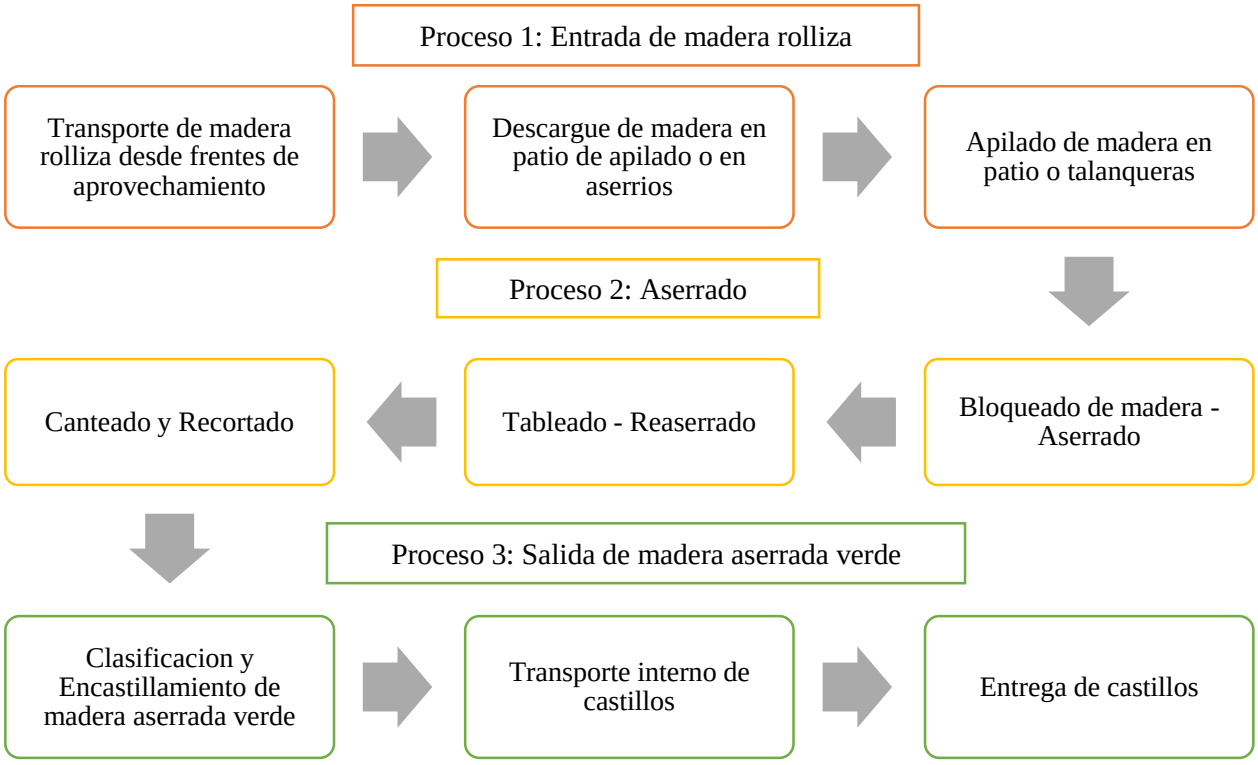
En la Figura 10 está representado el flujo de la madera en la Unidad Industrial del Proyecto La Gloria, iniciando como trozas apeadas en el área de aprovechamiento, pasando por los residuos o mínimos de producción que se originan en el proceso de aserrado para la producción de madera aserrada verde, así como por la madera aserrada seca que terminara su flujo en actividades de moldurado, cepillado o laminado, lo cual le dará su fin comercial.

Figura 10 Flujo de la madera en la Unidad de Industria del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS



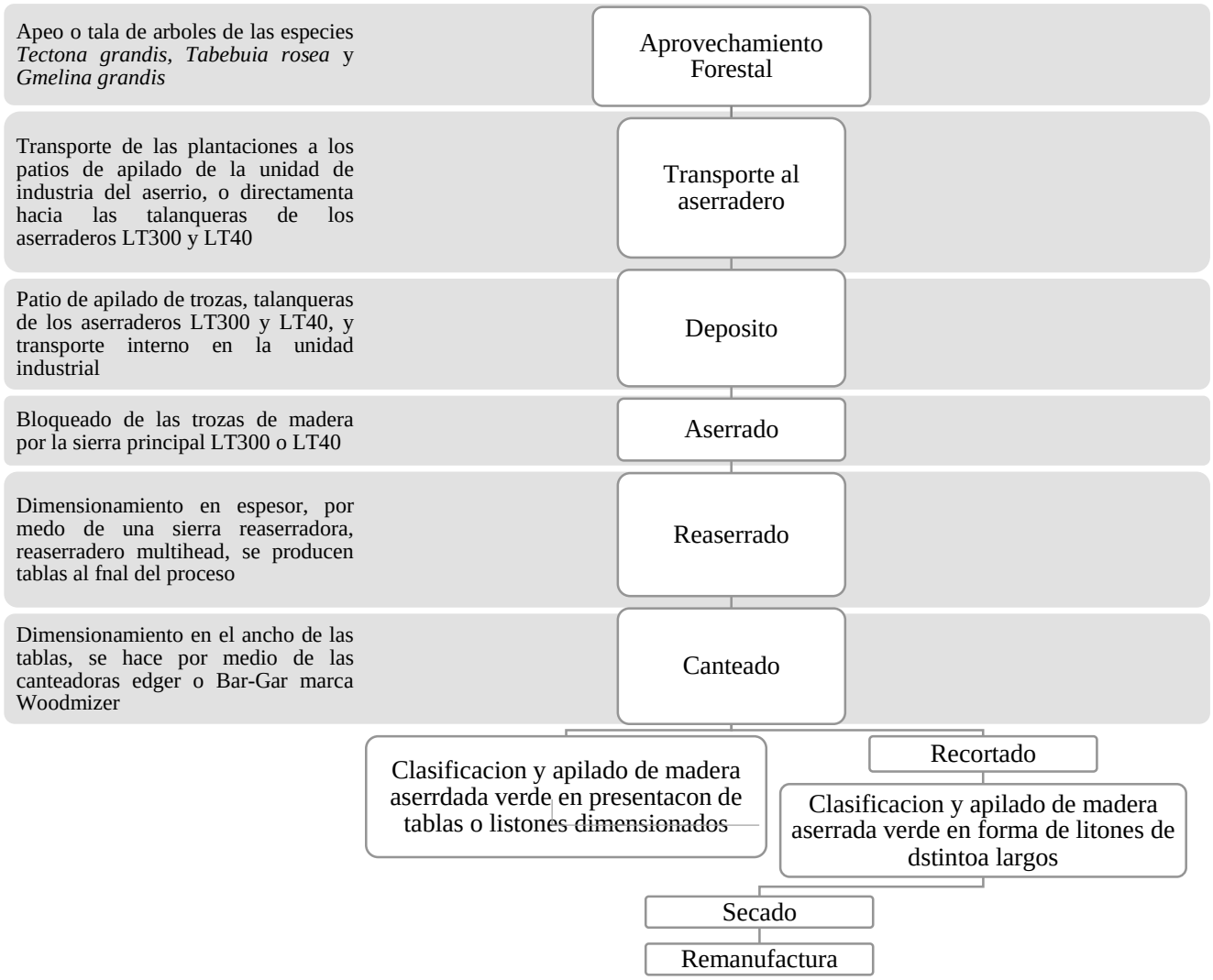
En la Figura 11, se muestran los tres procesos del Área de Aserrío, con el flujo de Actividades principales de cada proceso.

Figura 11 Flujo de Procesos y Actividades en el Aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS



En la Figura 12 se explica de una manera simplificada las actividades de ´procesamiento de la madera que se desarrollan en el área de Aserrío, teniendo en cuenta el antes y después de los procesos intrínsecamente concerniente al mismo.

Figura 12 Flujo de Actividades simplificadas del Aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS



2.1.3.2. Descripción de la frecuencia productiva o lay-out

El Lay-out o distribución de planta por proceso o actividad (Figura 13 y Figura 14) está diseñado con el fin de mostrar cómo están distribuidas las actividades dentro del proceso principal del área de aserrío, el proceso de aserrado, esto teniendo en cuenta la división de trabajo por líneas, y cuáles son las entradas, las salidas y la linealidad de cada una de estas.

Figura 13 Lay-out de la línea 1 y la línea 2 del Aserrío del PLG.

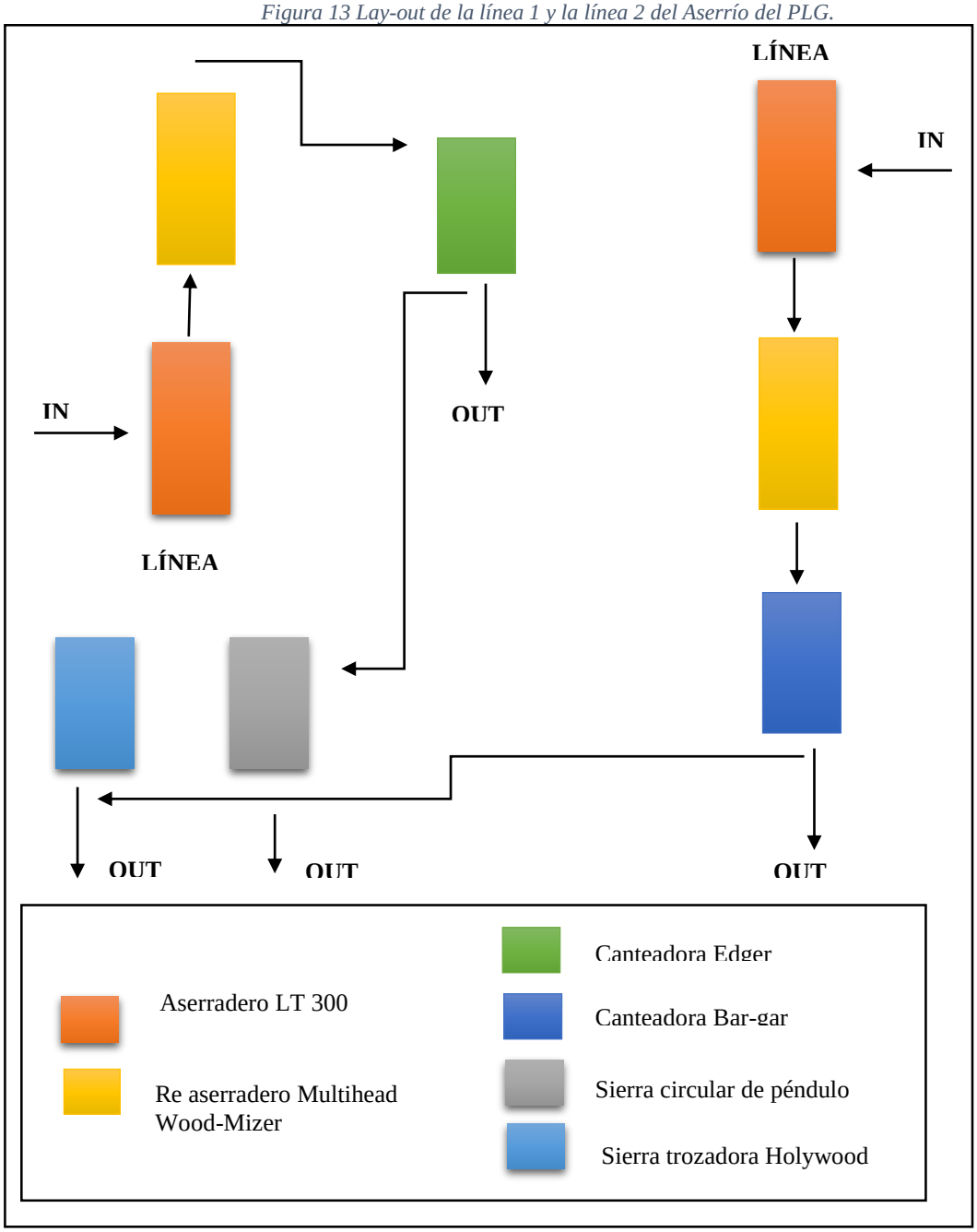
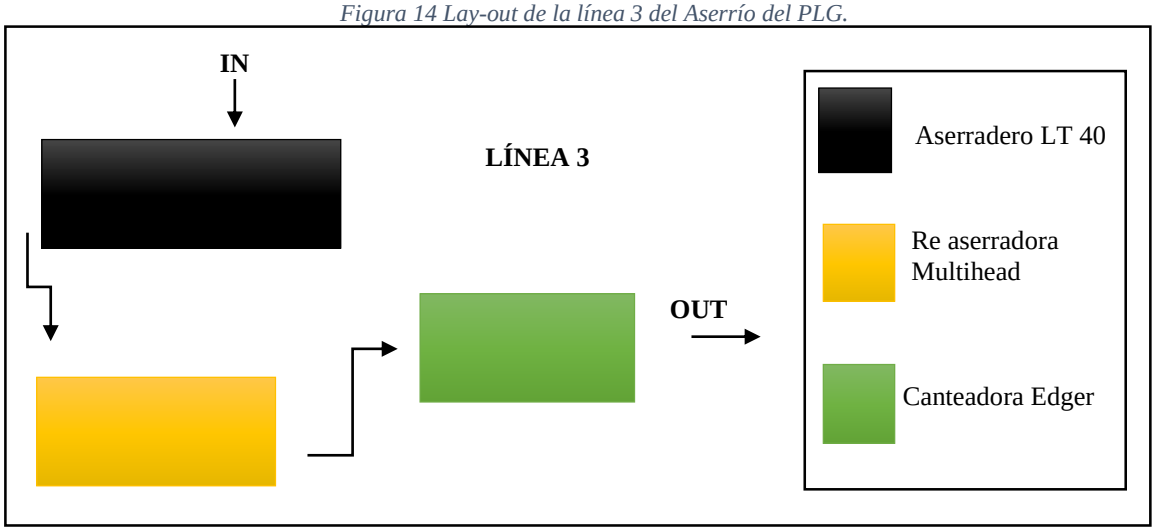


Figura 14 Lay-out de la línea 3 del Aserrío del PLG.



2.1.4. Materia prima

2.1.4.1. Generalidades

La materia prima del aserrío del PLG para el año 2014 era madera en rollo o rolliza de tres especies forestales de plantaciones, las cuales son: *Tabebuia rosea o* Roble (Figura 15), *Tectona grandis* o Teca (Figura 16) y *Gmelina arbórea* o Melina (Figura 17).

Figura 15 Listones de Tabebuia rosea o Roble.



Figura 16 Listones de Tectona grandis o Teca



Figura 17 Madera en rollo de Gmelina arbórea o Melina



T. rosea (Roble) y *G. arbórea* (Melina) son entregadas al área de aserrío en trozas de longitudes de 1, 1,5 y 2 metros, con diámetros entre 12 cm a 40 cm; mientras que *T. grandis* (Teca) es entregada en longitudes variables desde 60 cm hasta 4 m, con circunferencias al centro desde 30 cm hasta 150 cm, sin embargo al Proyecto por precios le es más favorables circunferencias menores a 60 cm.

La calidad de las trozas que entran al proceso productivo del aserrío, son trozas que en su mayoría vienen con defectos en su troncos como bifurcaciones, pudriciones entre otros que afectan la calidad final del producto, así mismo, no son trozas rectas, sino trozas que no tienen una buena conformación, lo que baja la productividad de las mismas; igualmente el diámetro de las trozas no es el adecuado en la búsqueda de una alta producción, puesto que son diámetros mínimos de un promedio de 14 cm, logrando un mayor porcentaje de desperdicio en el proceso de aserrado que porcentaje de producto terminado.

Las afecciones de la madera más frecuente encontradas en las trozas que son entregadas al aserrío son por insectos, colonias de hormigas y termitas, hongos, pudrición interna de los troncos (Figura 18) y bifurcaciones (Figura 19).

Figura 18 Pudriciones presentadas en trozas de T. grandis



Figura 19 Bifurcación presentada en trozas de T. grandis



Mientras que las afecciones que más se encuentran en la madera aserrada verde después de los procesos en el aserrío, ya en el producto final, son medula por alguna o ambas caras, aristas faltantes, presencia de corteza, rajaduras, pudriciones y nudos muertos y vivos; por esto se les hizo entrega a los auxiliares de las Canteadoras y Recortadoras, que es donde se da la clasificación de la madera, un

folleto con los parámetros de calidad de la unidad de aserrío realizado a través de las indicaciones de calidad del área de remanufactura (Anexo 3).

El almacenamiento de las trozas se hace en los patios de apilado los cuales se encuentran alrededor de los edificios de industria, en estos se almacena por pilas por especie (Figura 20), los cuales se encuentran al aire libre, por lo tanto por las características climáticas de la zona las trozas que han sido almacenadas por un largo tiempo se secan lo que hace difícil los procesos de corte desgastando la maquinaria, así como disminuyendo la calidad de las mismas. En tanto al almacenamiento de la madera aserrada verde que es en forma de castillos (Figura 21) se da en la misma área del aserrío, sin embargo el tiempo de almacenamiento no dura más de un día por castillo antes de pasar a los patios de secado en el área del mismo nombre.

Figura 20 Pilas de madera rolliza de Tabebuia rosea (Roble) en los patios de apilado del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS



Figura 21 Castillo de Madera Aserrada Verde en el Aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS



2.1.4.2. Abastecimiento

El abastecimiento de madera rolliza para el aserrío del Proyecto La Gloria, es realizado por el área de Aprovechamiento Forestal de Refocosta., en los distintos frentes de cosecha dentro de las plantaciones de la empresa, en las 7000 ha que conforman el proyecto.

T. rosea (Roble) y *G. arbórea* (Melina) son aprovechadas con maquinaria y personal de Refocosta. En la parte operativa (motosierristas y auxiliares) el personal es contratista, en tanto a los operadores de maquinaria y supervisores de campo estos son directamente contratados por la empresa.

El aprovechamiento de *T. grandis* (Teca) es realizado por PROTEAK, empresa forestal de capital mexicano. Este es ejecutado en lotes de plantaciones de Teca del proyecto con madera en pie de propiedad de PROTEAK. El personal en las labores de aprovechamiento es mixta, en la labor de conteo, inventario y administrativa es de PROTEAK y para labor operativa es contratista. La Teca extraída tiene como destino exportación y aserrío del Proyecto La Gloria.

El trasporte interno en la empresa desde los lotes de aprovechamiento hasta los patios de apilado es realizado por la misma, por medio de dos camiones con capacidades de 7 m^3 y 3,5 m^3 y 2 planchones con capacidades de 2 m^3 cada uno, estos son operados por empleados de planta, y tienen capacidad de realizar 6 viajes diarios entre los lotes y el campamento, así como prestar apoyo en el transporte de patios a talanqueras de los aserraderos.

El cargue en los frentes de aprovechamiento es realizado por un tractor agrícola con tráiler y pluma forestal (Figura 22) el cual es operado por un empleado de planta de la empresa, de igual forma el descargue puede ser realizado por este o por el tecfor trineumatico también operado por un empleado de planta.

Figura 22 Cargue de un camión en lote de aprovechamiento de G. arbórea en Proyecto La Gloria de Refocosta S.A.S.



2.1.4.3. Demanda interna de madera rolliza

La demanda de trozas de madera en el aserrío depende de la producción y la demanda de madera aserrada verde por el área de remanufactura.

El aserrío consume 454,81 m³/mes de madera rolliza (cifra estimada con información entre los meses febrero a abril de 2014) de todas las especies, la cantidad de trozas que son necesarias para satisfacer este volumen varía considerablemente por las características de las especies, ya que el diámetro y la longitud de estas no es constante.

Para los meses de febrero a abril del 2014, de *T. rosea* (Roble) se consumieron 249,82 m³/mes, de *T. grandis* (Teca) 185,78 m³/mes, y de *G. arbórea* (Melina) aproximadamente 50 m³/mes.

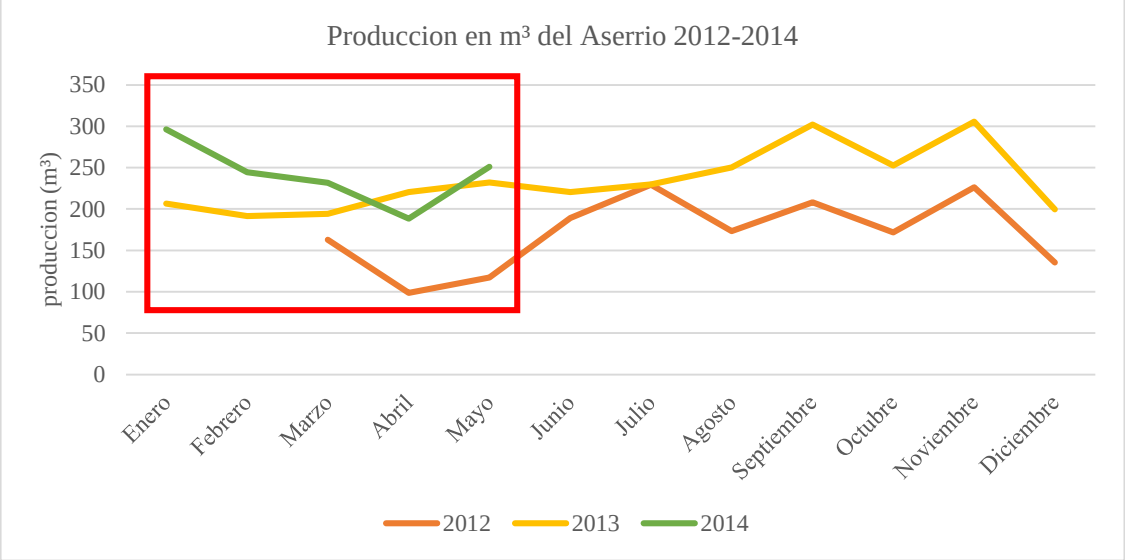
En el aserrío en un año se consume aproximadamente un total de 5000 m³ de madera rolliza de las especies *T. grandis*, *T. rosea* y *G. arbórea.*

2.1.5. Principales indicadores del aserrío

2.1.5.1. Producción en volumen

La producción del aserrío ha sido inconstante entre los años 2012 y 2014, en los primeros meses la producción es de aproximadamente 200 m³/mes, y en los últimos meses del año se presenta un aumento en esta con aproximadamente 250 m³/mes. El mes con la producción más baja es el mes de abril con 150 m³/mes, dado por la temporada de lluvias en la zona del proyecto. Observando los primeros 4 meses del año, se puede decir que en el 2014 aumento significativamente en un 25% a un 48%, de acuerdo a los datos de los años anteriores (Figura 23).

Figura 23 Producción del Aserrío por meses en m³ del Proyecto la Gloria de Refocosta S.A.S. 2012-2014



La producción promedio diaria del aserrío es de 8,83 m³/día entre los meses de febrero a abril del año 2014, por línea de trabajo la producción fue la siguiente para estos meses:

Tabla 1 Producción en m³ de los meses de febrero a abril de 2014 por línea de trabajo para día y hora de trabajo.

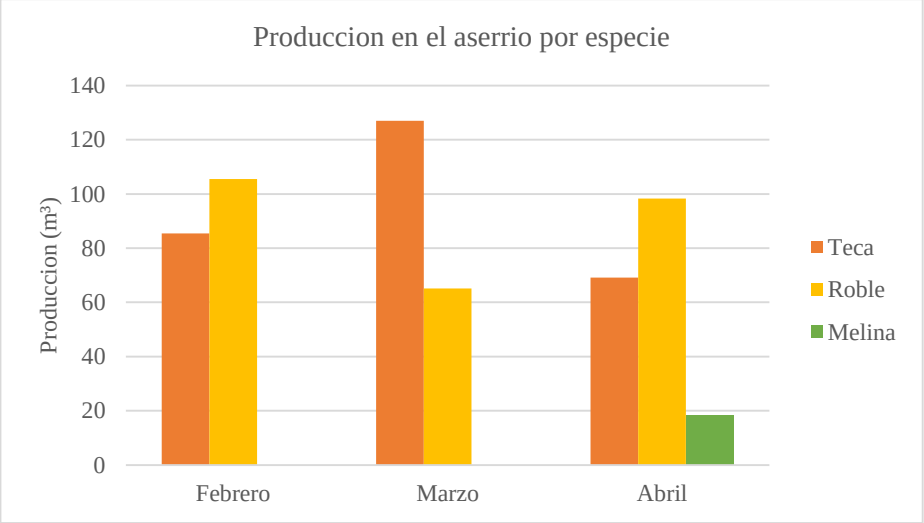
2014		m³/mes	días	m³/día
Febrero	total m³/mes	192,10	22	8,73
	línea 1	54,59	21	2,60
	línea 2	86,29	22	3,92
	línea 3	51,22	20	2,56
Marzo	total m³/mes	192,43	20	9,62
	línea 1	70,16	19	3,69
	línea 2	73,53	20	3,68
	línea 3	48,74	19	2,57
Abril	total m³/mes	186,95	23	8,13
	línea 1	58,07	20	2,90
	línea 2	66,44	21	3,16
	línea 3	62,44	23	2,71

La producción más baja que se presenta es la de la línea 3, la cual tiene unas condiciones distintas en tanto a la maquinaria, donde los rendimientos de esta son menores como se podrá ver en el ítem 2.1.6, la que le sigue es la línea 1, esto dado a que esta línea en los meses de febrero a abril tuvo como producto final listones para pisos, los cuales por sus características (dimensiones de los listones: 150 mm de espesor, 800 y 600 mm de ancho, 1500 a 3000 mm de longitud) hacían que la productividad de la línea fuera mucho menor, por lo tanto su producción en m³ también lo fuera.

2.1.5.2. Producción por especie

La producción del aserrío del Proyecto La Gloria está centrada en tres especies forestales, *Tabebuia rosea* (Roble), *Tectona grandis* (Teca) y *Gmelina arbórea* (Melina); el Roble y la Teca son las de mayor uso para las operaciones y productos de la unidad por lo tanto la producción se basa principalmente en sacar productos de estas. En los meses de febrero y marzo la producción se basó en Roble y Teca, en donde se observó que con Roble hubo una producción de 105,47 m³ y 65 m³ respectivamente, mientras que en Teca fue de 85,45 m³ y 127 m³ respectivamente. Para el mes de abril se tuvo una producción de 98,34 m³ para Roble, 69,18 m³ para Teca y 18,15 m³ para Melina; esta disminución se dio por falta de abastecimiento de materia prima en el mes así como de fallas eléctricas en el mismo, lo cual redujo considerablemente la productividad de estas especias.

Figura 24 Producción en el aserrío durante los meses de febrero a abril de 2014 por especies



2.1.5.3. Destino de la producción

El destino de la producción de la unidad del aserrío del Proyecto La Gloria es en el mercado interno de Refocosta, en la unidad de remanufactura del Proyecto. Sin embargo, los productos ya más elaborados, tienen destino en mercados internos del país como construcción, muebles, ferreterías, otras empresas madereras, entre otras, además de compradores individuales.

En tanto al producto final por especie en los meses de febrero a abril del 2014 en el área de aserrío, tenemos:

Figura 25 Producto final de la madera aserrada verde de Teca en Febrero de 2014

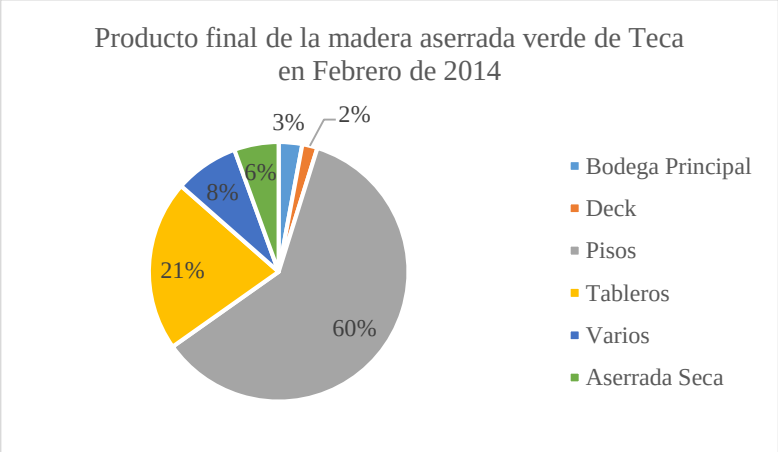


Figura 26 Producto final de la madera aserrada verde de Teca en Marzo de 2014

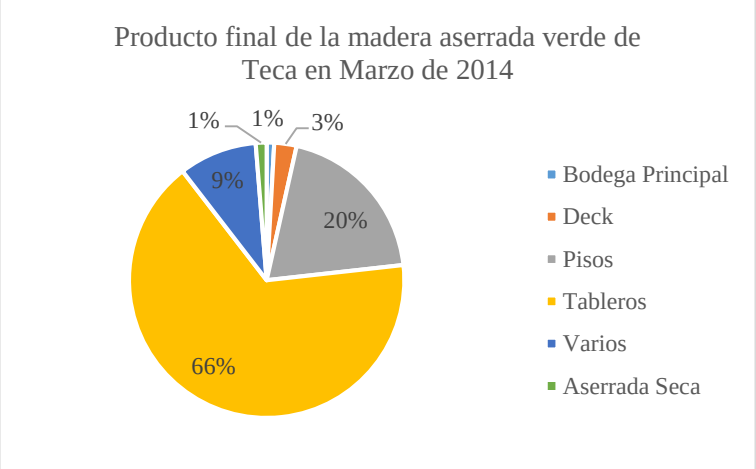


Figura 27 Producto final de la madera aserrada verde de Teca en Abril de 2014

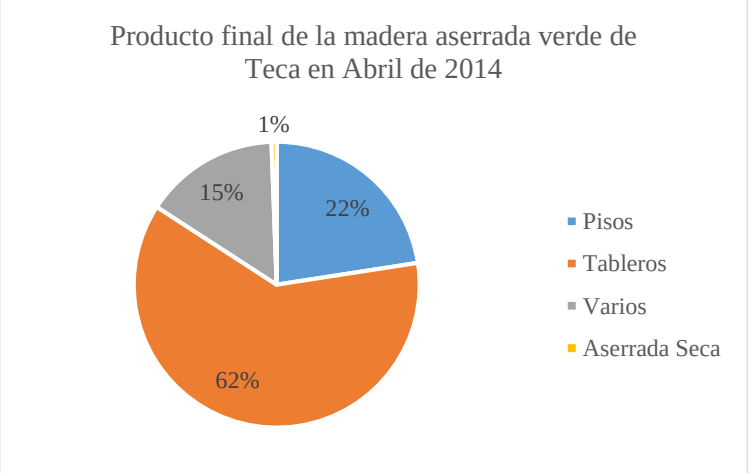


Figura 28 Producto final de la madera aserrada verde de Roble entre los meses de Febrero a Abril de 2014

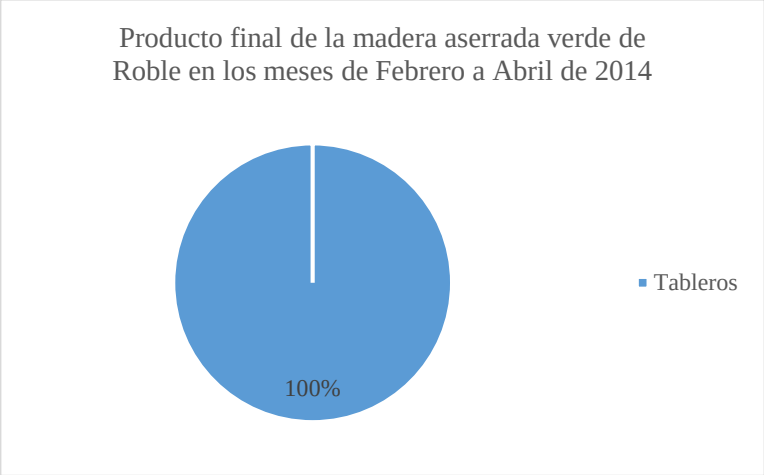
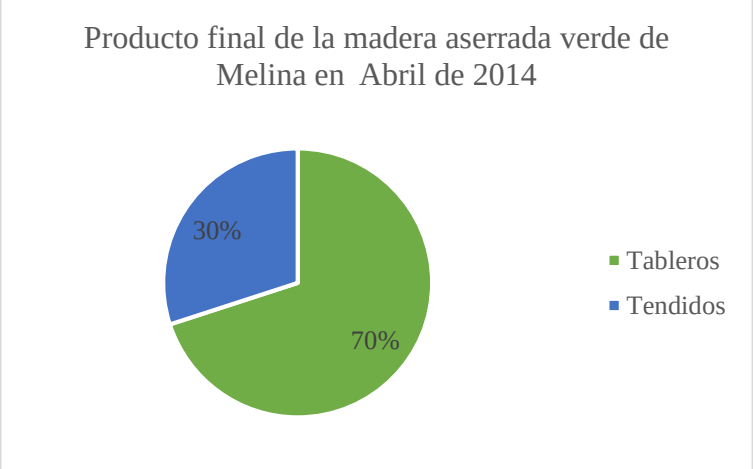


Figura 29 Producto final de la madera aserrada verde de Melina en Abril de 2014

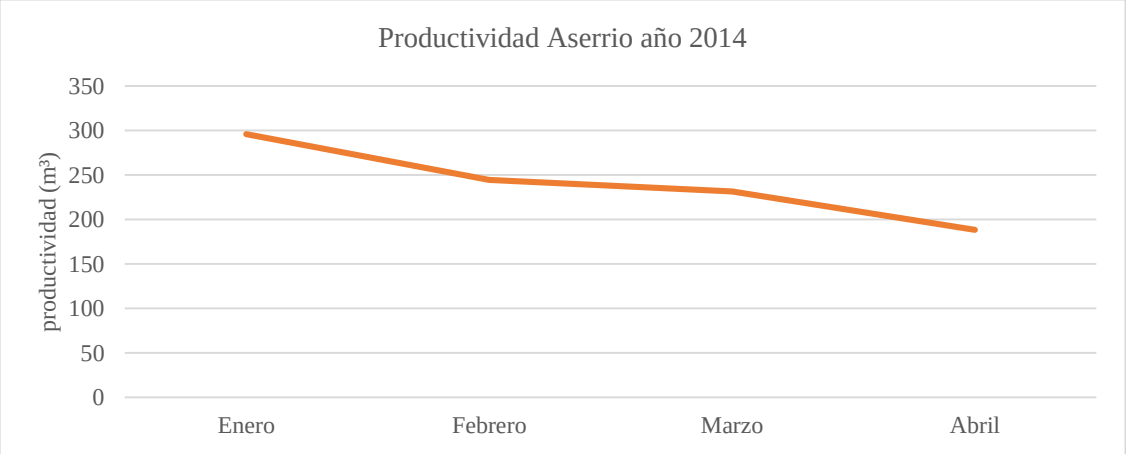


Teniendo en cuenta las gráficas anteriores la producción del aserrío entre los meses de febrero a mayo de 2014 está destinada a la producción de listones para tableros de Teca en un 49,6%, tableros de Roble en 100% y tableros de Melina en una 70%. En Teca se observa gran variedad de productos además de los tableros como son los Pisos (34% de la producción), Deck (2,5%), y Aserrada Seca (4%) para los mismos meses del 2014. Para Melina además de la producción de listones para Tableros el 30% de la producción va dirigida a listones para la producción de Tendidos de cama.

2.1.5.4. Productividad

El aserrío del Proyecto La Gloria tiene una producción media de 210,7 m³/mes desde el mes de enero del 2012 hasta el mes de abril de 2014. En el año 2014 la producción media fue de 240 m³/mes, con una caída de producción para el mes de abril (Figura 30) debido a causas externas del área, como fue la temporada de lluvias, y la falta de materia prima.

Figura 30 Productividad del Aserrío del Proyecto La Gloria en el año 2014 meses de enero a abril.



En tanto a su productividad media, es de 5,3 m³/empleado/mes para los meses de enero a abril del año 2014, teniendo en cuenta el personal completo de 45 empleados, mientras que la productividad física media es de 4,78 m³/empleado/mes para los años 2012 a 2014 teniendo en cuenta un promedio de empleados activos en el aserrío entre operadores y auxiliares de 44, y de 59,75 m³/empleado/año con una producción promedio entre el 2012 y el 2014 de 2629,75 m³/año.

La productividad del aserrío para los meses de febrero a abril de 2014 fue de 0,92 m³/hora, con 8,832 m³/día entre las tres líneas de trabajo. La línea 1 tuvo una productividad media entre estos meses de 0,32 m³/hora, la línea 2 de 0,37 m³/hora, y la línea 3 de 0,27 m³/hora.

Tabla 2 Productividad del aserrío del Proyecto La Gloria entre los meses de Febrero a Abril de 2014

2014		horas/día	Productividad (m³/hora/línea)	Productividad (m³/hora/aserrío)
Febrero	línea 1	9,6	0,27	0,95
	línea 2	9,6	0,41	
	línea 3	9,6	0,27	
Marzo	línea 1	9,6	0,38	1,03
	línea 2	9,6	0,38	
	línea 3	9,6	0,27	
Abril	línea 1	9,6	0,30	0,91
	línea 2	9,6	0,33	
	línea 3	9,6	0,28	

2.1.5.5. Rendimiento del aserrío o coeficiente de aserrío o aprovechamiento (*ca*)

El rendimiento o coeficiente de aserrío en el área para materia prima durante los años 2012 a mayo de 2014 corresponde para tableros a 34% para roble (*Tabebuia rosea*), 43% para teca (*Tectona grandis*) y 86% para melina (*Gmelina arbórea*), mientras que para pisos de teca es de 19%, al final de los procesos productivos; sin embargo para roble, durante los meses de febrero a abril de 2014, se mantuvo con coeficiente de aserrío de aproximadamente 43% diario para materia prima de tableros,

para teca un 45% diario para materia prima para tableros, y un 36% diario aproximado para materia prima de pisos, mientras que para melina se mantuvo un 48% diario de coeficiente de aserrío para materia prima de tableros y tendidos.

Por medio de los coeficientes de aserrío obtenidos, así como por las observaciones de la calidad de las trozas como materia prima para el área, podemos determinar que la variable de calidad afecta directamente el aprovechamiento y la cantidad de desperdicios que se produzcan[18], y que para poder aumentar el volumen de madera aserrada verde se debe mejorar la calidad de la materia prima en el aserrío.

2.1.5.6. Ocupación

La mano de obra del aserrío del Proyecto La Gloria está constituida por personal con experiencia en manejo de maquinaria de aserrío y ayudantes o auxiliares con experiencia en los procesos básicos de las actividades del mismo. El personal consta de operarios de maquinaria (operario de LT 300, LT 40, Multihead, Canteadora Edger y Bar-Gar, y recortadoras de disco e hidráulica), auxiliares de máquina, operario de tractor, operario de tecfor trineumatico, operario de montacargas, coordinadores y afilador; en total por 42 personas.

El personal de la unidad está constituido por hombres, de edades entre 18 y 50 años, con educación entre primaria y bachillerato, con experiencia en la empresa de 2 a 15 años, con familias estables, que viven en el municipio de Sabanas de San Ángel en los corregimientos de Monterrubio en su mayoría, en el Pueblito de los Barrios y en el Manantial.

2.1.6. Maquinaria

La maquinaria utilizada en los procesos del aserrío es la siguiente:

2.1.6.1. Aserradero LT 300

El aserradero LT 300 marca Woodmizer es utilizado para el escuadrado de madera rolliza, en el cual se realiza el primer proceso en la madera en el aserrío, o sea el de bloqueado de las trozas de madera, aunque en casos especiales también puede sacar tablas. Tiene característica única de control de crucero que cambia la velocidad para producción máxima. La opción de sistema de levantar troncos (pisos de tronco, cinta transportadora inclinada, y mesa de transferencia) hace fácil de integrar este aserradero en su lugar (Woodmizer, 2014).

El rendimiento de este aserradero es de 16-24 trozas/hora o 1,71 m³/hora.

[18] Óp. cit., Zavala et al. P 44

Figura 31 Aserradero LT 300 Línea 2 Aserrío PLG



2.1.6.2. Aserradero LT 40

El aserradero LT 40 marca Woodmizer es un aserradero portátil adaptado a la línea 3 de trabajo, en el cual se realiza la primera operación de aserrado, bloqueando las trozas de madera entrantes.

El rendimiento de este aserradero es de 0,86 m³/ hora o 19 trozas/hora.

Figura 32 Aserradero LT40 línea 3 Aserrío PLG



2.1.6.3. Re aserradero Multihead

El re aserradero Multihead o Multicabezas marca Woodmizer es un aserradero de 4 cabezales o 3 cabezales que dimensionan en espesor bloques de madera dando como producto tablas del espesor pedido, este es el segundo proceso en el aserrío del PLG.

El rendimiento de este re aserradero es de 0,52 m³/hora o 4,1 ml/min.

Figura 33 Re aserradero Multihead de 4 Cabezales Línea 2 Aserrío PLG



2.1.6.4. Canteadora Edger Woodmizer

La Canteadora Edger marca Woodmizer es una maquina rápida y eficiente, que dimensiona a lo ancho las tablas entrantes, dándoles un acabado de calidad, suministrándonos listones listos para secar. Su funcionamiento depende de que una sierra permanezca inmóvil mientras el operario mueve la otra con una palanca para ajustar el ancho del corte necesitado, logrando que las tablas ásperas y con cortezas en los bordes van a un lado, y las cuadradas y con bordes limpios salen por el otro (Woodmizer, 2014).

El rendimiento de esta Canteadora es de 18,89 ml/min.

Figura 34 Canteadora Edger línea 1 Aserrío PLG



2.1.6.5. Canteadora Bar-Gar

La Canteadora múltiple marca Bar-Gar es una maquina rápida, eficiente, equipada con cadenas dentadas inferiores y 4 rodillos matrices en la alimentación, con regulación de avance mediante variador de frecuencia, con panel de mando con arrancadores y movimiento eléctrico de sierra circular móvil (Bar-Gar, s.L, 2014).

El rendimiento de esta Canteadora es de 19,6 ml/min.

Figura 35 Canteadora Bar-Gar línea 2 Aserrío PLG



2.1.6.6. Sierra trozadora Holywood

Esta sierra Marca Hollywood nos dimensiona el largo de las tablas o listones que salen después del proceso de canteado; esta sierra es automática, rápida, eficiente y segura para el operario.

Figura 36 Sierra trozadora Holywood línea 2 Aserrío PLG



2.1.6.7. Recortadora de Disco de Sierra- Sierra Circular de Péndulo

Esta sierra circular de péndulo marca INVICTA referencia CT600, es utilizada para dimensionar a los largo los listones que salen del proceso de canteado y deben ser reclasificados por afecciones en su puntas o a su largo.

Figura 37 Sierra circular de péndulo línea 1 Aserrío PLG



2.1.6.8. Taller de afilado

El cuarto de afilado es operado por un solo operario capacitado para esta labor, logrando un trabajo confiable, eficaz y rápido.

Este cuarto está compuesto por dos afiladoras para cintas (Figura 38 y Figura 40), dependiendo del ancho de la misma, un afilador universal, un maquina manual de trabado, y un depósito de insumos, como aceites entre otros.

El rendimiento de afilado por cada cinta, teniendo en cuenta el trabado de las mismas, es de 20 min/cinta.

Figura 38 Afilador Universal de Hojas de Sierra Cinta



Figura 39 Máquinas para afilar cintas en el cuarto de afilado del Aserrío del PLG



Figura 40 Afilador de hojas de sierra cinta



2.1.7. Estado tecnológico de la industria del aserrío

2.1.7.1. Capacidad máxima de producción de madera aserrada verde

Para conocer la capacidad de producción del aserrío se debe conocer los tiempos y rendimientos de la maquinara que es esencial en los procesos del mismo, esta maquinaria son los aserraderos LT 300 y LT 40 y los re aserraderos Multihead, estos datos se tomaron durante los meses de marzo a mayo del 2014 mediante planillas de Control de Tiempos entregadas a los operarios de cada máquina (Anexo 2).

2.1.7.1.1. Tiempos y rendimientos de los aserraderos LT 300 y LT 40

2.1.7.1.1.1. Tiempos Aserradero LT 300

Tabla 3 Tiempos del aserradero LT 300 en los meses de Marzo a Mayo de 2014

LT 300	Marzo		Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%	horas	%
Tiempo total/Turno	9,6	100%	9,6	100%	9,6	100%
Tiempo productivo	5,81	61%	4,98	52%	4,94	52%
Tiempos muertos	3,74	39%	4,66	48%	4,63	48%

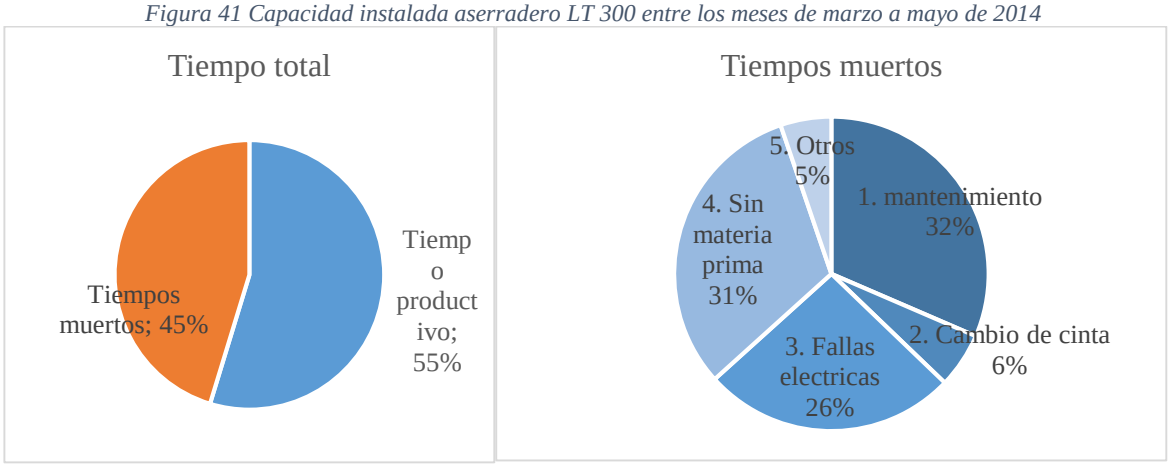
LT 300	Marzo		Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%	horas	%
1. Mantenimiento	1,06	28%	1,70	36%	1,39	30%
2. Cambio de cinta	0,24	6%	0,17	4%	0,20	4%
3. Fallas eléctricas	1,02	27%	1,38	30%	1,04	23%
4. Sin materia prima	1,42	38%	1,41	30%	1,31	28%
5. Otros	0	0%	0,00	0%	0,69	15%

Tabla 4 Tiempos promedios del aserradero LT 300 en los meses de Marzo a Mayo de 2014

LT 300	Promedio	
	horas	%
Tiempo total/Turno	9,6	100%
Tiempo productivo	5,24	55%
Tiempos muertos	4,39	45%

LT 300	Promedio	
	horas	%
1. Mantenimiento	1,38	31%
2. Cambio de cinta	0,25	6%
3. Fallas eléctricas	1,15	26%
4. Sin materia prima	1,38	31%
5. Otros	0,23	5%

Figura 41 Capacidad instalada aserradero LT 300 entre los meses de marzo a mayo de 2014



El tiempo total de uso posible en la jornada laboral del aserradero LT 300 es de 9,6 horas (Figura 41), en donde el 55% es de tiempo productivo (5,24 horas) y el restante 45% (4,39 horas) es de tiempos muertos; los tiempos muertos tenidos en cuenta son los de mantenimiento (32%), cambios de cinta (6%), tiempos sin energía eléctrica (26%), sin materia prima (31%) y otros como reuniones y descansos (5%).

2.1.7.1.1.2. Rendimientos Aserradero LT 300

Tabla 5 Rendimiento del aserradero LT 300 en los meses de Marzo a Mayo de 2014

LT 300	Marzo	Abril	Mayo
promedio m³ aserrados	8,05	6,91	10,45
rendimiento (m³/hora)	0,84	0,72	1,09
Tiempo total/Turno (horas)	9,6	9,6	9,6

Tabla 6 Rendimiento promedio del aserradero LT 300 entre los meses de Marzo a Mayo de 2014

LT 300	Promedio
promedio m³ aserrados	8,47
rendimiento (m³/hora)	0,88
Tiempo total/Turno (horas)	9,6

El rendimiento del Aserradero LT 300 es de 0,88 m^3/hora (*Tabla 6*), con un promedio por turno de 8,47 m^3/día, de 169,4 m^3/mes y en el año de 2032,8 m^3/año.

2.1.7.1.1.3. Tiempos Aserradero LT 40

Tabla 7 Tiempos del aserradero LT 40 en los meses de Marzo a Mayo de 2014

LT 40	Marzo		Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%	horas	%
Tiempo total/Turno	9,6	100%	9,6	100%	9,6	100%
Tiempo productivo	6,7	70%	7,06	73%	5,83	60%
Tiempos muertos	2,86	30%	2,57	27%	3,81	40%

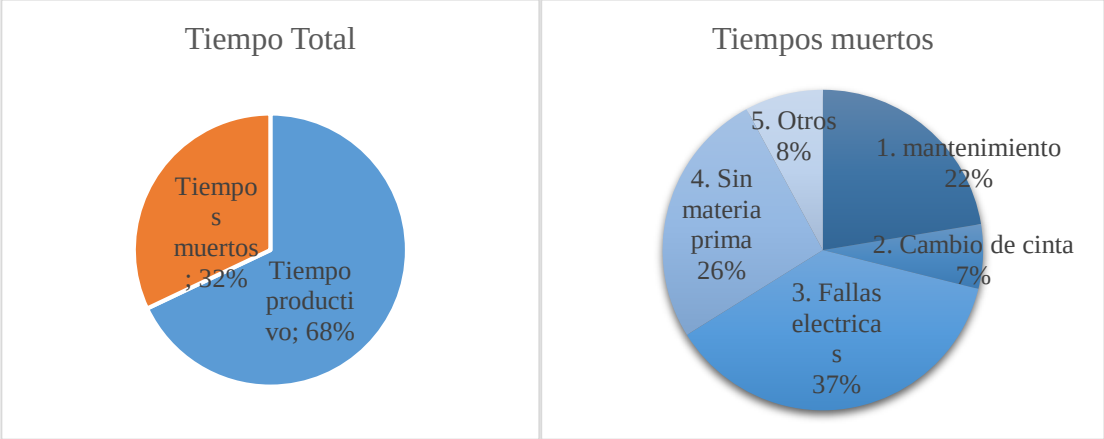
LT 40	Marzo		Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%	horas	%
1. Mantenimiento	1,02	36%	0,3	12%	0,7	19%
2. Cambio de cinta	0,13	5%	0,2	7%	0,3	8%
3. Fallas eléctricas	1,02	36%	1,38	54%	1	27%
4. Sin materia prima	0,69	24%	0,7	27%	1	27%
5. Otros	0	0%	0	0%	0,7	19%

Tabla 8 Tiempos promedio del aserradero LT 40 en los meses de Marzo a Mayo de 2014

LT 40	Promedio	
	horas	%
Tiempo total/Turno	9,6	100%
Tiempo productivo	6,53	68%
Tiempos muertos	3,08	32%

LT 40	Promedio	
	horas	%
1. Mantenimiento	0,69	22%
2. Cambio de cinta	0,20	6%
3. Fallas eléctricas	1,15	37%
4. Sin materia prima	0,80	26%
5. Otros	0,24	8%

Figura 42 Capacidad instalada aserradero LT 40 entre los meses de marzo a mayo de 2014



El tiempo total de uso posible en la jornada laboral del aserradero LT 40 es de 9,6 horas/día (Figura 42), de las cuales el tiempo productivo es de 6,53 horas (88%) y los tiempos muertos son de 3,08 horas (12%); de los tiempos muertos tenemos el de mantenimiento (22%), cambio de cintas (6%), sin energía eléctrica (37%), sin materia prima (26%) y otros como reuniones, aseo (8%).

2.1.7.1.1.4. Rendimientos Aserradero LT 40

Tabla 9 Rendimiento del aserradero LT 40 en los meses de Marzo a Mayo de 2014

LT 40	Marzo	Abril	Mayo
promedio m³ aserrados	5,16	5,92	6,36
rendimiento (m³/hora)	0,54	0,617	0,66
Tiempo total/Turno (horas)	9,6	9,6	9,6

Tabla 10 Rendimiento promedio del aserradero LT 40 entre los meses de Marzo a Mayo de 2014

LT 40	Promedio
promedio m³ aserrados	5,81
rendimiento (m³/hora)	0,61
Tiempo total/Turno (horas)	9,6

El rendimiento del Aserradero LT 40 es de 0,88 m^3/hora (*Tabla 10*), con un promedio por turno de 5,81 m^3/día, de 116,2 m^3/mes y en el año de 1394,4 m^3/año.

2.1.7.1.2. Rendimiento de aserrado de trozas en los Aserraderos LT 300 y LT 40

2.1.7.1.2.1. Aserraderos LT 300

En el aserradero LT 300 se procesa primordialmente dos especies forestales, Roble (*Tabebuia rosea*) y Teca (*Tectona grandis*), las cuales llegan como madera rolliza de longitudes y diámetros variables, sin embargo, se promedió la longitud de estas para poder observar y analizar los tiempos del proceso de cada troza, así mismo se descartó la variable diámetro por ser tan inconstante.

Para roble en aserradero LT 300 tenemos:

Tabla 11 Tiempos de las operaciones en la actividad de dimensionado de T. rosea de longitud 2 metros en el aserradero LT 300

Operaciones	Tiempo (min)
Cargue maquina	00:21
Ajuste maquina pre corte inicial	00:10
Corte inicial	00:11
Ajuste maquina pre retroceso	00:03
Retroceso	00:04
Ajuste troza	00:12
Ajuste maquina	00:04
Corte	00:13
Ajuste maquina pre retroceso	00:06
Retroceso	00:04
Ajuste troza	00:16
Ajuste maquina	00:11
Corte	00:24
Ajuste maquina pre retroceso	00:08
Retroceso	00:04
Tiempo Total	02:33

Según la *Tabla 11* se puede concluir que en una hora se podrán aserrar 24 trozas teniendo una troza control de 2 m de longitud.

Para Teca en aserradero LT 300 tenemos:

Tabla 12 Tiempos de las operaciones en la actividad de dimensionado de T. grandis de longitud 2,2 metros en el aserradero LT 300

Operaciones	Tiempo (min)
Cargue maquina	00:37
Ajuste maquina pre corte inicial	00:10
Corte inicial	00:15
Ajuste maquina pre retroceso	00:06
Retroceso	00:07
Ajuste troza	00:19
Ajuste maquina	00:07
Corte	00:14
Ajuste maquina pre retroceso	00:04
Retroceso	00:06
Ajuste troza	00:17
Ajuste maquina	00:06

Corte	00:12
Ajuste maquina pre retroceso	00:04
Retroceso	00:07
Ajuste troza	00:17
Ajuste maquina	00:08
Corte	00:14
Ajuste maquina pre retroceso	00:08
Retroceso y transporte de madera	00:05
Tiempo Total	03:50

Según la Tabla 12 para Teca con un promedio de longitud de 2,2 m (troza control) en una hora se aserrarían 16 trozas.

2.1.7.1.2.2. Aserraderos LT 40

En el aserradero LT 40 se procesan trozas de Roble (*Tabebuia rosea*) las cuales no varían tanto en longitudes ni diámetros, pero sin embargo se promedió la longitud para obtener algo más general en tanto al tiempo de aserrado de un numero de trozas por hora, así mismo, como se hizo con el aserradero LT 300 se descartó los diámetros por la variabilidad de los mismos.

Entonces para Roble tenemos:

Tabla 13 Tiempos de las operaciones en la actividad de dimensionado de T. rosea con longitudes de 2 metros en el aserradero LT 40

Operaciones	**Tiempo (min)**
Ajuste troza	00:26
Ajuste maquina	00:14
Corte	00:09
Ajuste maquina	00:05
Retroceso	00:05
Ajuste troza	00:15
Ajuste maquina	00:14
Corte	00:11
Ajuste maquina	00:06
Retroceso	00:05
Ajuste troza	00:27
Ajuste maquina	00:09
Corte	00:10
Ajuste maquina	00:07
Retroceso	00:05
Transporte a Multihead	00:24
Tiempo total	03:15

Según la Tabla 13 para Roble con un promedio de longitud de 2 m (troza control) en una hora se aserrarían 19 trozas.

2.1.7.1.3. Tiempos y rendimientos del re aserradero Multihead

2.1.7.1.3.1. Tiempos del re aserradero Multihead

Tabla 14 Tiempos del re aserradero Multihead de 4 cabezales en los meses de Abril y Mayo de 2014

Multihead 4 cabezales	Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%
Tiempo total/Turno	9,6	100%	9,6	100%
Tiempo productivo	5,27	71%	5,07	70%
Tiempos muertos	4,3	29%	4,48	30%

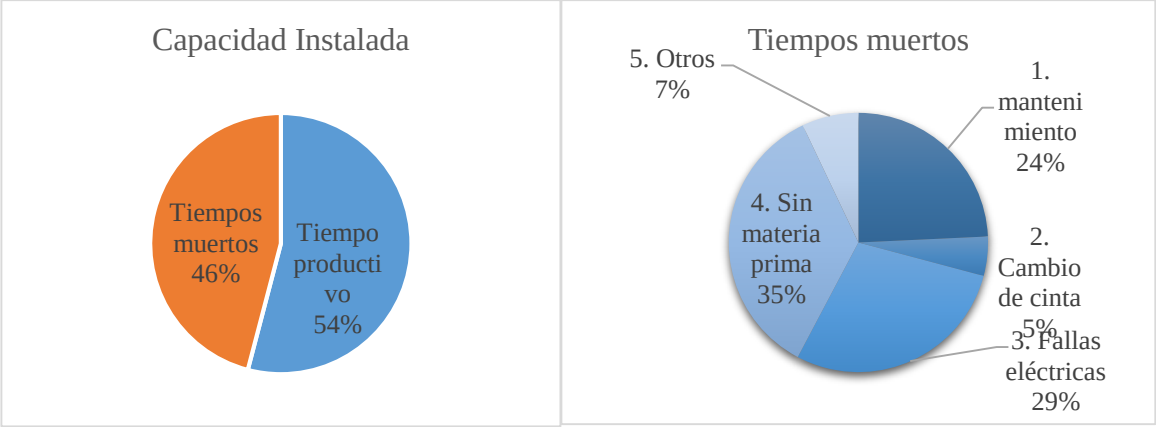
Multihead 4 cabezales	Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%
1. Mantenimiento	1,15	27%	0,98	22%
2. Cambio de cinta	0,38	9%	0,05	1%
3. Fallas eléctricas	1,45	34%	1,06	24%
4. Sin materia prima	1,32	31%	1,77	40%
5. Otros	0	0%	0,62	14%

Tabla 15 Tiempos promedio del re aserradero Multihead de 4 cabezales en los meses de Abril y Mayo de 2014

Multihead 4 cabezales	Promedio	
	horas	%
Tiempo total/Turno	9,6	100%
Tiempo productivo	5,17	54%
Tiempos muertos	4,39	46%

Multihead 4 cabezales	Promedio	
	horas	%
1. Mantenimiento	1,07	24%
2. Cambio de cinta	0,22	5%
3. Fallas eléctricas	1,26	29%
4. Sin materia prima	1,55	35%
5. Otros	0,31	7%

Figura 43 Capacidad instalada de los meses de Abril y Mayo de 2014 del re aserradero Multihead de 4 cabezales



El tiempo total de uso por día (turno laboral) del re aserradero Multihead de 4 cabezales es de 9,6 horas (*Figura 43*), de las cuales 5,17 horas (54%) son de tiempo productivo y 4,39 horas (46%) de tiempos muertos; de estos tiempos muertos tenemos que el 24% es de mantenimiento, 5% por cambio

de cintas, 29% por fallas de energía eléctrica, 35% por falta de materia prima, y 7% por otras actividades, reuniones, aseo entre otros.

Tabla 16 Tiempos del re aserradero Multihead de 3 cabezales en los meses de Abril y Mayo de 2014

Multihead 3 cabezales	Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%
Tiempo total/Turno	9,6	100%	9,6	100%
Tiempo productivo	5,58	58%	4,97	52%
Tiempos muertos	3,97	42%	4,64	48%

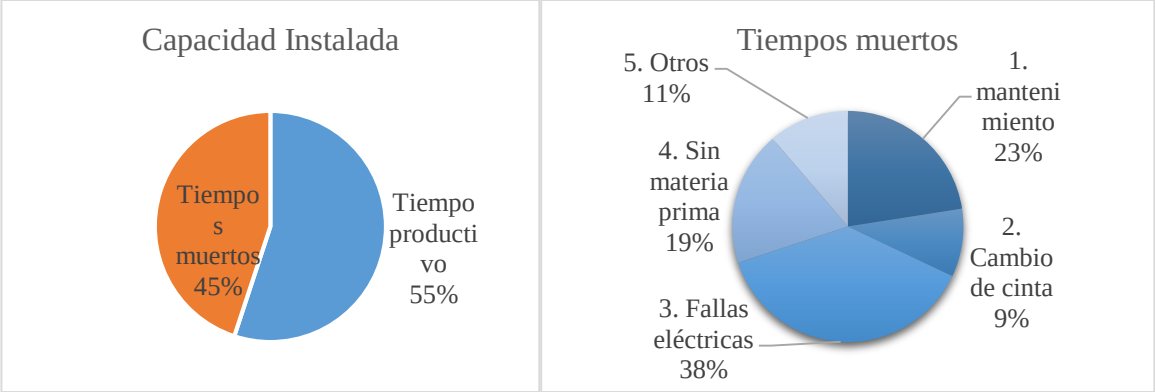
Multihead 3 cabezales	Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%
1. Mantenimiento	0,91	23%	1,03	22%
2. Cambio de cinta	0,65	16%	0,17	4%
3. Fallas eléctricas	1,91	48%	1,35	29%
4. Sin materia prima	0,5	13%	1,12	24%
5. Otros	0	0%	0,97	21%

Tabla 17 Tiempos promedio del re aserradero Multihead de 3 cabezales en los meses de Abril y Mayo de 2014

Multihead 3 cabezales	Promedio	
	horas	%
Tiempo total/Turno	9,6	100%
Tiempo productivo	5,28	55%
Tiempos muertos	4,31	45%

Multihead 3 cabezales	Promedio	
	horas	%
1. Mantenimiento	0,97	23%
2. Cambio de cinta	0,41	10%
3. Fallas eléctricas	1,63	38%
4. Sin materia prima	0,81	19%
5. Otros	0,485	11%

Figura 44 Capacidad instalada de los meses de Abril y Mayo de 2014 del re aserradero Multihead de 3 cabezales



En tanto al re aserradero Multihead de 3 cabezales el tiempo por turno es de 9,6 horas (Figura 44), de las cuales 5,28 horas (55%) son de tiempo productivo y 4,31 horas (45%) de tiempos muertos; de estos tenemos que el 23% es de mantenimiento, 10% por cambio de cintas, 38% por fallas de energía eléctrica, 19% por falta de materia prima, y 11% por otras actividades, reuniones, aseo entre otros.

2.1.7.1.3.2. Rendimientos del re aserradero Multihead

Tabla 18 Rendimiento del re aserradero Multihead de 4 cabezales en los meses de Abril a Mayo de 2014

Multihead 4 cabezales	Abril	Mayo
promedio m³ aserrados	6,08	8,85
rendimiento (m³/hora)	0,63	0,92
Tiempo total/Turno (horas)	9,6	9,6

Tabla 19 Rendimiento promedio del re aserradero Multihead de 4 cabezales en los meses de Abril a Mayo de 2014

Multihead 4 cabezales	Promedio
promedio m³ aserrados	7,47
rendimiento (m³/hora)	0,78
Tiempo total/Turno (horas)	9,6

El rendimiento del re aserradero Multihead de 4 cabezales es de 0,78 m^3/hora (*Tabla 19*), con un promedio por turno de 7,47 m^3/día, de 149,4 m^3/mes y en el año de 1792,8 m^3/año.

Tabla 20 Rendimiento del re aserradero Multihead de 3 cabezales en los meses de Abril a Mayo de 2014

Multihead 3 cabezales	Abril	Mayo
promedio m³ aserrados	5,34	5,18
rendimiento (m³/hora)	0,56	0,54
Tiempo total/Turno (horas)	9,6	9,6

Tabla 21 Rendimiento promedio del re aserradero Multihead de 3 cabezales en los meses de Abril a Mayo de 2014

Multihead 3 cabezales	Promedio
promedio m³ aserrados	5,26
rendimiento (m³/hora)	0,55
Tiempo total/Turno (horas)	9,6

El rendimiento del re aserradero Multihead de 3 cabezales es de 0,55 m^3/hora (Tabla 21), con un promedio por turno de 5,26 m^3/día, de 105,2 m^3/mes y en el año de 1262,4 m^3/año.

2.1.7.1.4. Tiempos en las Canteadoras Edger y Bar-gar

Tabla 22 Tiempos de la Canteadora Edger en los meses de Marzo a Mayo de 2014

Canteadora Edger	Marzo		Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%	horas	%
Tiempo total/turno	9,6	100%	9,6	100%	9,6	100%
Tiempo productivo	6,03	63%	5,59	58%	5,25	55%
Tiempo muerto	3,57	37%	4,01	42%	4,3	45%

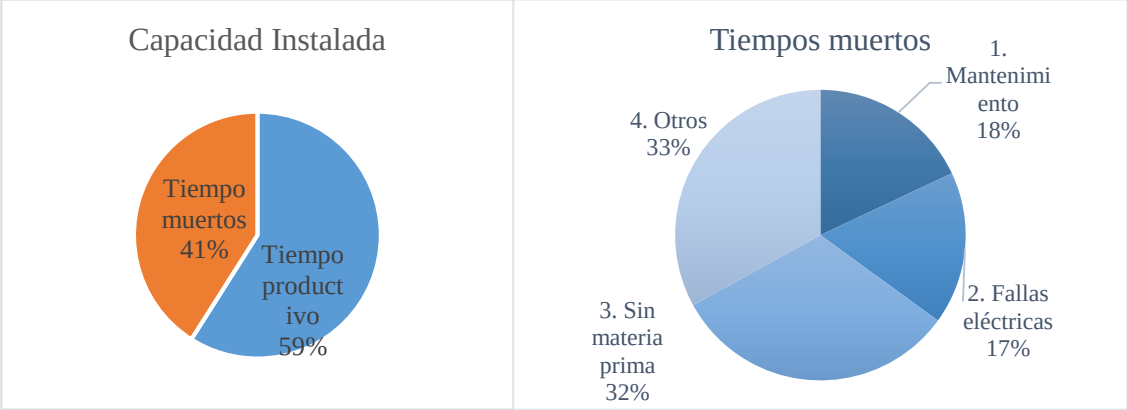
Canteadora Edger	Marzo		Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%	horas	%
1. Mantenimiento	0,68	19%	0,63	16%	0,79	18%
2. Fallas eléctricas	0	0%	0,83	21%	1,19	28%
3. Sin materia prima	1,71	48%	1,07	27%	1,02	24%
4. Otros	1,18	33%	1,48	37%	1,3	30%

Tabla 23 Tiempos promedio de la Canteadora Edger en los meses de Marzo a Mayo de 2014

Canteadora Edger	Promedio	
	horas	%
Tiempo total/Turno	9,6	100%
Tiempo productivo	5,62	59%
Tiempo muerto	3,96	41%

Canteadora Edger	Promedio	
	horas	%
1. Mantenimiento	0,70	18%
2. Fallas eléctricas	0,67	17%
3. Sin materia prima	1,27	32%
4. Otros	1,32	33%

Figura 45 Capacidad instalada de los meses de Marzo a Mayo de 2014 de la Canteadora Edger



El tiempo productivo de las Canteadoras Edger es de 5,62 horas (59% del turno laboral) y el tiempo muerto es de 3,96 horas (41%) (Figura 45); de este, el 18% es de mantenimiento, 17% es por fallas eléctricas, el 32% por falta de materia prima para procesar, y el 33% restante por otras actividades diferentes como aseo, y reuniones, entre otras.

Tabla 24 Tiempos de la Canteadora Bar-gar en los meses de Abril y Mayo de 2014

Canteadora Bar-gar	Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%
Tiempo total/turno	9,6	100%	9,6	100%
Tiempo productivo	5,81	61%	5,83	61%
Tiempo muerto	3,77	39%	3,72	39%

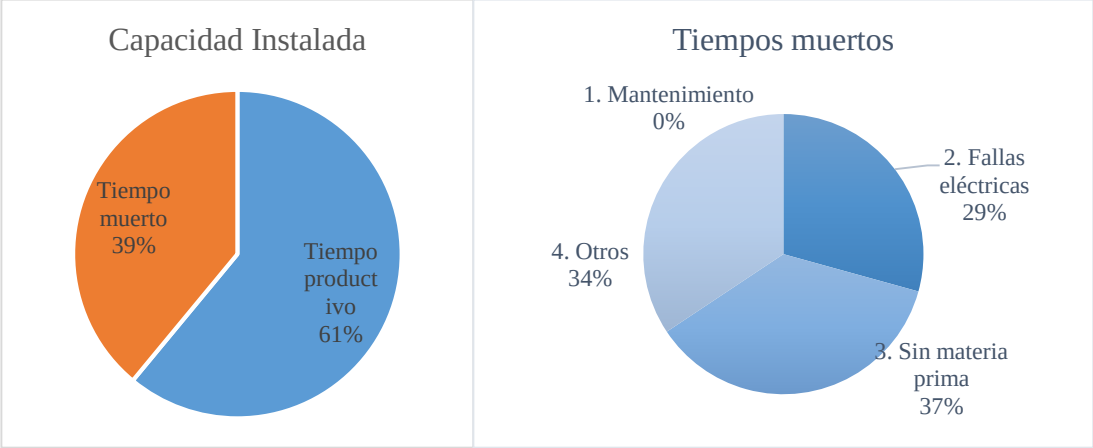
Canteadora Bar-gar	Abril		Mayo	
	horas	%	horas	%
1. Mantenimiento	0	0%	0	0%
2. Fallas eléctricas	1,13	30%	1,05	28%
3. Sin materia prima	1,22	32%	1,51	41%
4. Otros	1,42	38%	1,16	31%

Tabla 25 Tiempos promedio de la Canteadora Bar-gar en los meses de Abril y Mayo de 2014

Canteadora Bar-gar	Promedio	
	horas	%
Tiempo total	9,6	100%
Tiempo productivo	5,82	61%
Tiempo muerto	3,75	39%

Canteadora Bar-gar	Promedio	
	horas	%
1. Mantenimiento	0,00	0%
2. Fallas eléctricas	1,09	29%
3. Sin materia prima	1,37	36%
4. Otros	1,29	34%

Figura 46 Capacidad instalada de los meses de Marzo a Mayo de 2014 de la Canteadora Bar-gar



El tiempo productivo de la Canteadora Bar-Gar es de 5,82 horas que corresponde al 61% del tiempo del turno laboral, mientras que los tiempos muertos representan el 39% (3,75 horas) (Figura 46); de este, el 29% es por fallas eléctricas, el 36% por falta de materia prima para procesar, y el 34% es por la realización de otras actividades como son reuniones y labores de aseo.

2.1.7.2. Elementos de corte de los aserraderos y reaserraderos

Las cintas utilizadas en el aserrío, para los aserraderos LT 300, son Blade QTY-10, .050 x 1½ x 184; 10° marca Woodmizer, según esto las características de las cintas son las siguientes:

Tabla 26 Características del diente de las cintas Blade QTY-10 marca Woodmizer para el aserradero LT 300

Paso	18 mm
Altura del diente	5 mm
Angulo de corte	10 °
Ancho de la cinta	38 mm
Traba	Triscado

En tanto al trabajo de estas cintas podemos mencionar lo siguiente:

Tabla 27 Características productivas de las cintas para el aserradero LT 300

Cintas Blade QTY-10	LT 300
Numero de cintas/día	2
m³ aserrados/cinta/día	4,41
Capacidad instalada (horas)	8,08
Tiempo productivo (horas)	5,24
Horas de trabajo/cinta	2,62

En el aserradero LT 40 se utilizan cintas Blade QTY-15, .042 x 1¼ x 158; 10° marca Woodmizer, según estos las características de las cintas son las siguientes:

Tabla 28 Características del diente de las cintas Blade QTY-15 marca Woodmizer para el aserradero LT 40

Paso	16 mm
Altura del diente	4,2 mm
Angulo de corte	10 °
Ancho de la cinta	31 mm
traba	Triscado

En tanto a su trabajo podemos mencionar lo siguiente:

Tabla 29 Características productivas de las cintas para el aserradero LT 40

Cintas Blade QTY-15	LT 40
Numero de cintas/día	2
m³ aserrados/cinta/día	3,95
Capacidad instalada (horas)	7,96
Tiempo productivo (horas)	6,93
Horas de trabajo/cinta	3,47

En los re aserraderos Multihead son utilizadas 4 cintas Blade QTY-15, .042 x 1¼ x 205; 10°, por lo tanto tienen las siguientes características:

Tabla 30 Características del diente de las cintas Blade QTY-15 marca Woodmizer para el re aserraderos Multihead

Paso	22 mm
Altura del diente	4,2 mm
Angulo de corte	10 °
Ancho de la cinta	31 mm
traba	Triscado

Estas cintas son marca Woodmizer DOUBLE HARD INDUSTRIAL BANDSAW BLADES

En tanto al trabajo de estas cintas en el área de Aserrío podemos mencionar lo siguiente:

Tabla 31 Características productivas de las cintas para re aserraderos Multihead

Cintas Blade QTY-15	Multihead
Juego de cintas/día	2
Numero de cintas/día	8
m³ aserrados/juego cinta/día	4,825
Capacidad instalada (horas)	6,38
Tiempo productivo (horas)	3,895
Horas de trabajo/juego cintas	1,95

La productividad de las cintas depende directamente de varios factores como son el mantenimiento y cuidado de la maquinaria, el proceso de afilado y mantenimiento de las hojas de sierra cinta, y por ultimo del desgaste por uso de estas.

Para mantener y optimizar la productividad de los elementos de corte es necesario tener en cuenta el mantenimiento y las condiciones en la que se encuentre la maquinaria relacionada a estos, por esto se debe revisar y mantener en óptimas condiciones los elementos que componen los aserraderos para prevenir resultados indeseables en las operaciones de corte y en la vida útil de las cintas (Tabla 32), ya que el correcto uso y manejo de la maquinaria está directamente relacionada con estos elementos de corte.

Tabla 32 Puntos de Revisión de los Aserraderos para el mantenimiento adecuado de los elementos de corte del Aserrío del Proyecto La Gloria. Fuente: Castro, Luisa

Partes de los aserraderos	Puntos de Revisión	Resultados
Volantes	Desgaste de la superficie	Rotura de cintas
	Desgaste de la Ceja	Rotura de cintas
	Valeros de volantes	Rotura de cintas y desgaste de volantes
Guías de las cintas	Condición general	Rotura de cintas
	Desgaste de la superficie	Rotura de cintas, costados rayados, cortes torcidos
	Valeros guía	Rotura de cintas, costados rayados, cortes torcidos
Alineamiento de la cinta	Perpendicular a la base de la maquina	Cortes torcidos verticalmente
	Perpendicular a la prensa	Cortes torcidos horizontalmente
Sistema Hidráulico	Nivel de fluido	Alto desgaste de la cinta o desgarre de dientes causado por la inconsistencia del avance de corte
	Presión del sistema	Muy alto - exceso de avance y muy bajo - corte lento
	Filtros	Alto desgaste de la cinta o desgarre de dientes causado por la inconsistencia del avance de corte

Tensión de la cinta	Demasiada tensión	Quebraduras en el cuerpo o en la soldadura y desgaste excesivo de volantes
	Baja tensión	Cortes torcidos
Montaje	Ceja	Quebrantaduras de la banda en el respaldo o en la soldadura y desgaste excesivo de la ceja
Sistema motriz	Cintas y poleas	Velocidad de sierra inapropiada
	Aceite de transmisión	Descompostura de la transmisión
	Ruido en transmisión	Descompostura de la transmisión
	Filtros	Descompostura de la transmisión
Prensas	Desgaste	Longitud de corte incorrecta
	Alineamiento	Cortes torcidos
Velocidad de la sierra	Velocidad de la sierra	Vida de la sierra
Sistema de avance	Presión de avance	Muy alto - demasiado avance o muy bajo - cortando lento
	Avance de corte	Muy alto - demasiado avance o muy bajo - cortando lento
Sistema limpia viruta	Grata y su mecanismo	Demasiada viruta en el corte causa desgaste y desgarre prematuro de dientes

En la Tabla 32 se observan 11 partes o puntos de importancia de los aserraderos que están intrínsecamente relacionados con la vida útil y los defectos que puedan presentarse en las hojas de sierra cinta que se encuentren en uso, por lo tanto la revisión y el correcto mantenimiento de estos es de gran importancia para alargar la vida útil de estos elementos de corte.

Otro de los factores a tener en cuenta en tanto a los elementos de corte es el proceso de afilado y todas las operaciones que lo conforman. Este proceso se realiza en un taller de afilado el cual esta descrito en la sección 2.1.6.8. En las recomendaciones se tratara este tema más a fondo, teniendo en cuenta el aumento de la vida útil de las hojas de sierra cinta.

Por último, el desgaste en las hojas de sierra cinta utilizadas en el aserrío del Proyecto La Gloria, se presenta frecuentemente en torceduras y rupturas de estas, lo cual puede darse, como se mencionó anteriormente, por bajo mantenimiento de los puntos de importancia de los aserraderos en tanto a estos elementos de corte, por el mantenimiento de las cintas, y/o por uso frecuente de las cintas con la misma referencia o código. Por lo anterior, se debe tener en cuenta que estos elementos de corte al ser de gran importancia en los procesos del área de aserrío, deben tener un cuidado adecuado y especial, que conlleve todos los equipos y maquinarias relacionados a los mismos, previniendo altos desgastes en un corto tiempo de trabajo, o sea, mayor rotación de códigos o referencias de hojas de sierra cinta, ya que para obtener un alto rendimiento en el aserradero, se recomienda que estas se recambien a intervalos de 2 a 4 h de trabajo, así el agotamiento del acero y el calentamiento excesivo

que propician algunas fallas, como fisuras y desgaste acelerado del filo de los dientes, se controlará parcialmente[19].

[19] Sánchez, 2008. P. 125

2.2. EVALUACIÓN DE LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO EN EL PROYECTO LA GLORIA

2.2.1. ESTUDIO DE TRABAJO

2.2.1.1. Factores internos de insumo y producto que afectan la Productividad

2.2.1.1.1. Terrenos y Edificios

El área de aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta se encuentra en la unidad de industria del Proyecto, en el campamento La Gloria, dentro del lote 110 de 71 ha, donde comparte el edificio con el área de Remanufactura, así mismo cuenta con un patio de apilado en la entrada del campamento al lado del área de inmunizado (Figura 47).

Figura 47 Ubicación de la Edificación de la Unidad de Industria del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS. Fuente: mapas Bing, 2014



Escala 1:500000 Coordenadas: 74°19’38.052” Longitud W y 10°10’29.2” Latitud N

Las condiciones de la edificación de la unidad no se encuentran en el mejor estado (Figura 48 y Figura 49), lo que puede reflejarse en accidentes en el área, ya que el suelo de la misma presenta desniveles en la mayoría de la misma; igualmente las infiltraciones de lluvia tanto por el suelo como por el techo dificultad la normalidad de las actividades en el aserrío.

Figura 48 Área de Aserrado con LT 300 en el Aserrío de Proyecto la Gloria de Refocosta SAS



Figura 49 Área de la Línea 2 del Aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS



2.2.1.1.2. Instalaciones y maquinas

Las instalaciones con las que cuenta el área de aserrío, es la instalación eléctrica, la cual ha ido mejorando durante los 5 meses iniciales del año 2014, dando buen alumbrado al área, mejorando así las condiciones de trabajo en horas de la tarde y nocturnas donde la iluminación natural disminuye; y la instalación hidráulica en zonas comunes para los empleados de la unidad. La instalación de

evacuación de aguas lluvias presenta grandes deficiencias, puesto que en época de lluvias se presentan inundaciones en el área, y paradas en los procesos por caída de agua en la maquinaria.

En tanto a la maquinaria del área de aserrío, como se mencionó en la sección de Maquinaria (2.1.6), tenemos la siguiente en el área de producción por línea:

Tabla 33 Maquinaria por línea de trabajo del Aserrío del Proyecto La Gloria

Línea 1	Aserradero LT 300	**Línea 2**	Aserradero LT 300	**Línea 3**	Aserradero LT 40
	Re aserradero Multihead 4 cabezales		Re aserradero Multihead 4 cabezales		Re aserradero Multihead 3 cabezales
	Canteadora Edger		Canteadora Bar-Gar		Canteadora Edger
	Sierra circular de péndulo		Sierra trozadora		

2.2.1.1.3. Recursos humanos

El recurso humano presente en el área de aserrío consta de 44 personas divididas en los siguientes cargos:

Tabla 34 Personal y Cargos en el Aserrío del Proyecto La Gloria

Cargo	**Número de Personas**
Jefe de Área	1
Coordinador de área	2
Operador montacargas	1
Operador tecfor trineumatico	1
Operador tractor	1
Operador aserradero LT 300	2
Operador aserradero LT 40	1
Operador re aserradero Multihead	3
Operador Canteadoras	3
Operador sierra circular de péndulo	1
Operador sierra trozadora	1
Auxiliares aserradero LT 300	4
Auxiliares aserradero LT4 0	2
Auxiliares re aserradero Multihead	6
Auxiliares Canteadora y clasificadores	6
Auxiliares sierra circular de péndulo y clasificadores	4
Auxiliares varios oficios	2
Afilador	2
Centro de compostaje	1

El personal que labora en el Aserrío se ha desempeñados en sus cargos por un tiempo aproximado entre 6 a 15 años, tienen experiencia en las actividades básicas de procesamiento de la madera, sin embargo, su conocimiento es limitado en tanto a la forma de mejorar su labor, o de realizar actividades

extras a su actividad cotidiana, lo que restringe la versatilidad en las operaciones, y la variabilidad en el proceso como tal.

2.2.1.2. Factores externos de insumo y producto que afectan la productividad

2.2.1.2.1. Disponibilidad de materias primas

Las especies que se aprovechan en el aserrío son *T. rosea* (Roble), *T. grandis* (Teca) y *G. arbórea* (Melina). La disponibilidad en las plantaciones del Proyecto depende del manejo silvicultural que se le haga a las mismas, o sea depende del área de silvicultura; igualmente, la disponibilidad actual de los lotes a aprovechar de Melina y Roble depende de los inventarios que se realicen para conocer su cantidad; en tanto a la Teca, esta dependerá de la disponibilidad de inventario para venta de PROTEAK hacia Refocosta, así como de las nuevas plantación que maneje también la empresa.

La disponibilidad a aprovechar de Roble es de 6372,19 m³, datos obtenidos a través del inventario realizado en enero y febrero del año 2014 (Anexo 5); según esta información con el consumo actual en el aserrío de 250 m³/mes de Roble, el stock en campo alcanzaría para un plazo aproximado de 25 meses, aunque se debe tener en cuenta que este volumen estimado contiene individuos que no son aprovechables a un corto plazo.

El Proyecto La Gloria presenta una inestabilidad en la disponibilidad de materia prima de madera rolliza para el Aserrío, y más de materia prima de calidad, esto dado a que el stock de árboles con edad para aprovechar no es el suficiente para cumplir con la demanda de la Unidad Industrial, igualmente los arboles listos para ser aprovechados no presentan condiciones óptimas para ser procesados en el Aserrío, por lo tanto el porcentaje de mínimos de producción son relativamente altos.

2.2.1.2.2. Disponibilidad de Mano de Obra

La mano de obra presente en la zona de influencia del Proyecto es de las poblaciones circundantes, del municipio de Sabanas de San Ángel de los corregimientos de Monterrubio, Pueblito de los Barrios y El Manantial, y del municipio de Fundación.

En los corregimiento la educación es de básica primaria y bachillerato, por lo tanto la mayoría de los empleados operativos entre 30 a 60 años cuentan con un nivel educativo de básica primaria, y los empleados operativos entre 17 a 30 años cuentan con un nivel educativo hasta bachillerato con algunos cursos en maquinaria y silviculturales; sin embargo el personal administrativo son personas con educación contable, administrativa y técnica, los cuales migran semanalmente de ciudades como Santa Marta y Fundación para laborar en el Proyecto.

La disponibilidad de mano de obra es alta en la región para labores operativas en las distintas áreas que componen el Proyecto La Gloria, en tanto a personal cualificado normalmente es por medio de migraciones de las ciudades cercanas a la zona como es Barranquilla, Santa Marta y el municipio de Fundación.

2.2.1.2.3. Infraestructura existente

La infraestructura del Proyecto es antigua de la década de los 80' la cual ha ido remodelándose con el tiempo, se ha aprovechado de la mejor forma posible, sin embargo es de un tamaño muy inferior y queda corto para la capacidad de la unidad de industria, puesto que el espacio disminuye con las actividades y procesos de la misma, así como zonas que se han ido deteriorando con el tiempo y las actividades en la unidad. Es necesario optimizar y remodelar la infraestructura de la industria del Proyecto La Gloria, expandiéndola y creando estructuras que protejan el área de una mejor manera, además de mejorar el tendido eléctrico y la prestación del mismo en el Proyecto. En tanto a las zonas administrativas estas necesitan re modelamientos y perfeccionamientos en su distribución y su accesibilidad.

2.2.1.3. Contenido Básico del Trabajo

2.2.1.3.1. Mínimos de producción

En tanto a los mínimos de producción, se presenta en el aserrío una cantidad elevada de esto dado por el tamaño del área como de la industria en general del Proyecto La Gloria; estos mínimos están representados en aserrín, costaneras, orillos entre otros, los cuales son reutilizados en su mayoría.

El aserrín es recolectado a través de carretillas y llevado a zonas de recolección en un punto específico del área de aserrío después de acumularse alrededor de la maquinaria, de ahí es transportado a la zona de compostaje del Proyecto para ser quemado o reutilizado en el área de viveros; las costaneras y parte del orillo es llevado a la zona de calderas del área de secado para utilizarse como combustible para las cámaras de secado; el orillo es donado a la población que lo solicite para construcción de cercas en sus hogares o como combustible en los mismos, el que sobra es transportado a la zona de compostaje y quemado en esta.

En las siguientes figuras se observa por actividad en el proceso de aserrado el porcentaje de mínimos de producción de cada una, según productos:

Figura 50 Diagrama del procesamiento industrial primario en el aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS para madera de Tabebuia rosea dirigida a la producción de Tableros. Fuente: Quiroz et al, 2005 modificado por Autora

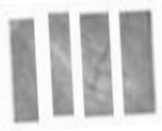
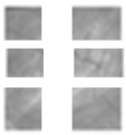
Fases del procesamiento industrial primario en el aserrio de la madera considerada			
Trozas	Aserrado (LT40 - LT300)	Reaserrado (Multihead)	Canteado (Edger y Bar-Gar)
			
138,5 m³	Volumen madera utilizable al final de cada actividad		
	102,81 m³	93,49 m³	44,64 m³
100%	75%	68%	34%
	Volumen de residuos sin utilizar al final de cada actividad		
Producto final:	35,69	9,32	48,85
Tableros_Roble	25%	7%	34%

Figura 51 Diagrama del procesamiento industrial primario en el aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS para madera de Tectona grandis dirigida a la producción de Tableros. Fuente: Quiroz et al, 2005 modificado por Autora

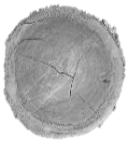
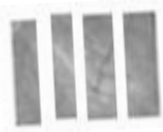
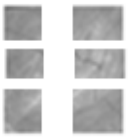
Fases del procesamiento industrial primario en el aserrio de la madera considerada			
Trozas	Aserrado (LT40 - LT300)	Reaserrado (Multihead)	Canteado (Edger y Bar-Gar)
			
44,07 m³	Volumen madera utilizable al final de cada actividad		
	39,31 m³	35,6 m³	19,06 m³
100%	89%	81%	43%
	Volumen de residuos sin utilizar al final de cada actividad		
Producto final:	4,76 m³	3,71 m³	16,54 m³
Tableros_Teca	11%	8%	38%

Figura 52 Diagrama del procesamiento industrial primario en el aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS para madera de Tectona grandis dirigida a la producción de Pisos. Fuente: Quiroz et al, 2005 modificado por Autora

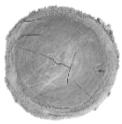
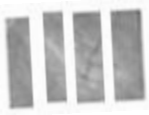
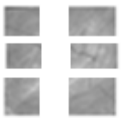
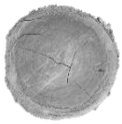
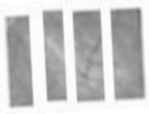
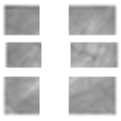
Fases del procesamiento industrial primario en el aserrio de la madera considerada			
Trozas	Aserrado (LT40 - LT300)	Reaserrado (Multihead)	Canteado (Edger y Bar-Gar)
			
81,3 m³	Volumen madera utilizable al final de cada actividad		
	62,41 m³	54,46 m³	15,6 m³
100%	77%	67%	19%
	Volumen de residuos sin utilizar al final de cada actividad		
Producto final: Pisos_Teca	18,89 m³	7,95 m³	38,86 m³
	23%	10%	48%

Figura 53 Diagrama del procesamiento industrial primario en el aserrío del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS para madera de Gmelina arbórea dirigida a la producción de Tableros. Fuente: Quiroz et al, 2005 modificado por Autora

Fases del procesamiento industrial primario en el aserrio de la madera considerada			
Trozas	Aserrado (LT40 - LT300)	Reaserrado (Multihead)	Canteado (Edger y Bar-Gar)
			
11.35 m³	Volumen madera utilizable al final de cada actividad		
	10,21 m³	10,05 m³	9,8 m³
100%	90%	89%	86%
	Volumen de residuos sin utilizar al final de cada actividad		
Producto final: Tableros_Melina	1,14 m³	0,16 m³	0,25 m³
	10%	1%	2%

2.2.1.3.2. Normas de calidad

En la empresa se manejan varios estándares de calidad en los productos que esta ofrece, por esto todos los procesos están certificados desde los sustratos hasta los moldurados, pasando por el aserrado, con estándares de calidad Forest Stewardship Council® (Consejo de Administración Forestal®) o FSC®; por lo tanto en todas las áreas, fases, procesos y actividades de producción se deben manejar altos niveles de calidad ambientales, sociales y económicos, como de mercado, puesto que la cadena de custodia completa debe cumplir con los estándares de esta certificación[20].

[20] Refocosta cuenta en la actualidad con la certificación voluntaria Forest Stewardship Council® (Consejo de Administración Forestal®) o FSC®, en tanto a Certificación de Manejo Forestal y de Certificación de Cadena de Custodia, avalando que las operaciones cumplen con todos los requisitos ambientales, técnicos, laborales, de seguridad y también que el producto final que se entrega a los cliente proviene exclusivamente de bosques certificados y no ha sido mezclado con algún otro tipo de fuente de madera. Fuente: refocosta.com

Igualmente en el aserrío se maneja otros estándares de calidad basados en las características deseadas y demandadas por el área de Remanufactura y en si por el área de ventas de la empresa; por tanto, el trabajo conjunto de la unidad industrial en su totalidad al final de los procesos es de gran importancia para que producto de mala calidad no pase de un área a otra, retrasando los procesos subsiguientes, por esto en el aserrío en las actividades de Canteado y de Recorte los auxiliares como los operadores deben conocer los parámetros de calidad para cada producto final (Anexo 3), y deben seguir las instrucciones dadas por los coordinadores y jefes de las áreas acerca de estos parámetros.

2.2.1.4. Tiempo total Improductivo

2.2.1.4.1. Contenido Adicional de Trabajo

2.2.1.4.1.1. Disposición y utilización de espacio

El uso de los espacios en las edificaciones de la industria en el Proyecto no es eficiente ya que muchas zonas son utilizadas como bodegas de maquinaria, y las zonas de inventarios se expanden por toda la esta. El área para los procesos y actividades de la industria tanto para el área de aserrío como la de remanufactura se concentra en un porcentaje menos del 60% del área total de la edificación de industria; sin embargo, dentro de la unidad industrial del proyecto se presenta un movimiento cíclico entre procesos y un movimiento lineal entre áreas, logrando que aunque se tiene deficiencias en la disposición, el uso tiende a ser eficiente.

En tanto al espacio de la unidad de aserrío, este está dispuesto para las tres líneas de trabajo, vías de transporte interno tanto para el montacargas como para los operadores y auxiliares, zonas de inventario temporal y continuo entre maquinaria, y una zona de bodega de inventario temporal de transporte a área de secado; sin embargo, dentro de la edificación de industria solo se encuentran dos líneas de trabajo (línea 1 y 2), y fuera de esta queda la línea 3 de trabajo en un área temporal destinada para esto que no cuenta con el espacio ni las características adecuadas para el buen funcionamiento de la misma (Figura 54).

Figura 54 Edificaciones de la Unidad de Industria del Proyecto la Gloria de Refocosta SAS



Edificación de Industria del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS

1. Zona de Inventario de Remanufactura
2. Aserrío Línea 1 y Línea 2
3. Remanufactura
4. Hornos de secado
5. Aserrío Línea 3

Área de inventario – Patios de Apilado del Aserrío de

6. Patios de Apilado de madera Rolliza

Los patios de apilado se encuentran alrededor de la unidad de industria del Proyecto, de forma desorganizada que depende de la llegada de la madera rolliza y el tiempo de apeo de la misma, sin embargo, estos patios se han ido organizando, buscando un espacio adecuado cerca al aserrío y que disminuya los tiempos de transporte desde los patios hacia los aserraderos y se reduzcan los gastos de los recursos en este proceso.

2.2.1.4.2. Tiempo improductivo

2.2.1.4.2.1. Averías de la maquinaria y equipo

En el aserrío se presentan frecuentes averías en la maquinaria y equipos del mismo, esto dado al incumplimiento de cronogramas de mantenimiento, así como del establecimiento de un mantenimiento correctivo en vez de la programación de mantenimientos preventivos periódicos que conservaran está en un estado óptimo. Estas averías conllevan a paradas operativas y a paradas de las actividades del área, por lo tanto a tiempos improductivos en la misma. En la época de estudio el tiempo muerto por paradas por algún daño en la maquinaria correspondía al 8,29% del total de la jornada laboral diaria, lo que equivale a 0,83 horas/jornada, 16,6 horas/mes y 199,2 horas/año aproximadamente.

Teniendo en cuenta lo anterior por averías de maquinaria, se tendría de tiempos improductivos por actividad:

Tabla 35 Tiempos improductivos por actividad en el proceso de Aserrado por labores de mantenimiento

Actividad	Maquina	Tiempo improductivo	
		Horas/jornada	%
Aserrado	LT 300	1,39	13,95
	LT 40	0,69	7,04
Re aserrado	Multihead 4 cabezales	1,07	11,04
	Multihead 3 cabezales	0,97	10,35
Canteado	Edger	0,7	7,38
	Bar Gar	0	0

2.2.1.4.2.2. Ejecución de las labores

Las actividades y operaciones dentro del aserrío son ejecutadas de una manera apropiada, teniendo en cuenta la seguridad industrial como eje central, sin embargo, el agotamiento del personal, dada la jornada laboral extenuante así como por el tipo de profesión, conlleva a distracciones las cuales ocasionan que su labor no sea conforme a lo que se está solicitando finalmente, no obstante las labores en el área son completadas en cada jornada teniendo en cuenta los horarios programados.

2.2.1.4.2.3. Riesgo de accidentes y lesiones profesionales

El personal del aserrío por realizar una labor de alto riesgo esta propenso a sufrir accidentes y lesiones dentro del área de trabajo.

Los accidentes más frecuentes se dan en el aserradero LT300 o LT40 con la manipulación y reacomodo de las trozas en las talanqueras, con lesiones en las manos, así mismo, la caída de trozas o tablas en los pies son frecuentes en el transporte de las mismas entre actividades; otro de los accidentes que han sido recurrentes es el corte de alguna zona de la mano en la sierra circular de péndulo, dado por falta de visibilidad, cansancio y distracción en el área de trabajo.

Por esto es de obligatorio y regulatorio el uso de elementos de protección personal (EPP), los cuales son:

Casco de protección (color amarillo)
Protector respiratorio (tela)
Gafas de seguridad con protección lateral antiempañante
Protector auditivo copa pro atenuación 40 dB (operarios LT 300 y LT 40)
Protector auditivo desechable
Guantes de ingeniero
Guantes de carnaza
Delantal de carnaza

Algunas lesiones profesionales que se han presentado en auxiliares del aserrío han sido las lesiones en la espalda, esto por el cargue y descargue de material entre procesos y actividades, lo que ha

conllevado a que algunos trabajadores pasen de este área a otras áreas con menor esfuerzo físico, lo que se podría evitar con algún elemento de ergonomía para esta actividad, o mejora en el transporte entre maquinarias o actividades.

2.2.1.5. Ambiente laboral

2.2.1.5.1. Ambiente Laboral

Para conocer el ambiente de trabajo del aserrío del Proyecto la Gloria se evaluaron ciertos factores de importancia ambiental y de comodidad para los trabajadores del área, esto se hizo mediante charlas en reuniones pactadas con ellos en el aserrío, donde se trataban diferentes temas de importancia para el área.

Se utilizó una escala de calificación de afectación para evaluar los factores, esta escala es la siguiente:

Tabla 36 Tabla cuantitativa para la evaluación del ambiente de trabajo

1	Afectación muy baja
2	Afectación baja
3	Afectación media
4	Afectación alta
5	Afectación muy alta

En la siguiente tabla vemos los factores que fueron evaluados, sus indicadores y el método de evaluación de estos, con el promedio de calificación dada a cada uno de ellos:

Tabla 37 Evaluación del ambiente de trabajo del aserrío del PLG

Factores a evaluar	Indicadores	Método de Evaluación	Nivel dentro del Área
Aireación	Partículas en suspensión, contaminación	Enfermedades respiratorias, alergias	2
Temperatura	Sensación de calor en el área	Transpiración, deshidratación	4
Humedad	Sensación de humedad en el aire	Transpiración, deshidratación	3
Ruido	Decibeles	Deterioro de la audición	4
Iluminación	Nivel de visión	Detrimento en la visión	2
Elementos de ergonomía	Postura	Malas posturas, afecciones en la columna y en la espalda	5

La afectación más alta que se evaluó dentro del aserrío en tanto al ambiente laboral fue la de la postura, teniendo en cuenta los elementos de ergonomía en el trabajo, esto dado a las malas posturas que afectan a la columna de los operarios dentro del área, conllevando a que recurran en enfermedades laborales y por tanto a cambio de labor dentro de la empresa. Otras de las afectaciones que se da en

el ámbito laboral del aserrío es la de del factor ruido, el cual está representado por el deterioro de la audición del personal que este laborando, esto dado al uso inadecuado o al no uso de los EPP; así mismo, las altas temperaturas de la zona que combinadas con el calor emanado de la maquinaria, conlleva a deshidratación del mismo y en si a cansancio y distracciones. Las demás afectaciones que observamos en la Tabla 37 son también de gran importancia pero son de menor valor cuantitativo en tanto a las mencionadas.

2.2.1.5.2. Tiempo de trabajo

La jornada laboral en el aserrío del Proyecto la Gloria es de lunes a viernes con horarios extras los días sábados y domingos. Los lunes es una jornada de 9 horas de 7:30 am a 5:30 pm, de martes a jueves es de 6:30 am a 5:30 pm con una jornada de 10 horas, y los viernes con una jornada de 9 horas el horario es de 6:30 am a 4:30 pm, en total en la semana se trabajan 48 horas. Las horas extraordinarias o extras son de 10 horas máximo por persona en la semana.

Además de la jornada laboral mencionada en ocasiones especiales por fallas en alguna de las líneas de trabajo, se labora en la unidad en una jornada continua de 8 horas diarias, 6 días a la semana, en horarios de 6 am a 2:30 pm, y de 2:30 pm a 11 pm.

El tiempo de descanso en la jornada laboral es de 10 minutos y de una hora para el almuerzo a medio día; en jornadas continuas sean por la mañana o la noche el descanso es de 30 minutos en la mitad de la misma. Los días de descanso son los sábados, domingos y festivos.

2.2.1.5.3. Bienestar social

En el campamento del Proyecto La Gloria no existen instalaciones de bienestar social para los operarios y personal de industria, las zonas de descanso se encuentran en zonas verdes alrededor de las edificaciones de la industria o dentro de la misma, igualmente estas zonas verdes cumplen como zonas de recreación y como comedores para el personal. Así mismo, son pocas las actividades recreativas dirigidas al esparcimiento de la mano de obra del proyecto, como del fortalecimiento del ambiente y las relaciones laborales.

2.2.2. ESTUDIO DE MÉTODOS

2.2.2.1. Cursogramas

Los siguientes cursogramas se realizaron a través de mediciones realizadas a las actividades y operaciones que comprenden al aserrío del Proyecto La Gloria. Se efectuó con el fin de conocer que operación de las distintas actividades del proceso de aserrado es la que consume mayor tiempo en desarrollarse y así conocer el punto de trabajo crítico o el cuello de botella dentro de las actividades y en si del proceso.

Figura 55 Cursograma para el aserradero LT 300 con T. rosea.

Diagrama No.	1	Operaciones	Simbolo	T Actual (min)
Maquina	LT300	Operacion principal	O	0:48
Especie	Roble	Transporte	⇨	0:26
Producto	Bloqueado de trozas	Espera	D	0:25
Lugar	Area de produccion	Inspeccion	□	0:54
		Almacenamiento	▽	0:00
		Operaciones combinadas	⇨□	0:04

Descripcion	Simbolo						Metros Lineales	Tiempo (min)
	○	⇨	D	□	▽	⇨□		
Cargue maquina							2	0:21
Ajuste maquina pre corte inicial							2	0:10
Corte inicial							2	0:11
Ajuste maquina pre retroceso							2	0:03
Retroceso							2	0:04
Ajuste troza							2	0:12
Ajuste maquina							2	0:04
corte							2	0:13
Ajuste maquina pre retroceso							2	0:06
Retroceso							2	0:04
Ajuste troza							2	0:16
Ajuste maquina							2	0:11
corte							2	0:24
Ajuste maquina pre retroceso							2	0:08
Retroceso							2	0:04
Transporte de bloque							2	0:05

Figura 56 Cursograma para el aserradero LT 300 con T. grandis

Diagrama No.	2	Operaciones	Simbolo	T Actual (min)
Maquina	LT300	Operacion principal	O	0:55
Especie	Teca	Transporte	⇨	0:39
Producto	Bloqueado de trozas	Espera	D	0:45
Lugar	Area de produccion	Inspeccion	□	1:25
		Almacenamiento	▽	0:00
		Operaciones combinadas	⇨□	0:03

Descripcion	Simbolo						Metros Lineales	Tiempo (min)
	○	⇨	D	□	▽	⇨□		
Cargue maquina		■					2,2	0:37
Ajuste maquina pre corte inicial				■			2,2	0:10
Corte inicial	■						2,2	0:15
Ajuste maquina pre retroceso			■				2,2	0:06
Retroceso			■				2,2	0:07
Ajuste troza				■			2,2	0:19
Ajuste maquina				■			2,2	0:07
corte	■						2,2	0:14
Ajuste maquina pre retroceso			■				2,2	0:04
Retroceso			■				2,2	0:06
Ajuste troza				■			2,2	0:17
Ajuste maquina				■			2,2	0:06
corte	■						2,2	0:12
Ajuste maquina pre retroceso			■				2,2	0:04
Retroceso			■				2,2	0:07
Ajuste troza				■			2,2	0:17
Ajuste maquina				■			2,2	0:08
Corte	■						2,2	0:14
Ajuste maquina pre retroceso			■				2,2	0:08
Retroceso						■	2,2	0:03
Transporte de bloque		■					2,2	0:02

Figura 57 Cursograma para el aserradero LT 40 con T. rosea.

Diagrama No.	3	Operaciones	Simbolo	T Actual (min)
Maquina	LT40	Operacion principal	○	0:31
Especie	Roble	Transporte	⇨	0:34
Producto	Bloqueado de trozas	Espera	D	0:29
Lugar	Area de produccion	Inspeccion	□	1:35
		Almacenamiento	▽	0:00
		Operaciones combinadas	⇨□	0:05

Descripcion	Simbolo						Metros Lineales	Tiempo (min)
	○	⇨	D	□	▽	⇨□		
cargue maquina							2	0:10
ajuste troza							2	0:16
ajuste maquina							2	0:14
corte							2	0:09
ajuste maquina							2	0:05
retroceso							2	0:05
ajuste troza							2	0:15
ajuste maquina							2	0:14
corte							2	0:11
ajuste maquina							2	0:06
retroceso							2	0:05
ajuste troza							2	0:27
ajuste maquina							2	0:09
corte							2	0:10
ajuste maquina							2	0:07
retroceso							2	0:05
transporte a Multihead							2	0:24

Figura 58 Cursograma para el re aserradero Multihead con T. rosea.

Diagrama No.	4	Operaciones	Simbolo	T Actual (min)
Maquina	Multihead	Operación principal	○	0:30
Especie	Roble	Transporte	⇨	0:06
Producto	Tablas	Espera	D	0:00
Lugar	Area de produccion	Inspeccion	□	0:00
		Almacenamiento	▽	0:00
		Operaciones combinadas	⇨□	0:15

Descripcion	Simbolo						Metros Lineal	Tiempo (min)
	○	⇨	D	□	▽	⇨□		
cargue maquina							2	0:06
corte							2	0:30
descargue maquina							2	0:09
transporte a la canteadora							2	0:06

Figura 59 Cursograma para el re aserradero Multihead con T. grandis

Diagrama No.	5	Operaciones	Simbolo	T Actual (min)
Maquina	Multihead	Operación principal	○	0:38
Especie	Teca	Transporte	⇨	0:07
Producto	Tablas	Espera	D	0:00
Lugar	Area de produccion	Inspeccion	□	0:00
		Almacenamiento	▽	0:00
		Operaciones combinadas	⇨□	0:19

Descripcion	Simbolo						Metros Lineal	Tiempo (min)
	○	⇨	D	□	▽	⇨□		
cargue maquina						■	1,65	0:09
corte	■						1,65	0:38
descargue maquina						■	1,65	0:10
transporte a la canteadora		■					1,65	0:07

Figura 60 Cursograma para la Canteadora Edger marca Woodmizer con T. grandis.

Diagrama No.	6	Operaciones	Simbolo	T Actual (s)
Maquina	Canteadora Edger	Operación principal	○	9,19
Especie	Teca	Transporte	⇨	11,81
Producto	Listones	Espera	D	0
Lugar	Area de produccion	Inspeccion	□	40,3
		Almacenamiento	▽	0
		Operaciones combinadas	⇨□	0

Descripcion	Simbolo					Metros Lineales	Tiempo (s)
	○	⇨	D	□	▽		
Cargue maquina		■				2,9	3,85
Corte	■					2,9	9,19
Transporte de los listones		■				2,9	7,96
Clasificacion de los listones				■		2,9	40,3

Figura 61 Cursograma para la Canteadora Bar-Gar con T. rosea.

Diagrama No.	7	Operaciones	Simbolo	T Actual (s)
Maquina	Canteadora Bar-Gar	Operación principal	○	5,88
Especie	Roble	Transporte	⇨	12,96
Producto	Listones	Espera	D	0
Lugar	Area de produccion	Inspeccion	□	45,3
		Almacenamiento	▽	0
		Operaciones combinadas	⇨□	0

Descripcion	Simbolo					Metros Lineales	Tiempo (s)
	○	⇨	D	□	▽		
Cargue maquina		■				1,9	4,46
Corte	■					1,9	5,88
Transporte de los listones		■				1,9	8,5
Clasificacion de los listones				■		1,9	45,3

2.2.2.2. Selección del puesto o punto de trabajo critico

A partir de la metodología aplicada para el estudio de métodos, se evidencio que de las operaciones realizadas en cada actividad por maquinaria presente en el proceso de aserrado, la operación de Inspección representa el cuello de botella de cada actividad (2.2.2.1. Cursogramas), por ende seria el punto de trabajo crítico en el proceso principal del aserrío.

La operación de inspección de la madera tanto en las operaciones intermedias, verificación y elección de la mejor opción para optimizar el corte y aumentar la calidad del producto, como en las finales de cada actividad, clasificación de la madera para siguientes actividades o clasificación al final del proceso de aserrado de la madera aserrada verde en forma de listones, son los cuellos de botella de las actividades de aserrado, re aserrado, canteado y recortado, y que por tanto representan el puesto de trabajo crítico y de mayor interés para la optimización del aprovechamiento de la madera en el aserrío. En estos puntos del proceso de aserrado, es necesario que la madera rolliza que entre como materia prima sea de buena calidad, por lo tanto que los defectos de esta sean mínimos como que sus diámetros sean adecuados para un alto aprovechamiento de los mismos, igualmente el personal encargado de estas operaciones debe estar capacitado en las normas de calidad de la unidad industrial para madera aserrada verde (Anexo 3), evaluando constantemente el desenvolvimiento en la labor como la adquisición de conocimiento en esta.

3.PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

3. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al diagnóstico realizado y la evaluación del Aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta S.A.S, se realizaron las siguientes recomendaciones a través del análisis de los ítems que afectaban la productividad de este, teniendo en cuenta no solo aspectos tecnológicos, sino también sociales y económicos. Las siguientes recomendaciones priorizan 5 ítems (mantenimiento maquinaria, afilado de elementos de corte, horario laboral, bienestar social y bonificaciones) dando estrategias básicas para la resolución de los mismos.

- La gestión de un adecuado mantenimiento de la maquinaria en uso del aserrío, conlleva a la optimización del estado y funcionamiento de esta; por esto es necesario programar mantenimientos preventivos en la maquinaria de las tres líneas del aserrío, teniendo en cuenta las necesidades de uso de las mismas. En la Tabla 38 se da un ejemplo de cómo se podrían programar y controlar los mantenimientos preventivos, teniendo en cuenta el monitoreo y seguimiento por cada máquina y equipo del área.

Tabla 38 Ejemplo de una matriz para control y programación de mantenimientos preventivos en la maquinaria del Aserrío del Proyecto La Gloria

Mantenimiento Preventivo de la Maquinaria del Area de Aserrio								
Maquina/Equipo	Fecha Manteniemiento		Tipo de manteniemiento		Caracteristicas del mantenimiento			Reviso
	Actual	Proximo	Preventivo	Correctivo	Actividades realizadas	Tiempo utilizado	Partes cambiadas	

- La implementación de un plan a seguir para el correcto mantenimiento de hojas de sierra cinta en el aserrío es de gran importancia, ya que estas son las herramientas de trabajo de los aserraderos y los re aserraderos, por lo tanto de las actividades más importantes dentro del proceso de aserrado, por esto se busca mantenerlas en buen estado durante toda su vida útil.

  El fin de implementar un plan de operaciones a realizar durante el proceso de afilado, es para obtener un aumente de su vida útil, disminuyendo costos, y por lo tanto reduciendo los defectos en las cintas como en la madera en las operaciones de corte a causa del deterioro de las mismas; esto teniendo en cuenta la disposición de un taller de afilado de dimensiones adecuadas, con buena iluminación y aislado de ruidos, viento y vibraciones a causa de otro tipo de maquinarias, que disponga de las herramientas, el ambiente y el espacio necesario, como que su ubicación sea cercana al aserrío.

  Las operaciones normales que generalmente se realizan en el mantenimiento de sierras cintas usadas son las siguientes[21]:

[21] Óp. Cit., Sánchez. P. 118

1. Limpieza e inspección
2. Reparación de grietas y dientes dañados
3. Aplanado, tensionado, enderezado
4. Trabado o recalcado
5. Afilado de los dientes

En la Tabla 39 se relaciona las operaciones de mantenimiento de hojas de sierra cintas mencionadas, con las acciones y las herramientas necesarias para cada una:

Tabla 39 Operaciones, Acciones y Herramientas necesarias para el correcto mantenimiento de hojas de Sierra Cinta. Fuente: SANDVICK

Operaciones	Acciones	Herramientas necesarias
1. Limpieza e inspección	Eliminar aserrin y resina despues del uso de la cinta. Cepillar la hoja hasta dejarla limpia por ambas caras y en las gargantas. Si es necesario lavar con algun solvente como gasolina, u otros. Se realizara en un banco que servira tambien para otras operaciones. Tener cuidado de no rayar la hoja.	Cepillo cerdas suaves. Guantes de proteccion. Solvente. Banco de trabajo en madera de 1,5 m de longitud.
2. Reparación de grietas y dientes dañados	Grietas pequeñas: se puede eliminar mediante esmerilado de la misma; o por medio de un golpe fuerte con un punzón de punto agudo en donde termina la grieta (grietas de 10 mm)y en ambas caras de la hoja. Grietas mas profundas: seran reparadas por medio soldadura, fundiendo la grieta sin ninguna prepararacion, utilizando materiales de aportacion; si la grieta es irregular se le soldara un trozo triangular del mismo material. Se realizara un calentamiento y un revenido. En el caso de los dientes, su reparacion se realizara por medio del limado, esmerilado, recalcado o triscado según corresponda.	Punzon de punta aguda. Soldadura oxiacetilenica u otra.
3. Aplanado, tensionado, enderezado	Aplanado: consiste en el laminado de todas las irregularidades de la superficie de la hoja. Los dientes deben quedar de cara al operario y debe desplazarse facilmente sobre los rodillos. Se realiza el martillado sobre las protubencias en la hoja, teniendo en cuenta de ser lo menos posible, con golpes ligeros, precisos y efectivos. Tensionado: se comprubea con un renglon, el cual debe descansar libremente sobre esta, si esta ben tensionada se observara una luz entre el renglon y la hoja, cuando no se ve luz por debajo del renglon, la hoja debe laminarse en esa misma seccion. El tensionado se debe iniciar y acabar en la junta soldada, los rodillos de tensionado deben pasar suavemente sobre esta. Si el tensionado es con el martillo, la hoja debe descansar sobre el yunque, sin sujetadores. Enderezado: por martillado o por doblado. Si es por martillado deben ser golpes suaves y bien dirigidos con un martillo de cabeza roma. Si es por doblado, este se realizara por medio de mordazas de madera.	Banco de trabajo: Bien iluminado desde el lado derecho del operario (si este es diestro). Abrazaderas para la hoja. Martillo de punta roma. Regla plana, cuya longitud sea mayor que el ancho de la hoja. Juego de tensionado de rodillos. Banco de trabajo. Tensionador. Regla recta o convexa de largo igual al ancho de la hoja. Martillo. Yunque. Mordazas de madera. Martillo cabeza roma.
4. Trabado o recalcado	Trabado o recalcado se realizaran con una maquina diseñada para esta operación.	Maquina para trabar y recalcar.
5. Afilado de los dientes	El afilado de las hojas de sierra cinta se realizara con una maquina de afilado especial para estas.	Maquina de afilado

El éxito de la operación de afilado dependerá de la capacitación que se dé a los operadores del taller de afilado, como de un espacio adecuado para realizarlas.

- Programar y gestionar el cambio de horario laboral del personal del aserrío, por medio de rotaciones de turnos, a través de diálogos concertados entre la administración de la empresa y el personal, teniendo en cuenta las metas de producción y la productividad del área. Igualmente el cambio de horario tendrá como propósito la disminución de la carga laboral diaria de los empleados del aserrío lo que conllevara a un aumento de productividad de esta. Se presenta en la siguiente tabla un ejemplo del horario que se propone.

Tabla 40 Características de la jornada laboral de 8 horas en el Aserrío del Proyecto La Gloria

	Turno 1	**Turno 2**
Jornada laboral	8 horas/día; 48 horas/semana	8 horas/día; 48 horas/semana
Horario	Lunes a sábado de 6:00 am a 2:30 pm, 30 minutos de descanso de 10:00 am a 10:30 am	Lunes a sábado de 2:30 pm a 11:00 pm, 30 minutos de descanso de 6:30 pm a 7:00 pm
Rotación	Semanal	Semanal
Personal	Línea 1: 11 personas; Línea 2: 11 personas; 1 coordinador de área; 1 operario del tecfor trineumatico; 1 afilador; 1 operario del montacargas	Línea 1: 11 personas; Línea 2: 11 personas; 1 coordinador de área; 1 operario del tecfor trineumatico; 1 afilador; 1 operario del montacargas
	1 operario en el centro de compostaje, 1 operario de tractor, jefe de área	

- Realizar reuniones y eventos sociales para los trabajadores del aserrío y sus familias, donde el tema principal sea la creación de lazos, por medio de juegos y actividades lúdicas grupales, esto con el fin de disminuir el estrés laboral, y mejorar las relaciones entre los empleados del área, creando compañerismo y uniéndolos como grupo de trabajo.

- Estimular el trabajo grupal a través de incentivos en pro de la productividad del área, en donde el aumento de producción de m^3 de madera aserrada verde de calidad deseada sea el fin de los trabajadores, poniéndoles metas mensuales para su cumplimiento. Por medio de reuniones se crearan metas mensuales de producción en m^3 de madera aserrada verde, donde cada línea competirá por la bonificación de sueldo, teniendo en cuenta los factores externos que puedan presentarse.

4. CONCLUSIONES

4. CONCLUSIONES

La industria de Aserrío del Proyecto La Gloria de Refocosta SAS, presenta ineficiencia en los procesos y actividades que la componen, dado por varios factores tanto internos como externos que repercuten directa e indirectamente en la labor dentro del área. Uno de estos estos factores es la calidad de materia prima que es utilizada en esta unidad, ya que como se observó la productividad está directamente relacionada con la calidad de madera rolliza que sea utilizada, por lo tanto por medio de los coeficientes de aserrío obtenidos, así como por las observaciones de la calidad de las trozas como materia prima para el área, podemos determinar que la variable de calidad afecta directamente el aprovechamiento y la cantidad de desperdicios que se produzcan[22], y que para aumentar el volumen de madera aserrada verde se debe mejorar la calidad de la materia prima en el aserrío.

Según Brown y Miller (1975) y Dobie (1966), con los coeficientes de aserrío (*ca*) obtenidos para el Aserrío en el año 2014 en las tres especies forestales utilizadas (*Tabebuia rosea* 43%, *Tectona grandis* 45% y *Gmelina arbórea* 48%), podemos decir que al tener *ca* tan bajos la conicidad de madera rolliza utilizada es alta, por lo tanto su calidad para ser aserrada baja, lo que produce grandes cantidades de mínimos de producción y que por lo tanto el tiempo del proceso de aserrado aumenta en todas sus actividades; con lo anterior podemos concluir que hay un incremento en la relación torcedura/diámetro de 0.63, y por lo tanto un incremento del tiempo de aserrado de un hasta un 250%.

Otro de los factores que repercuten en la productividad del Aserrío es el tecnológico, el cual está representado por el estudio de tiempos y de rendimientos de la maquinaria en uso para la transformación primaria en el proceso de aserrado. La maquinaria utilizada en el Aserrío, presenta poco mantenimiento preventivo lo que incide directamente en los rendimientos y en la productividad del área. La maquinaria está constituida en aserraderos LT300 y LT40, re aserraderos Multihead, canteadoras y recortadoras o trozadoras. El rendimiento promedio de un aserradero LT300 es de 0,88 m^3/hora, esto teniendo en cuenta que en una jornada laboral de 8 horas/diarias el 45% del tiempo es de tiempos muertos o improductivos, en los cuales el 32% es por fallas en la maquinaria, por lo tanto por falta de mantenimiento preventivo a la misma, y solo labores de mantenimiento correctivo. En un aserradero LT40 el rendimiento promedio es de 0,61 m^3/hora, con un tiempo de improductividad del 32% del cual 22% es por fallas en la maquinaria. Los reaserraderos Multihead presentan rendimientos promedios para el de 4 cabezales de 0,78 m^3/hora y el de 3 cabezales 0,55 m^3/hora, con un tiempo improductivo de 46% y 45% respectivamente, donde el tiempo por fallas en la maquinaria es de 24%. Para las canteadoras Edger y Bar-gar el rendimiento promedio es de 18,89 ml/min y 19,6 ml/min respectivamente, con tiempos improductivos de 41% y 39%, de los cuales el 18% está representado por fallas en la maquinaria. Observando lo anterior podemos concluir que la maquinaria presente en el Aserrío termina siendo obsoleta en tanto a productividad y rendimientos de las mismas, si se sigue realizando mantenimientos correctivos en los momentos de la presentación de fallas en esta, lo que conlleva a pérdidas considerables en los tiempos laborables del área, por lo tanto a baja eficiencia del área en la unidad de Industria.

[22] Óp. cit., Zavala et al. P 44

Igualmente este tipo de industria necesita mayor capacitación del capital humano como mejoras en el uso y cuidado de la maquinaria y equipos para mejorar la eficiencia de los procesos, y en si el de aserrado, y así aumentar la productividad tanto por persona como del área completa; así mismo, una gestión adecuada de los recursos disponibles como una mayor planificación de las actividades y operaciones del Aserrío para cumplir con las metas establecidas, a través de los índices de productividad deseados.

5. BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

Acosta Contreras, I. (2004). *Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de Trabajo: Informe Nacional Colombia.* Roma: CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL (CONIF).

ACOSTA CONTRERAS, I. (2004). *FAO*. (C. N. (CONIF), Editor) Obtenido de ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/j4192s/j4192s00.pdf

Bar-Gar, s.L. (23 de julio de 2014). *Bar-Gar, s.L*. Obtenido de Bar-Gar, s.L. Maquinria para la primera transformacion de la madera: http://www.bargar.es/Productos/Canteadora/G2C.html

CIF. (2007). *Boletn Estadistico 118, La industria del Aserrio.* Chile: INFOR, Ministerio de Agricultura.

CIF, C. d. (2009). *Industria del Aserrio, 2009.* Chile: Instituto Forestal INFOR.

CONFEMADERAS. (FEBRERO de 2016). *Jovenes con Madera*. Obtenido de CONFEMADERAS: http://www.confemadera.es/jovenes-con-madera/padres/el-mundo-empresarial-de-la-madera/i/760/327/mercado-de-la-madera-en-el-mundo

LOZANO G., A. I. (2011). *Evaluación de la Oferta y la Demanda Nacional de Productos Forestales Maderables y No Maderables.* Bogotá, Colombia: Tecniforest - Ministerio del Medio Ambiente.

Martinez, H. J. (2005). *La Cadena Forestal y Madera en Colombia. Una mirada global de sus etsrcutura y dinamica 1991-2005.* Bogota DC: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia.

Montealegre, C. (s.f.). *Economia de la madera caso Colombia.* Bogota DC.

Proexport. (2009). *Invierta en Colombia. Trabajo, compromiso, ingenio. Sector Forestal.* Proexport Colombia.

Proexport. (2009). *Sector Forestal.* Bogota DC: Proexport, Vol I, Num I.

Proexport, C. (2012). *Sector Forestal en Colombia.* Proexport Colombia.

REFOCOSTA. (2013). *RESUMEN PLAN FORESTAL 2013 -2020.* Bogotá D.C. – Colombia: REFOCOSTA SAS.

Woodmizer. (23 de Julio de 2014). *Woodmizer*. Obtenido de Woodmizer-conosur: http://www.woodmizer-conosur.com/ind/lt300_ver.htm

Woodmizer. (23 de julio de 2014). *Woodmizer*. Obtenido de Woodmizer-conosur: http://www.woodmizer-conosur.com/proceso-secundario/canteadora-woodmizer-doble-disco.html

Zaror, C., Parra, O., & Gonzales, P. (s.f.). *Desafios tecnologicos y ambientales para la gestion sustentable del Sector Forestal en los paises de America Latina y el Caribe.*

SANDVICK. Cuidado y mantenimiento de hojas de sierra cinta para madera. Cartilla. Bahía. Industrias Bahía SA. UNION SAS. Insumos para la Industria Maderera.

Unidad de Industria del Proyecto La Gloria, Reforestadora de la Costa, Refocosta SAS. 2014.

Castro, Luisa. Sierra cinta: Una Herramienta Dedicada al Corte. Revista Metal Actual N° 24. P 24-31. www.metalactual.com

Mapas Bing, 2014

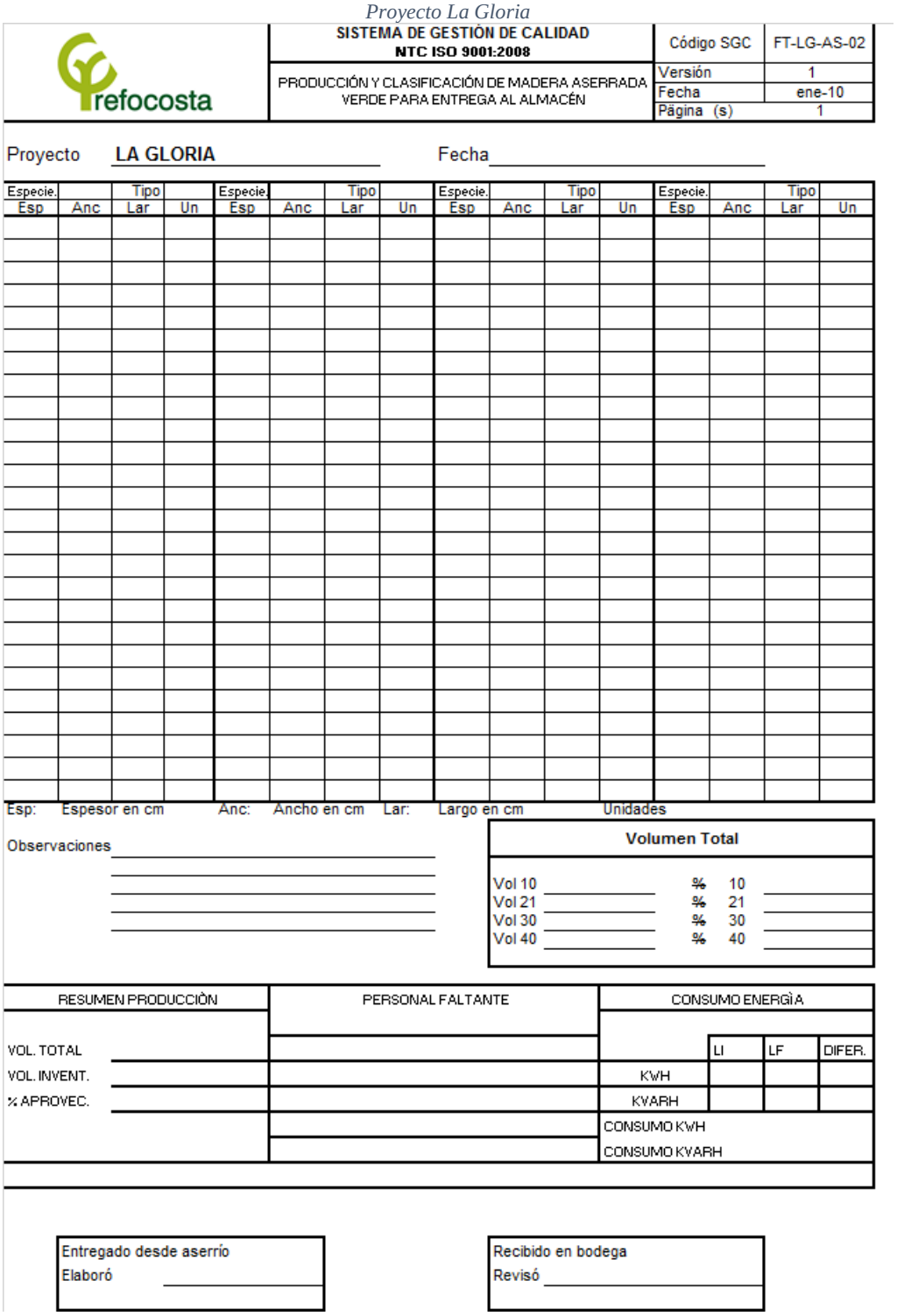
Refocosta.com, 2015

Silva, José Antonio; Ramírez, Alejandra; Fuentes, Francisco; Ritcher, Hans; Rodríguez, Raúl. 2012. Diagnóstico de la Industria Forestal de Transformación Primaria del Sureste Mexicano. Capítulo 6. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias exactas e Ingenieras. Departamento de Madera, celulosa y Papel. Unidad Académica "Propiedades y Usos de la Madera".

ANEXOS

ANEXO 1
FORMATO ORDENES DE PRODUCCIÓN DIARIA

Figura 62 Formato Órdenes de Producción del Aserrío del Proyecto La Gloria. Fuente: Unidad de Industria del Proyecto La Gloria



	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD NTC ISO 9001:2008	Código SGC	FT-LG-AS-02
refocosta	PRODUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MADERA ASERRADA VERDE PARA ENTREGA AL ALMACÉN	Versión	1
		Fecha	ene-10
		Página (s)	1

Proyecto LA GLORIA Fecha

Especie.		Tipo		Especie.		Tipo		Especie.		Tipo		Especie.		Tipo	
Esp	Anc	Lar	Un	Esp	Anc	Lar	Un	Esp	Anc	Lar	Un	Esp	Anc	Lar	Un

Esp: Espesor en cm Anc: Ancho en cm Lar: Largo en cm Unidades

Observaciones

Volumen Total			
Vol 10		% 10	
Vol 21		% 21	
Vol 30		% 30	
Vol 40		% 40	

RESUMEN PRODUCCIÒN	PERSONAL FALTANTE	CONSUMO ENERGÌA			
			LI	LF	DIFER.
VOL. TOTAL					
VOL. INVENT.		KWH			
% APROVEC.		KVARH			
		CONSUMO KWH			
		CONSUMO KVARH			

Entregado desde aserrío	Recibido en bodega
Elaboró	Revisó

ANEXO 2

CONTROL DE TIEMPOS DE MAQUINARIA

Figura 63 Planilla Tiempo de Maquinaria. Fuente: Unidad de Industria de Refocosta SAS

	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	Código SGC	FT-RF-AS-01
refocosta	NORMA ISO 9001:2008	Versión	1
	CONTROL DE TIEMPOS DE MAQUINARIA	Fecha	sep-10
		Pagina (s)	1

Fecha: _____ **Operario:** _____
Turno: AM ⊔ PM ⊔ **Horario:** _____ **Auxiliar:** _____
Máquina: _____ **Auxiliar:** _____

Especies: Teca____ Roble:____ Eucaltpo:____ Gmelli Pino _____

TIEMPOS DE MAQUINARIA

TIEMPOS										
Hr. Inicial	Hr. Final	Total Hrs.	M. Prima	Mantenim.	C. Carga	C. Herrida	Suministros	Ayudas	Otros	OBSERVACIONES

Revisó _____

ANEXO 3

FOLLETO: PARÁMETROS DE CALIDAD EN EL ASERRÍO

Figura 64 Folleto de parámetros de Calidad en el aserrío del PLG, Página 1

refocosta
productos y servicios forestales

PARÁMETROS DE CALIDAD EN EL ASERRIO

TABLEROS

TECA:

SE ACEPTA:

- MEDULA EN UNA SOLA CARA
- NUDOS MUERTOS
- MAXIMO UN NUDO EN RECORTES DE 40 CM
- EN RECORTES MENOS DE 40 CM SIN NUDOS

NO SE ACEPTA

- CORTEZA
- PUDRICION
- ARISTAS FALTANTES
- RAJADURAS

ROBLE:

SE ACEPTA:

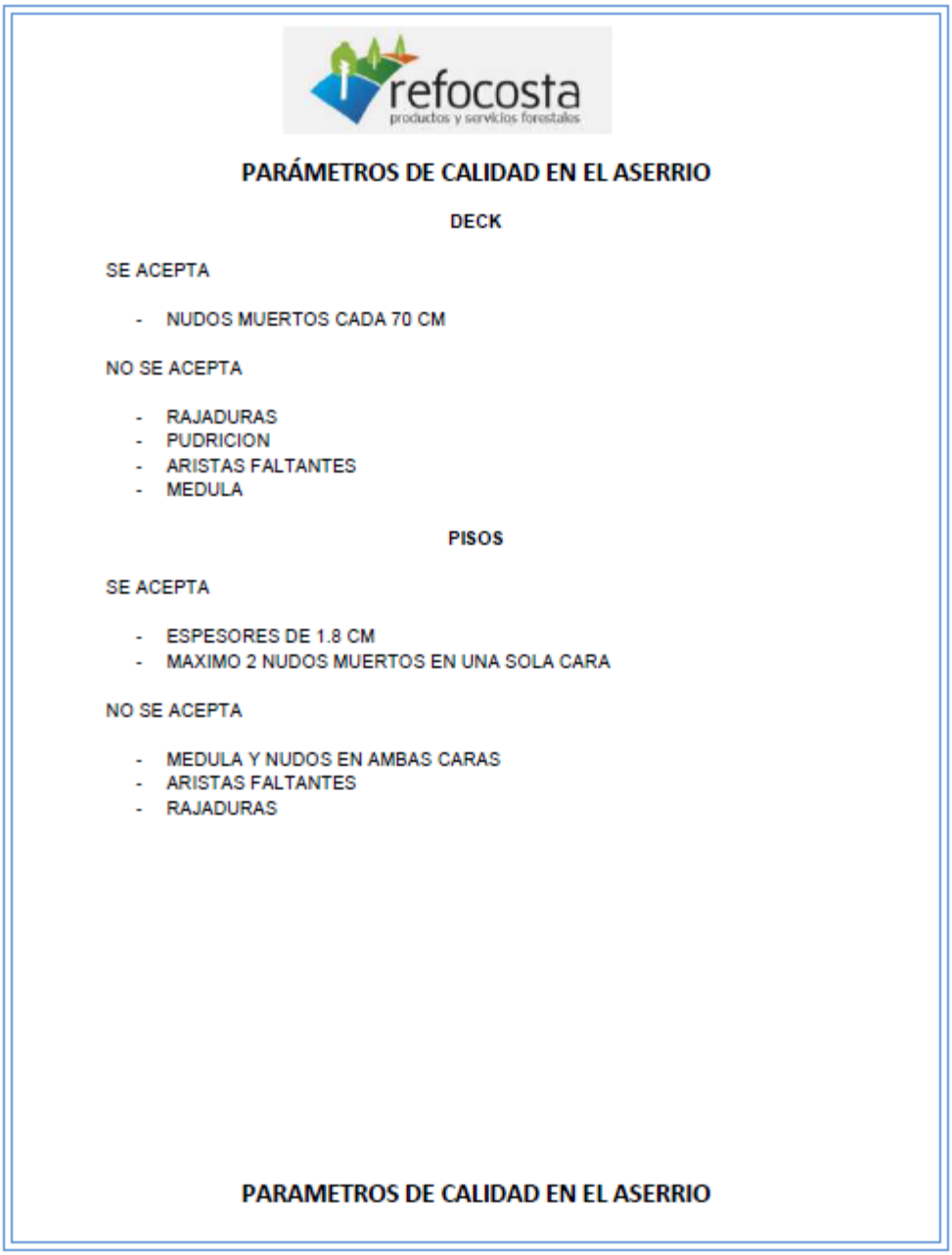
- MEDULA EN UNA SOLA CARA EN LONGITUDES DE 1,5 M Y 1 M
- MEDULA EN AMBAS CARAS EN LONGITUDES DE 2 M, TENIENDO EN CUENTA QUE NO SEAN PARALELAS EN LA TABLA
- NUDOS MUERTOS
- MAXIMO UN NUDO EN RECORTES DE 40 CM
- EN RECORTES MENOS DE 40 CM SIN NUDOS

NO SE ACEPTA

- CORTEZA MAYOR A 20 CM EN LA PUNTA
- PUDRICION
- ARISTAS FALTANTES
- RAJADURAS

PARAMETROS DE CALIDAD EN EL ASERRIO

Figura 65 Folleto de parámetros de Calidad en el aserrío del PLG, Página 2



refocosta
productos y servicios forestales

PARÁMETROS DE CALIDAD EN EL ASERRIO

DECK

SE ACEPTA

- NUDOS MUERTOS CADA 70 CM

NO SE ACEPTA

- RAJADURAS
- PUDRICION
- ARISTAS FALTANTES
- MEDULA

PISOS

SE ACEPTA

- ESPESORES DE 1.8 CM
- MAXIMO 2 NUDOS MUERTOS EN UNA SOLA CARA

NO SE ACEPTA

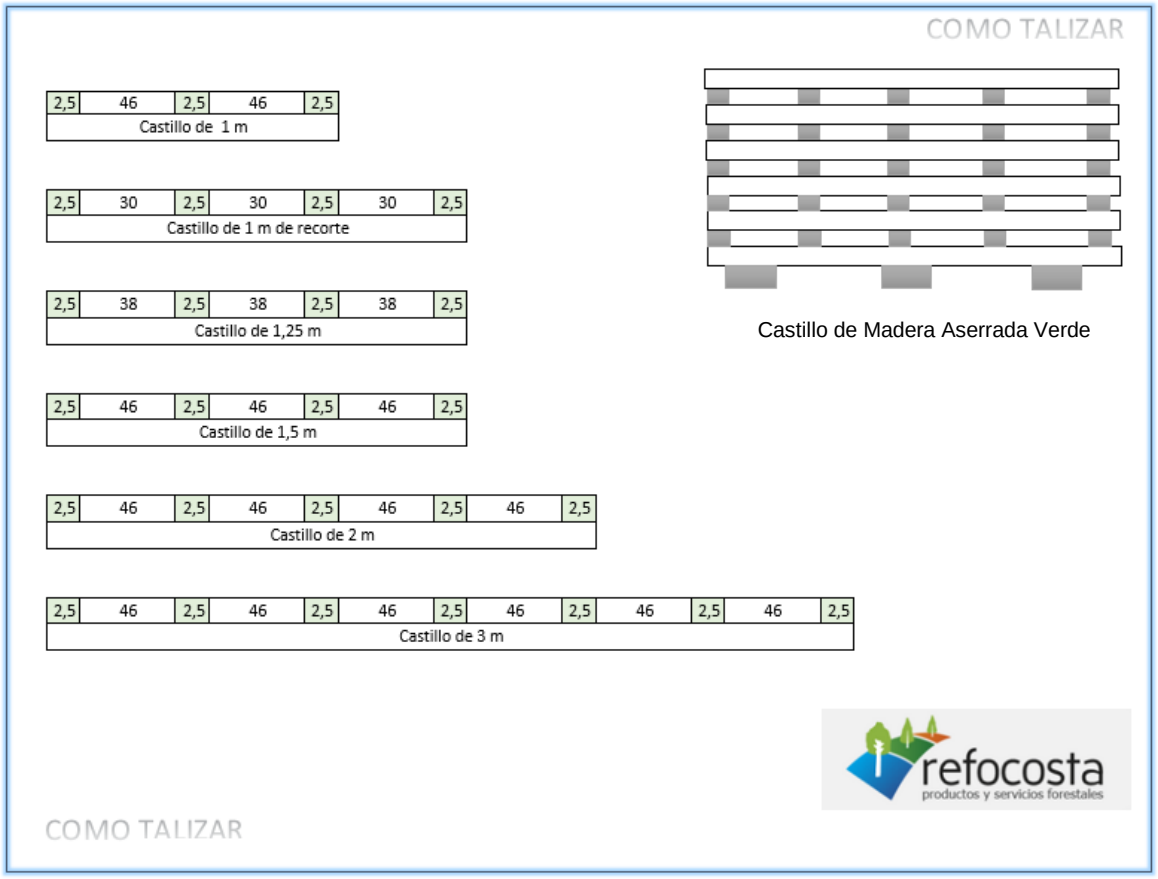
- MEDULA Y NUDOS EN AMBAS CARAS
- ARISTAS FALTANTES
- RAJADURAS

PARAMETROS DE CALIDAD EN EL ASERRIO

ANEXO 4

FOLLETO:
COMO TALIZAR: CONSTRUCCIÓN DE CASTILLOS DE MADERA ASERRADA VERDE

Figura 66 Folleto: como talizar: construcción de castillos de madera aserrada verde, para los clasificadores del aserrío del Proyecto La Gloria



ANEXO 5
INVENTARIO T. ROSEA

Para la realización del inventario de los lotes de Tabebuia rosea (Roble) en el proyecto La Gloria de REFORESTADORA DE LA COSTA SAS en el municipio de Sabanas de San Ángel, departamento del Magdalena, se establecieron 29 parcelas, una por cada lote, con una superficie de 500 m² o 0.05ha.

Los lotes que se muestrearon son los siguientes:

GR	84	Tr	702	GR	84	Tr	405b
GR	84	Tr	703	GR	84	Tr	808
GR	82	Tr	105	GR	83	Tr	601b
GR	84	Tr	308	GR	83	Tr	602b
GR	83	Tr	322	GR	84	Tr	706
GR	83	Tr	323	GR	83	Tr	314
GR	84	Tr	406a	GR	84	Tr	403c
GR	84	Tr	406b	GR	83	Tr	603a
GR	84	Tr	407	GR	84	Tr	705b
GR	83	Tr	408	GR	84	Tr	309
GR	84	Tr	505	GR	97	Tr	317
GR	83	Tr	501	GR	94	Tr	212
GR	83	Tr	506	GR	82	Tr	110
GR	84	Tr	405a	GR	84	Tr	705a

A la parcela de cada lote se les tomaron los siguientes datos: altura total, altura comercial y circunferencia a la altura del pecho (CAP). Estos datos fueron tomados por medio de los siguientes instrumentos: cinta métrica, para la toma del CAP, y clinómetro SUNTO, para la toma de los datos de altura.

En inventario en la fase campo fue realizado durante una semana en el mes de enero de 2014 por dos operadores, Grismaldo Vega y Martín Aragón, de Refocosta con conocimientos en la adecuada realización de los mismos.

Para la siguiente fase del inventario se tomaron los datos anteriormente mencionados, los cuales se analizaron de la siguiente manera, teniendo en cuenta que para este análisis se debían tener datos de la parcelas en DAP (diámetro a la altura del pecho) y volumen, por lo tanto:

1. Para el análisis de los anteriores parámetros, los datos recolectados en campo se dividieron en categorías diamétricas por lote, esto teniendo en cuenta el DAP; estas categorías se realizaron cada 2 cm, por cuestiones de cosecha de los individuos en el área de aprovechamiento.

2. El CAP se convirtió en DAP, por medio de la siguiente formula

$$DAP = (CAP/¶)$$

$$DAP = cm$$

$$¶ = 3.1416 ....$$

3. El volumen se halló con la siguiente formula:

$$Volumen = V = (¶/40.000)\ x\ (DAP^2)\ x\ hc\ x\ ff$$

$$V = m^3$$

$$Hc = altura\ comercial\ (m)$$

$$ff = 0.9$$

4. El número de individuos por hectárea y el volumen por hectárea se hallaron de la siguiente manera:

$$\text{Número de individuos por hectárea} = \text{número de individuos por categoría diamétrica} / 0.05$$

$$Volumen\ por\ hectárea = v/0.05$$

$$Volumen\ por\ hectárea = m^3/ha$$

5. Para hallar el volumen total por cada lote se realizó lo siguiente:

$$Volumen\ por\ hectárea\ x\ hectáreas\ por\ lote = volumen\ por\ lote$$

Para hallar el volumen final por lote, al valor anterior se le descontaron ciertos porcentajes por las características de los lotes, estos porcentajes fueron los siguientes:

2% por errores cometidos durante el proceso en campo, en tanto a las mediciones

10% se le descontó a los lotes que tuvieran las siguientes características: árboles muertos y/o secos, en baja cantidad comparados con los demás individuos del lote

30% se descontó a los lotes que tuviesen zonas sin individuos, parches de árboles, fueran zonas con características regulares en tanto a la densidad.

De las 29 parcelas muestreadas, se obtuvo la siguiente tabla, la cual resume la metodología realizada y nos da el valor final inventariado en m³ de T. rosea existente en el proyecto:

Tabla 41 Resumen Inventario T. rosea enero de 2014 en el Proyecto La Gloria de Refocosta S.A.S

					ha	N° ind/ha	Vol total/ha	N° ind lote	Vol total lote	N° ind lote	Vol total lote	N° ind lote	Vol total lote
1	GR	84	Tr	702	15,7	260	81,48128338	4082	1279,256149	4000,36	1253,671026	2800,252	877,5697183
2	GR	84	Tr	703	39,3	320	100,4953155	12576	3949,465897	12324,48	3870,476579	8627,136	2709,333606
3	GR	82	Tr	105	1,6	60	16,22761749	96	25,96418799	94,08	25,44490423	65,856	17,81143296
4	GR	84	Tr	308	1,1	100	4,692152134	110	5,161367348	107,8	5,058140001	107,8	5,058140001
5	GR	83	Tr	322	15,2	260	11,32765636	3952	172,1803767	3872,96	168,7367691	2711,072	118,1157384
6	GR	83	Tr	323	33,9	360	10,89628202	12204	369,3839605	11959,92	361,9962813	8371,944	253,3973969
7	GR	84	Tr	406a	23	240	7,821436333	5520	179,8930357	5409,6	176,295175	3786,72	123,4066225
8	GR	84	Tr	406b	12	180	4,207857624	2160	50,49429149	2116,8	49,48440566	1481,76	34,63908396
9	GR	84	Tr	407	6,9	160	5,445146447	1104	37,57151048	1081,92	36,82008027	757,344	25,77405619
11	GR	83	Tr	408	17,6	100	2,003388398	1760	35,25963581	1724,8	34,5544431	1207,36	24,18811017
12	GR	84	Tr	505	1,4	100	1,700495334	140	2,380693468	137,2	2,333079599	96,04	1,633155719
13	GR	83	Tr	501	0,8	80	17,22331615	64	13,77865292	62,72	13,50307986	56,448	12,15277188
14	GR	83	Tr	506	3,3	160	2,21879711	528	7,322030462	517,44	7,175589853	362,208	5,022912897
15	GR	84	Tr	405a	17,5	160	5,563580905	2800	97,36266584	2744	95,41541253	1920,8	66,79078877
16	GR	84	Tr	405b	2,7	100	2,764038072	270	7,462902793	264,6	7,313644737	185,22	5,119551316
17	GR	84	Tr	808	2,4	100	2,256021318	240	5,414451164	235,2	5,306162141	164,64	3,714313498
18	GR	83	Tr	601b	4,9	140	47,72021198	686	233,8290387	672,28	229,1524579	470,596	160,4067205
19	GR	83	Tr	602b	1,2	100	23,1110094	120	27,73321128	117,6	27,17854706	82,32	19,02498294
20	GR	84	Tr	706	16,5	240	4,71682957	3960	77,8276879	3880,8	76,27113415	2716,56	53,3897939
21	GR	83	Tr	314	21,3	180	7,66650611	3834	163,2965802	3757,32	160,0306485	2630,124	112,021454
22	GR	84	Tr	403c	7,3	240	7,827750686	1752	57,14258001	1716,96	55,99972841	1716,96	55,99972841
23	GR	83	Tr	603a	15,8	240	6,841356645	3792	108,093435	3716,16	105,9315663	3344,544	95,33840966
24	GR	84	Tr	705b	23,6	220	61,00121618	5192	1439,628702	5088,16	1410,836128	3561,712	987,5852894
25	GR	84	Tr	309	6,6	140	6,066960353	924	40,04193833	905,52	39,24109956	633,864	27,46876969
26	GR	97	Tr	317	0,8	160	3,75454373	128	3,003634984	125,44	2,943562284	112,896	2,649206056
27	GR	94	Tr	212	0,9	380	10,95674869	342	9,861073823	335,16	9,663852347	335,16	9,663852347
28	GR	82	Tr	110	0,2	60	0,754535712	12	0,150907142	11,76	0,147889	1,176	0,0147889
29	GR	84	Tr	705a	19,1	180	43,11428927	3438	823,4829251	3369,24	807,0132666	2358,468	564,9092867
Total					312,6	5020	499,8563429	71786	9222,443523	70350,28	9037,994653	50666,98	6372,199681

Teniendo en cuenta los castigos o descuentos realizados al volumen total de T. rosea, se estima que en el Proyecto existen aproximadamente 6372 m³ en 312,6 ha. Este volumen es estimado a partir de individuos de todas las categorías diamétricas*, por lo tanto no es un volumen final, pues se debe tener en cuenta que existen lotes los cuales por edad pueden sumar más volumen a través de los años.

* Las categorías diamétricas que encontramos a través del análisis del inventario varían desde 3,7 cm hasta individuos con DAP de 32 cm, lo podemos observar en la siguiente tabla resumen de todos los individuos muestreados en los lotes de T. rosea:

Tabla 42 Individuos, DAP y Volumen según Categorías Diamétricas de T. rosea según el inventario de enero de 2014

Categorías diamétricas	Núm. de ind	DAP (cm)	Volumen (m³)
2-4	6	3,756	0,023
4-6	37	5,312	0,475
6-8	104	6,809	2,753
8-10	32	8,896	1,833

10-12	2	11,189	0,202
12-14	4	12,955	0,357
14-16	4	15,486	0,358
16-18	6	17,003	0,730
18-20	13	19,138	2,458
20-22	8	21,462	2,003
22-24	14	22,718	4,228
24-26	11	25,523	4,463
26-28	4	26,807	1,816
28-30	3	28,786	2,001
30-32	2	31,545	1,273
Total general	250	10,904	24,972

De acuerdo a lo anterior podemos decir que la mayoría de los individuos se encuentran en categorías diamétricas pequeñas (Figura 67), por lo cual no son aptos para su aprovechamiento; la mayor cantidad de volumen se distribuye al contrario en las ultimas categorías desde DAP de 18 cm, como en la tercera y cuarta categoría estas por cantidad de individuos (Figura 68).

Figura 67 Distribución diamétrica T. rosea Proyecto La Gloria

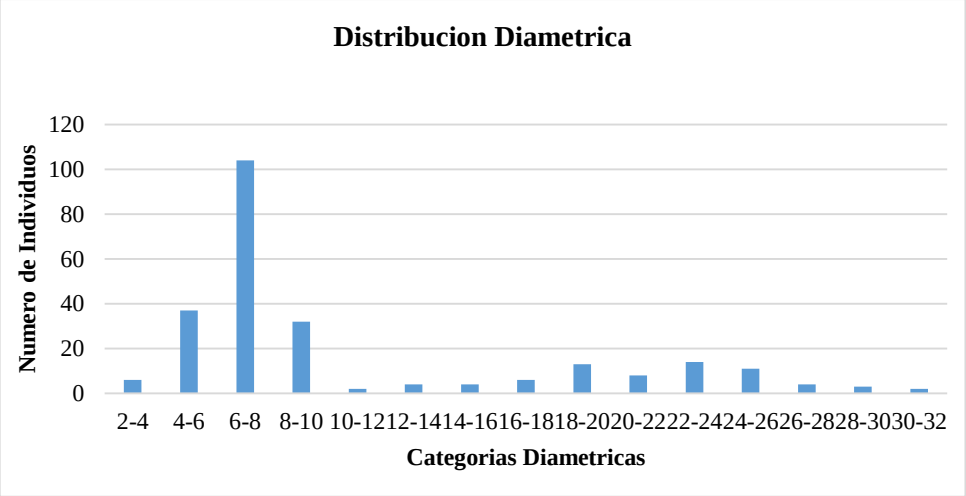


Figura 68 Volumen vs Categorías diamétricas en T. rosea Proyecto La Gloria

