



**Universidad Gabriela Mistral  
Facultad Ingeniería Civil Industrial  
Santiago**



# **OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN ASERRADEROS ARAUCO**

Alumno : Felipe Luengo Salinas  
Profesor Guía : Rodolfo Martínez O.

## **AGRADECIMIENTOS**

Especialmente a mis padres Mónica y Orlando, a mis hermanos, a mis abuelos Nina y Helio.

También a todos aquellos que estuvieron en algún minuto de esta etapa y a los que aparecieron en mi camino y aún están conmigo.

**GRACIAS TOTALES**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En este resumen ejecutivo se identificarán distintos problemas que se han suscitado en los aserraderos pertenecientes a la empresa Celulosa Arauco y Constitución S.A. De acuerdo a esto se presenta una síntesis de los problemas encontrados en los aserraderos.

Para esto, se contemplaron dos aserraderos que son: Viñales y Coelemu.

Para el análisis y formación del modelo se contempló al aserradero Viñales, ubicado en Constitución. La elección de este aserradero se basó principalmente en el problema existente en un Descortezador, motivo por el cual se usará como prueba del modelo.

El Descortezador es una máquina que tiene como principal función sacarle la corteza a los troncos que llegan al aserradero. Esto con el fin de entregarlos limpios para que sean procesados.

El problema que existe con este descortezador, es que se presume que ya ha cumplido su vida útil y por este motivo se ha visto un incremento notorio en lo que son las horas de detención del equipo. Esto, debido a las distintas mantenciones y reparaciones. En las mantenciones se incluye, aparte de las mantenciones preventivas y correctivas, una mantención de tipo mayor, la cual se realizaba una vez al año, pero a fines del 2003 ha sufrido un aumento en las frecuencias llegando a realizarse entre dos a tres mantenciones al año.

Todo esto, claramente representa un aumento en el costo de mantención y de reparación ocasionado por las constantes reparaciones

a la que es sometido el equipo. También, hay ocasiones en que se tiene que implementar un nuevo turno, lo que conlleva a incurrir en horas extras con el fin de lograr la producción programada.

Con respecto al Aserradero Coelemu, este se usó principalmente como modelo a seguir de eficiencia productiva y al mismo tiempo como ejemplo del buen trabajo del equipo de mantención.

Cabe destacar que estos tipos de aserradero son diseñados para trabajar dos turnos de 9 horas.

Con el trabajo concentrado en estos dos aserraderos, lo que se busca es crear una metodología para poder encontrar una solución óptima de mantención y reemplazo de equipos al aserradero Viñales. Luego, implementar esta metodología al resto de los aserraderos con lo que se buscará minimizar el tiempo de evaluación y los costos respectivos asociados.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>0</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>CAPITULO N° 1-ASERRADEROS ARAUCO S.A.</b>	<b>9</b>
1.1-Instalaciones	9
1.2- Proveedores	11
1.3- Productos Fabricados	12
1.4- Diagrama de Bloque	13
Figura N° 1 Diagrama de Bloque	14
1.5- Objetivo Principal	14
1.6- Metodología a Seguir	15
<b>CAPITULO N° 2: ASERRADERO VIÑALES</b>	<b>17</b>
2.1- Cambio de Equipo	18
2.2- Cambio de Pieza	19
2.3- Análisis de Costos	19
2.4- Mantenciones Mayores Realizadas al Equipo	21
2.5- Detenciones	22
2.6- Horas Extras	22
<b>CAPITULO N° 3: PLANILLA DE MEDICIÓN Y RENDIMIENTO DE EQUIPOS</b>	<b>24</b>
3.1- Diseño de la Planilla de Medición y Rendimiento	24
3.2- Equipos Seleccionados	27
3.2.1- Descortezador:	28
3.2.2- Primera Máquina:	28
3.2.3- Sierra Múltiple:	29
3.2.4- Hornos:	29
3.2.5- Cepilladora:	30
<b>CAPITULO N° 4: MODELO DE REEMPLAZO DE EQUIPOS</b>	<b>31</b>
4.1- Formulación del Modelo de Evaluación de Equipo	32
4.1.1-Renovación de un Equipo que se Deprecia:	32
4.1.2-Determinación del Tiempo Óptimo de Reemplazo	34
4.1.3-Variables Importantes para el Modelo	35
4.2-Eschema del Modelo de Evaluación	37
4.3.- Aplicación del Modelo: Descortezador Viñales	39
4.3.1 Etapas del Modelo	40
4.3.2 Ciclos de Evaluación, Primer Ciclo(año 2001)	43
4.3.3-Segundo Ciclo ( año 2002)	48
4.3.4-Tercer Ciclo ( año 2003)	50
4.3.5-Cuarto Ciclo (año 2004)	52

4.3.6 Quinto Ciclo (año 2005)	54
4.4-Estado Actual del Descortezador	57
4.5- Plan de Mantenimiento para los Equipos	62
<b>CAPITULO N° 5: ANÁLISIS ESTRATÉGICO</b>	<b>69</b>
5.1-Análisis Externo	70
5.2-Análisis Interno	77
5.2.1-Análisis de la Cadena de Valor	79
5.2.2-Actividades de Soporte	81
5.3-Estrategias Genéricas:	84
5.3.1-Matriz FODA	84
5.3.2-Matriz Atractivo De La Industria/ Fortaleza Del Negocio:	85
<b>CAPITULO N° 6: ESTRATEGIA FUNCIONAL.</b>	<b>89</b>
6.1-Benchmarking Interno	89
6.2-Plan de Mantenimiento de Aserradero Coelemu	90
6.3- Plan de Mantenimiento	93
<b>CAPITULO N° 7: EVALUACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>95</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>105</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>106</b>

## INTRODUCCIÓN

Aserraderos Arauco se ha convertido en la principal empresa productora de madera aserrada en Latinoamérica y el hemisferio sur. Actualmente es también el mayor productor de molduras de pino radiata en la región. Su capacidad de aserrío, que incluye instalaciones en Chile y Argentina, asciende a 3 millones 380 mil m<sup>3</sup>/año. La capacidad de secado de Arauco es de 2 millones 659 mil m<sup>3</sup>/año y la capacidad de producción de sus plantas de remanufactura alcanza a 456 mil m<sup>3</sup>/año.

Es también la principal empresa exportadora de Chile en su rubro, con una participación superior a un tercio de las exportaciones totales. De hecho, el 88% de la madera aserrada que produce Arauco esta orientada a la exportación a mercados como Norteamérica, Medio Oriente, América central, América del sur y Asia. El 12% de la producción se destina al mercado chileno, donde la empresa tiene el primer lugar en las ventas de madera aserrada.

Actualmente, Aserraderos Arauco está formado por catorce aserraderos, de los cuales doce se encuentran en Chile y los dos restantes en Argentina. Estos fabrican productos destinados a la industria del mueble y el diseño, maderas para embalaje, pallets y maderas para la construcción. Además, también esta formado por siete plantas de remanufactura, de las cuales cinco se encuentran en Chile y dos en Argentina. En estas plantas su principal función es la elaboración de molduras, finger joint y sólidas, paneles encolados y productos laminados.

La madera que se produce en los aserraderos está correctamente clasificada según normas para los múltiples usos requeridos por los

clientes. Son de alta calidad de apariencia y existe una variada oferta de productos con diferentes grados de terminación. Todo esto ha ayudado a Arauco a que se hayan expandido los horizontes de mercado y un mejoramiento en las ventas de toda índole.

Durante el año 2004, la empresa obtuvo un mejoramiento importante en sus volúmenes de venta, tanto en madera como en productos remanufacturados y se registró un aumento significativo en los precios de los productos madereros, todo lo cual se tradujo en excelentes resultados comerciales.

Esto también se vio reflejado en el mercado chileno ya que sus volúmenes de ventas crecieron en un 12%. Unos de los crecimientos más notable fue el sufrido en Argentina ya que se pudo aumentar las ventas en un 66%, esto se debe a la adquisición del Aserradero Bossetti en el año 2004, el mismo año en que se puso en marcha el Aserradero Itata, ubicado en la VIII región. Se trata del aserradero más grande y moderno del país, con una capacidad de producción de 400 mil m<sup>3</sup>/año.

Aserraderos Arauco da empleo directo e indirecto a más de siete mil personas en Chile y Argentina. Durante el año 2004 se invirtieron más de 50 mil horas en capacitación en aproximadamente 300 cursos, para un total de 3 mil trabajadores.

En la actualidad Arauco mantiene una relación estrecha con las comunidades aledañas que se traduce en cursos que brinda a familiares de sus trabajadores y en una política de puertas abiertas en sus instalaciones industriales, para que alumnos de colegios y liceos cercanos las visiten y eventualmente hagan prácticas estudiantiles.

La empresa mantiene una estricta política de protección al medioambiente en sus aserraderos y plantas de manufactura, lo que se ratifica con el hecho de que todas sus instalaciones en Chile cuentan con la certificación ambiental internacional ISO 14001 desde hace dos años. Durante este periodo, además, las plantas en Chile se sometieron exitosamente a la auditoria de cadena de custodia -que forma parte de la certificación CERTFOR. En agosto del año 2001 suscribieron el Acuerdo de Producción Limpia, establecido entre autoridades y empresas del sector para estimular el desarrollo de un manejo ambiental preventivo a objeto de evitar la contaminación y disminuir la generación de residuos y emisiones en las operaciones propias de esta área de negocios. Las instalaciones en Argentina cuentan con la certificación de calidad ISO 9001, el aserradero Bossetti cuenta también con la certificación 14001, el aserradero Piray la obtendrá el 2006 y, junto a las instalaciones en Chile, está en proceso de obtener la certificación OHSAS 18000.

## CAPITULO N° 1-ASERRADEROS ARAUCO S.A.

### 1.1-Instalaciones

En la tabla N°1 se resume el total de aserraderos con sus respectivas capacidades y el total de sus plantas de remanufactura con sus capacidades.

**Tabla N° 1: Aserraderos Arauco**

<b>Aserraderos</b>	<b>Capacidad m3</b>
Horcones I	360.000
Horcones II	250.000
Araucanas	130.000
Escuadrón	100.000
Coelemu	80.000
Mutrum	130.000
Viñales	260.000
Valdivia	360.000
Cholguan	350.000
Colorado	360.000
Nueva Aldea	400.000
El Cruce	100.000
<b>TOTAL</b>	<b>2.880.000</b>

Fuente: Aserraderos Arauco

Por otra parte, Aserraderos Arauco también posee cinco plantas de remanufactura en Chile, estas plantas se ven en la Tabla N°2.

**Tabla N° 2: Plantas de Remanufactura Arauco**

<b>Planta de Remanufactura</b>	<b>Capacidad M3</b>
Horcones	136.000
Viñales	120.000
Valdivia	72.000
Cholguan	66.000
Cholguan Vigas	8.000
<b>TOTAL</b>	<b>402.000</b>

Fuente: Aserraderos Arauco

Las plantas de remanufactura tienen una capacidad total de 402.000m<sup>3</sup>, están dirigidas a la fabricación de distintos productos, tales como: madera aserrada, madera para construcción, tableros encolados, entre otros productos.

Las instalaciones en Argentina, comprenden dos aserraderos y dos plantas de Remanufactura.

Los aserraderos Argentinos se pueden ver a través de la Tabla N°3, mientras que las plantas de remanufactura se ven en la Tabla N°4.

**Tabla N° 3: Aserraderos Arauco Argentina**

<b>Aserraderos</b>	<b>Capacidad m3</b>
Bosetii	180.000
Piray	320.000
<b>TOTAL</b>	<b>500.000</b>

Fuente: Aserraderos Arauco

**Tabla N° 4: Planta de Remanufactura Arauco Argentina**

<b>Planta de Remanufactura</b>	<b>Capacidad m3</b>
Bosetti	18.000
Piray	36.000
<b>TOTAL</b>	<b>54.000</b>

Fuente: Aserraderos Arauco

Hay que mencionar que la producción Argentina, tanto de madera aserrada como productos de las plantas de remanufactura, se destina solamente al consumo argentino.

## **1.2- Proveedores**

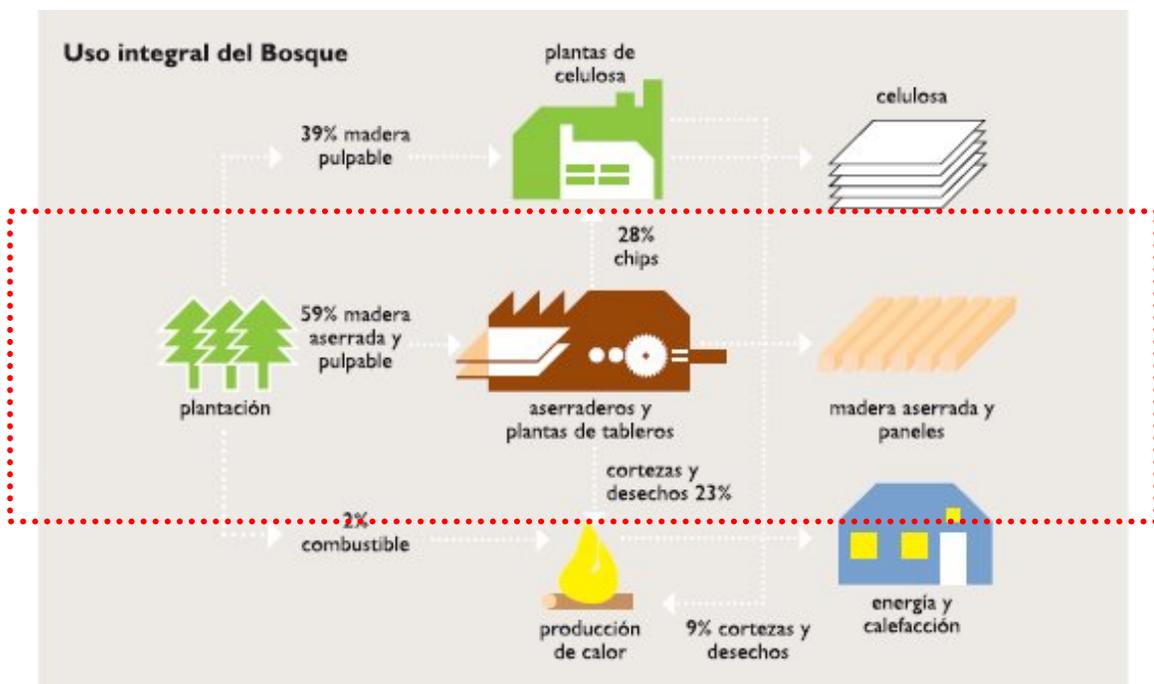
Celulosa Arauco y Constitución S.A. pertenece al mismo grupo económico al que pertenecen varias forestales en que destacan Forestal Arauco, Forestal Valdivia y Forestal Cholguan entre otras, las cuales proveen a los aserraderos de la madera necesaria para su producción. También, cuenta con otras forestales como proveedores. Otro proveedor importante que tiene la empresa es la empresa de combustibles Shell. Esta empresa es la que provee a los distintos aserraderos de todos los lubricantes y combustibles para los equipos.

Con respecto a los proveedores de equipos y repuestos estos son principalmente canadienses y suecos. Estos productos van desde sierras huinchas, que por lo general se cambian cada cuatro horas, hasta equipos principales. Por esta razón, los proveedores de equipos e insumos forestales tienen que tener un stock permanente y grande (en el caso de los insumos con consumo alto). Esto no ocurre con lo que respecta a los equipos, pero si ocurre con los distintos repuestos que ellos tienen que tener en stock debido al alto costo asociado al tiempo de paralización de la máquina en reparación.

### 1.3- Productos Fabricados

Los productos que ofrece esta empresa son variados como: madera aserrada, productos elaborados y tableros encolados. La producción de los aserraderos está sujeta a los pedidos de los clientes y en otros casos a los requerimientos que el mercado presenta en ese instante.

A continuación se presentará un esquema general de la empresa Celulosa Arauco en la cual se muestra la proporción correspondiente a los aserraderos y posteriormente un listado de los productos que ofrece Aserraderos Arauco.



Fuente: Memoria Celulosa Arauco 2006

<b>Madera Aserrada</b>
Madera Moulding y Better
Madera Shop/99
Madera Seca Cepillada
Madera Impregnada
Madera Estructural
Madera Construcción
Madera Embalaje
Madera Basa

<b>Productos Elaborados</b>
Custocks
Blanks
Molduras Prepintado de Pino
Molduras Sólidas

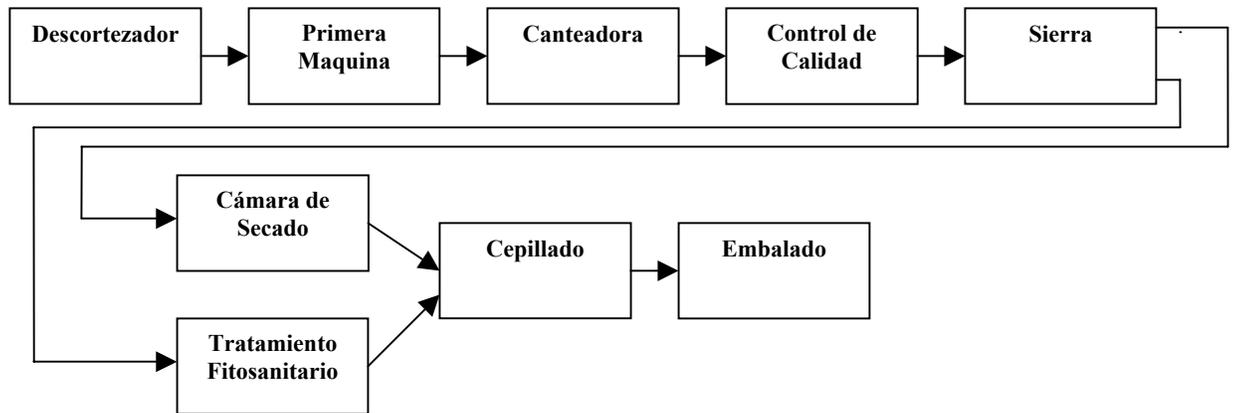
Por último se debe mencionar la variedad de tableros encolados.

<b>Tableros Encolados</b>
Tableros Finger
Tableros Masterplac
Tableros Sólidos

#### 1.4- Diagrama de Bloque

El presente diagrama de bloques muestra el sistema operativo de los aserraderos.

Hay que resaltar que este diagrama es una guía para los aserraderos, lo que significa que no todos los aserraderos tienen el mismo tipo de maquinarias. Pero para nuestro caso este diagrama es el mismo para los aserraderos en estudio.

**Figura N° 1 Diagrama de Bloque**

Fuente: Elaboración propia

Por medio de este diagrama de bloques se podrá identificar cuales son las máquinas que dan origen a los distintos productos, así como mostrar en forma más clara cual es el ciclo del proceso.

### 1.5- Objetivo Principal

El objetivo principal de esta tesis es poder ayudar a tomar una decisión más eficiente y eficaz en cuanto al reemplazo de equipos de aserraderos. Para esto, se implementará un modelo de renovación de equipos, el cual entrega los resultados en una planilla de costos con el propósito de evaluar las decisiones.

El modelo de renovación de equipos básicamente ayudará a reconocer cual es realmente el problema que existe a través de ciertos pasos que se van a detallar en el capítulo dedicado al modelo de renovación.

Con respecto a la planilla, esta va a estar conformada por los costos que los diferentes equipos producen a lo largo de su periodo productivo. Con esto lo que se busca es poder tener una base de datos de los costos más significativos de los equipos con el fin de poder ayudar a tomar la decisión sobre el reemplazo de los equipos.

### **1.6- Metodología a Seguir**

La metodología a seguir comprende dos etapas que son:

La primera etapa, consiste en identificar cuales son las variables críticas que afectan de manera significativa la producción, con el objetivo de crear una base de datos que permita hacer una evaluación del desempeño de las distintas máquinas que vayan cumpliendo su vida útil. Por ejemplo, poder reubicar en otras instalaciones aquellas máquinas que se encuentren trabajando por debajo de su capacidad. Esto con el fin de minimizar los altos costos operacionales de los aserraderos y así optimizar los recursos de estos.

Una vez creada esta metodología, la siguiente etapa será traspasar esta base de datos a un sistema computacional de uso masivo.

El objetivo que se busca es ayudar en la toma de decisiones correctas que permitan cumplir con la optimización de los recursos presentes en los aserraderos.

Por último, el objetivo de este método también recae en determinar el momento óptimo de hacer una inversión, dando así de baja algún equipo.

A continuación se abordará el problema encontrado en el aserradero Viñales y las variables con que aporta este aserradero al modelo.

## CAPITULO N° 2: ASERRADERO VIÑALES

Este aserradero se encuentra ubicado en la Ciudad de Constitución, tiene una capacidad de 260.000 m<sup>3</sup> mensuales.

El principal problema que existe en este aserradero está directamente relacionado con un Descortezador, mas específicamente en el Rotor, el cual es una pieza principal en el equipo.

El Descortezador tiene como principal función entregar un tronco totalmente limpio de su corteza con el fin de poder ser procesado de mejor forma por los equipos posteriores.

El funcionamiento de este equipo afecta en forma significativa al proceso del aserradero y al producto, debido a que el mal funcionamiento de éste no permite procesar la materia prima en forma óptima y así entregar un producto de buena calidad.

El Descortezador tiene una condición de diseño ideal, la que especifica que el equipo está capacitado para procesar 420 trozos/hora, con un largo del trozo de 4 metros. Este trozo debe tener un diámetro promedio de 0,237 metros, con estas características el factor de uso es de 76,9%, lo que significa que la capacidad de producción ideal del Descortezador es de 90,68m<sup>3</sup>/hora, pero la capacidad real es de 72m<sup>3</sup>/hora.

Las condiciones actuales de trabajo del Descortezador son distintas, ya que éste procesa un promedio de 600 trozos/hora, con un largo de 4,0 metros. Entrega así una capacidad de producción ideal para estas condiciones de 135,6 m<sup>3</sup>/hora pero con una capacidad real de 104,2 m<sup>3</sup>/hora.

A partir de la información técnica del Descortezador y del actual ambiente de trabajo a que está siendo sometido el equipo se pueden rescatar algunas variables para empezar a formar el modelo de optimización. Pero antes de mencionar las variables, es necesario establecer algunas condiciones tales como: el periodo de análisis del informe, que comprende los periodos que van del 2001 al 2005 considerando solo el Descortezador (carcaza, cuchillos, brazos y rotor), no considera los motores de accionamiento, cilindros, rodillos y reductor.

A continuación se mencionarán las variables encontradas en este aserradero, las cuales van a aportar las base de la Planilla de Medición y Rendimiento de equipos.

### **2.1- Cambio de Equipo**

Una de las variables que se puede rescatar de la información está ligada al trabajo a que esta siendo sometido el Descortezador, ya que este equipo ha estado trabajando con un nivel de exigencia de producción mayor del que ha sido diseñado. Esto se puede ver claramente en el número de trozos por hora que esta procesando versus al número de trozos que su diseño le permite procesar.

Otra variable importe que se puede desglosar de este análisis, es la variable relacionada con los costos que involucran las mantenciones, tanto correctivas como preventivas y a las mantenciones mayores que se le han hecho al equipo una vez al año. Aparte, se van a mencionar también las horas de detenciones que este equipo ha tenido durante este periodo de evaluación.

## **2.2- Cambio de Pieza**

Esta variable también es importante, ya que permite reparar el equipo cambiando la pieza afectada, en este caso se refiere al rotor del equipo.

Este rotor tiene un costo de inversión, el cual incluye repuestos para un año de trabajo.

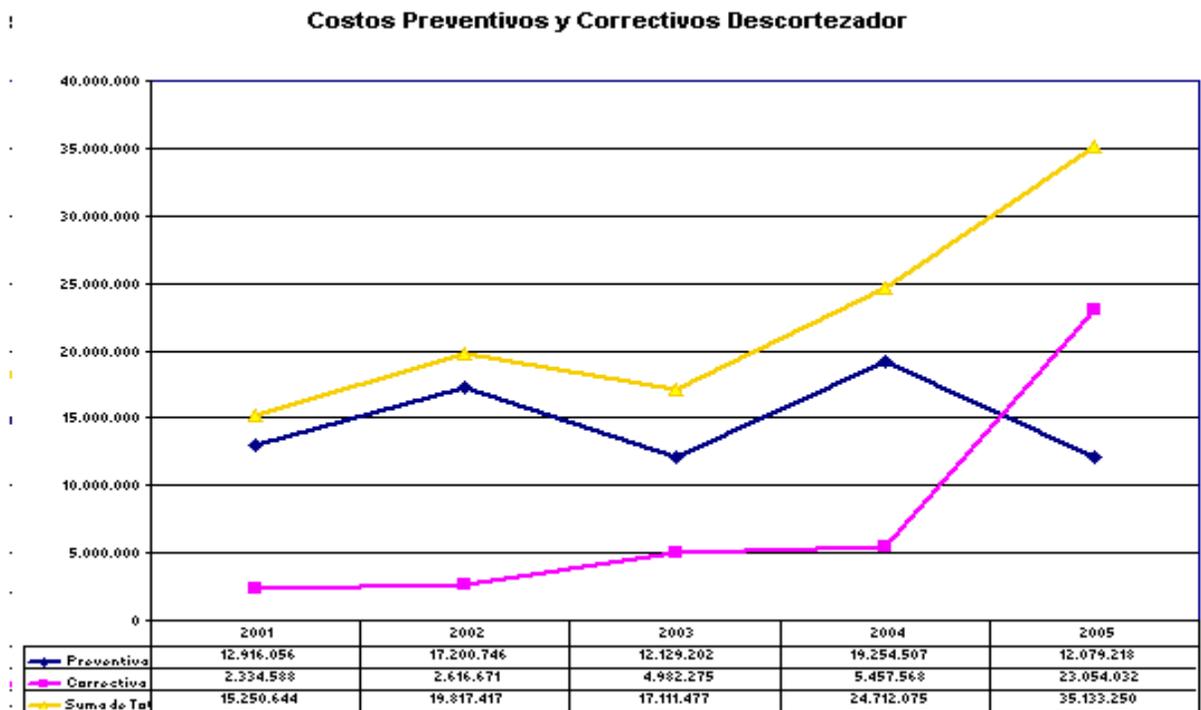
## **2.3- Análisis de Costos**

Los costos totales en los que se ha incurrido a causa de las distintas mantenciones del equipo en los últimos cinco años corresponden a un 97% del total de lo invertido en mantención, tan solo un 3% corresponden a errores operacionales.

Con respecto a los costos, estos han aumentado más del doble en el periodo que contempla desde el 2001 al 2005.

A través del Gráfico N° 1 se puede apreciar el aumento de costos, al igual que se presentan estos desglosados en preventivos y correctivos.

**Gráfico N° 1 Costos Preventivos y Correctivos del Descortezador**



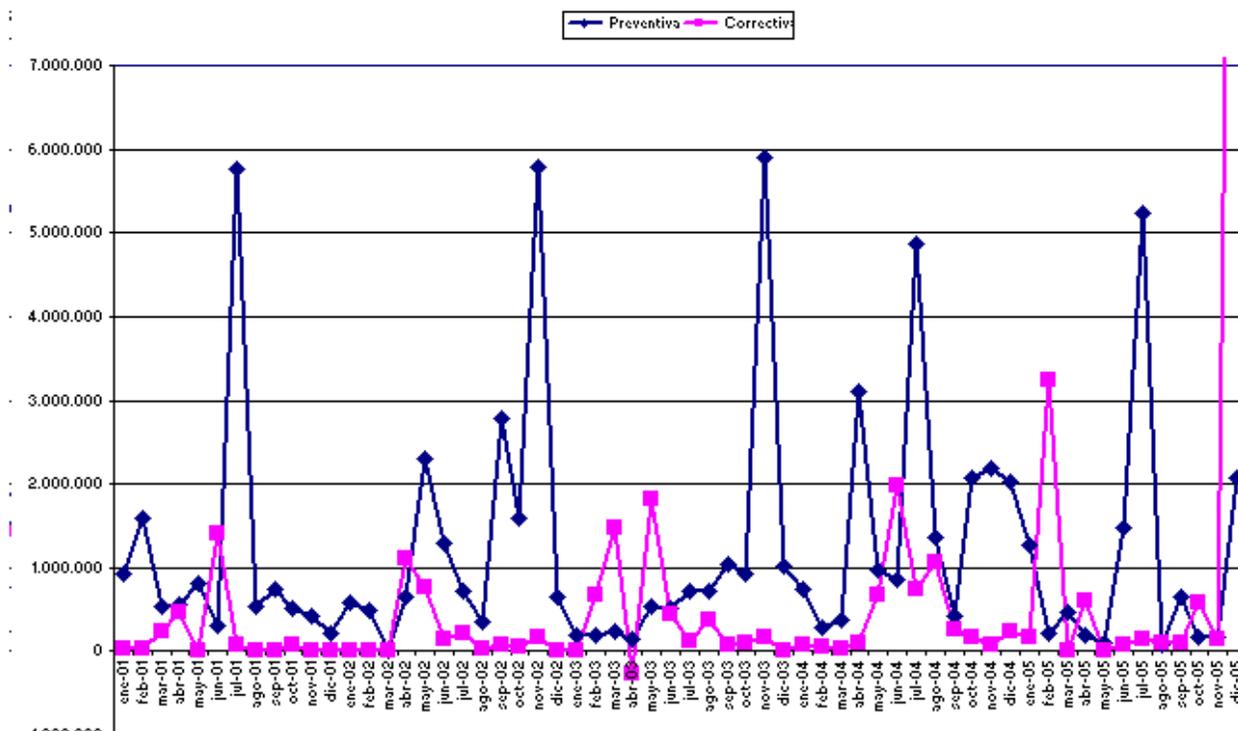
Fuente Aserraderos Arauco

Se puede apreciar que los costos correctivos han ido en ascenso desde el año 2001 hasta llegar al año 2005 siendo la tendencia en los años intermedios a aumentar levemente, excepto el año 2005. Con respecto a los costos preventivos, estos se han podido mantener dentro de los rangos establecidos.

En el Gráfico N° 2 se observa que, era necesario realizar anualmente una mantención mayor. Sin embargo, desde el año 2004 hasta fines del 2005, las mantenciones mayores aumentan de frecuencia y las mantenciones correctivas también empiezan a incrementar su costo y frecuencia.

En el Gráfico N° 2 se puede demostrar lo dicho anteriormente con respecto a las distintas mantenciones.

**Gráfico N° 2: Calendario de Mantenciones**



Fuente Aserraderos Arauco

La cantidad de planes preventivos se ha ido incrementando en el tiempo, el año 2001 existía 5 planes, 2002 se implementó 1 plan adicional, 2003 se llegó a tener un total de 9 planes mas, para el 2004 sumar 1 plan mas y por último finalizar el año 2005 con un total de 11 planes de mantención.

**2.4- Mantenciones Mayores Realizadas al Equipo**

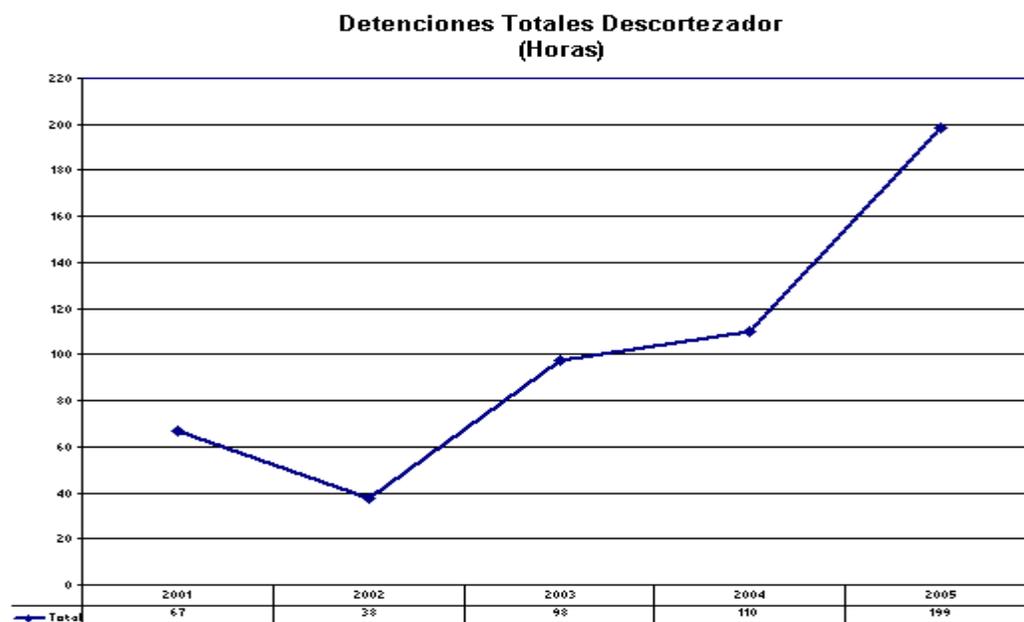
Las mantenciones mayores realizadas al equipo, han consistido en: recuperar desgaste de carcasa del rotor (con soldadura), cambio de pistas de rodadura, anillos, rodamientos, caja porta rodamientos y otras piezas en general. La última reparación realizada al equipo significó asumir un alto costo, sin agregar el costo operacional por los nueve días que estuvo el equipo fuera de servicio. No siempre las

mantenciones mayores han sido preventivas, en diciembre 2005 ocurrió dos fallas imprevistas.

### 2.5- Detenciones

En el Gráfico N° 3 se puede apreciar que las detenciones han ido aumentando considerablemente del 2001 al 2005 de 70 horas al año a 200 horas.

**Gráfico N°3: Detenciones Totales Descortezador**



Fuente: Aserraderos Arauco

### 2.6- Horas Extras

Se ha podido detectar que en ciertas ocasiones se ha tenido que recurrir a horas extras, las cuales significan un costo adicional mensual. Este costo adicional esta relacionado con: el operario, dos

ayudantes, el mantenedor, la alimentación, la movilización y por último las horas extras de los dos cargadores.

Como conclusión se puede decir que el equipo que se encuentra en el Aserradero Viñales aporta una gran cantidad de variables que se pueden tomar como una base importante para nuestro objetivo, el cual es crear una base de datos de variables influyentes para el análisis. Estas variables representan a la mayoría de los equipos usados en los aserraderos. Esto no significa que estas sean las definitivas, sino que todo lo contrario, ya que cada vez que se hacen evaluaciones se descubren nuevas variables significativas, así como también, variables que no representan ningún aporte a nuestro trabajo. Por este motivo es imprescindible tener la capacidad de poder diferenciarlas.

## **CAPITULO N° 3: PLANILLA DE MEDICIÓN Y RENDIMIENTO DE EQUIPOS**

### **3.1- Diseño de la Planilla de Medición y Rendimiento**

Una vez reconocidas algunas variables importantes se podrá empezar a formular la Planilla de Medición.

La construcción de la Planilla de Medición tiene como base 4 fases importantes, en las que se reflejan las variables obtenidas a través del análisis del Descortezador, estas fases son:

1. Datos Generales: En esta parte de la Planilla se puede visualizar los datos como el número de revisión, la fecha de la revisión, el nombre del supervisor, el código del aserradero en donde se encuentra el equipo, código del equipo y por último el código de la falla.
2. Datos de Producción: Los datos principales que se visualizan en esta parte muestran como se encuentra el rendimiento del equipo. Esta información se puede obtener por medio de las siguientes variables: Medición de horas de trabajo actual como anterior, horas extras de trabajo y por la producción actual versus la anterior ( en metros cúbicos)
3. Tipo de Mantenimiento: La principal información que se recoge en ésta fase está relacionada con el tipo de mantenimiento al que ha sido sometido el equipo. Las variables a considerar son: La fecha de la última mantenimiento, el tipo de mantenimiento al que fue sometido el

equipo anteriormente, el tipo de mantención a realizar, la causa de la anterior como la actual y por último el tiempo de reparación.

4. Repuestos: Aquí la información recolectada está relacionada con los repuestos usados en los equipos. Los datos importantes son: Cantidad de repuestos, tipo de repuesto, en stock, proveedor, tiempo promedio de llegada del repuesto, N° serie del repuesto nuevo como el N° de serie del repuesto a reemplazar.

A continuación se adjunta la Planilla de Medición y Rendimiento de los equipos.

## Planilla de Medición y Rendimiento de equipos

<b>Datos Generales</b>	
Revisión N° Fecha Nombre Supervisor Código Aserradero Código Equipo Código de Falla	
<b>Datos de Producción</b>	
Medición de Horas de trabajo actual Medición de Horas de trabajo anterior Horas extras de trabajo Medición Producción Actual ( m3) Medición Producción anterior ( m3)	
<b>Tipo de Mantención</b>	
Fecha de Mantención anterior Tipo de Mantención anterior Tipo de Mantención a realizar Causa Falla Actual Causa de falla anterior Tiempo de reparación	
<b>Repuestos</b>	
Cantidad de repuestos Tipo En stock Proveedor Tiempo promedio de llegada de repuesto N° de serie repuestos nuevos N° de serie repuestos viejos	
<b>Observaciones</b>	

Un punto que es necesario mencionar, es la disminución de tiempo de evaluación debido a que con la Planilla, los jefes respectivos de los aserraderos podrán hacer las evaluaciones de los equipos en forma más eficiente, ya que se encuentran listadas las variables relevantes. Luego, con estos datos en el sistema, éste tendrá que indicar la acción a realizar (mantenciones o reemplazos).

Una vez diseñada la Planilla, esta se implementará en distintos equipos. A continuación se hará una breve descripción de lo más importante en el proceso productivo.

Con respecto a los equipos seleccionados, cabe mencionar que no son los únicos equipos presentes en los aserraderos, sino que estos forman parte de un gran conjunto de equipos.

Por otra parte, el criterio de selección de los equipos se basó en el grado de importancia que tienen en el proceso productivo y en el conjunto de equipos clasificado, es decir, no evaluar solo los equipos críticos del proceso, sino también los no tan críticos, pero si importantes

Se señalará en el siguiente ítem las principales características de los equipos seleccionados como ideales y cómo se obtuvo la estructura de costos.

### **3.2- Equipos Seleccionados**

Con respecto a este punto es necesario destacar que los equipos seleccionados pertenecen a una muestra representativa de todos los equipos que conforman un aserradero. A continuación se especificarán cuales son los principales equipos y sus principales funciones, sin

descartar que estos aporten con nuevas variables para la Planilla de Medición.

Estos equipos son:

1. Descortezador
2. Primera Máquina
3. Sierras Múltiples
4. Hornos
5. Cepilladora

### **3.2.1- Descortezador:**

Este equipo se ubica por lo general en el puesto número uno de la línea de producción, debido a que tiene como principal función descortezar el tronco. Es decir, sacarle toda la corteza con el fin de poder entregar un tronco totalmente limpio para luego ser procesado en forma óptima por el resto de los equipos.

La capacidad de proceso de este equipo es de 72m<sup>3</sup>/hora, lo cual puede ser incrementado a 104m<sup>3</sup>/hora. Este incremento es posible si se implementa un tercer turno lo que implicaría un alza en los costos.

### **3.2.2- Primera Máquina:**

La tarea de este equipo comienza con la recepción de los troncos totalmente limpios provenientes del Descortezador. La principal función de este equipo es crear una columna de forma rectangular llamada semi-basa para luego pasar a un equipo llamado Chipre en donde se genera la basa. Luego pasa por una sierra que da origen a un conjunto de tablas con un espesor específico. El largo de las tablas originadas corresponde al mismo largo que tiene la basa, o sea de 4,10 metros.

Con respecto al nivel de productividad de este equipo varia entre 62 y 72 m<sup>3</sup>/ hora. Cabe destacar que este equipo es el que fija la productividad de todo el aserradero, no siendo necesariamente la más critica del proceso.

### **3.2.3- Sierra Múltiple:**

Este equipo está conformado por 5 sierras las cuales tienen como principal función recibir las tablas ya procesados por la primera máquina. Antes de entrar a las sierras múltiples, las tablas pasan por un proceso de control de calidad en donde son marcadas las tablas que vienen con distintas imperfecciones, para luego eliminar esa imperfección con las sierras múltiples.

Una vez pasada por las sierras múltiples las tablas son seleccionadas en buzones de acuerdo a la medida definida, para luego pasar al próximo proceso.

Por último, y con respecto a las imperfecciones que pueden presentar las tablas, éstas pueden ser nudos o imperfecciones en los cantos de las tablas.

### **3.2.4- Hornos:**

El principal objetivo de estos hornos es dejar la madera con un nivel de humedad aceptable. Este nivel varía entre un 8% a 12% de humedad. La capacidad de estas cámaras es aproximadamente de 100 metros cúbicos con un tiempo de residencia de 24 horas.

La fuente de alimentación de energía de los hornos está dada por el vapor generado en las calderas de Celulosa Arauco.

Como dato, se puede mencionar que el vapor generado por las calderas tiene como principal fuente de combustible todo el material que se produce a causa del proceso de aserrado de la madera. Este material puede llegar a ser un 48% del total del tronco. Este 48% está compuesto por despuntes, corteza, tablas con imperfecciones y aserrín

### **3.2.5- Cepilladora:**

Este equipo se encuentra en la etapa final del proceso de aserrado de la madera, y es una de las principales piezas del proceso de terminación. Este equipo, al igual que el resto de los ya mencionados, tiene como fuente de alimentación, energía eléctrica trifásica, la cual proviene de una subestación que posee el aserradero.

El funcionamiento de este equipo, consiste principalmente en poder darle un acabado superficial a los productos que requieran este proceso, para luego poder empaquetar la madera y ser despachada en forma óptima.

Por otra parte, hay que destacar que el cepillado y la humedad de la madera dependen del tipo de uso y de los requerimientos que el cliente tenga.

Como conclusión, se puede decir que la Planilla de Medición indicará cual de todos estos equipos son los más eficientes y cuales de ellos generan más problemas.

## **CAPITULO N° 4: MODELO DE REEMPLAZO DE EQUIPOS**

Una vez creada la Planilla de Medición, se hace necesaria la implementación de un modelo que ayude a tomar decisiones mas acertadas en cuanto al reemplazo de los equipos.

Para esto, se implementará un modelo que sea totalmente flexible para analizar todos los equipos que existen en los aserraderos.

Con este modelo, se busca detectar realmente si el problema que se está presentando en el momento es a causa del desgaste o por otro motivo que no sea producido por el funcionamiento del equipo.

Este modelo se basará en un comienzo en la creación de 3 etapas, a las cuales se les asociarán los 5 tipos de equipos mencionados en el punto 3.1, todo esto con el fin de hacer el análisis más simple. El modelo principal estará conformado por la unión de estas tres etapas, tal como se muestra en la Figura N° 2.

**Figura N°2: Esquema de Modelo**

MODELO FINAL		
LIMPIEZA	PROCESO	TERMINACIÓN
DESCORTEZA DOR	PRIMERA MAQUINA	CEPILLADORA
	SIERRA MULTIPLE	
	HORNOS	

Fuente: Elaboración propia

Para poder crear este modelo son necesarias dos cosas:

1. Tener claro algunas nociones fundamentales de confiabilidad (Ver Anexo N° 12).
2. Visualizar las condiciones actuales de los equipos, la que se explicará en detalle en el presente capítulo.

#### **4.1- Formulación del Modelo de Evaluación de Equipo**

Para crear un Modelo de Evaluación de equipo, se basará en la renovación a causa del envejecimiento por el cálculo de tiempo óptimo de producción.

##### **4.1.1-Renovación de un Equipo que se Deprecia:**

Para poder calcular el costo del equipo para un periodo  $t$ , se tiene:

$$T(t) = A_0 - A_0 * \varphi(t) + \psi(t)$$

Siendo:

$T(t)$ : Costo del equipo en un periodo  $t$

$A_0$ : Precio compra equipo

$\varphi(t)$ : Valor del equipo en el momento de reventa en  $t$

$\psi(t)$ : Gasto acumulado de las capacitaciones y mantenimiento para un periodo  $t$

Y el costo medio del empleo:

$$Y(t) = T(t)/t = (1/t) * (A_0 - A_0 * \varphi(t) + \psi(t))$$

El mínimo de  $Y(t)$  tiene lugar para:

$$Y'(t) = \frac{tT'(t) + T(t)}{t^2} = 0$$

O sea:

$$T'(t) = \frac{T(t)}{t}$$

Para el caso de dos funciones lineales, esto produce que el costo medio de empleo sea constante. Este es un fenómeno interesante, ya que si se desea que el tiempo de reemplazo sea casi indiferente solo basta con que las curvas características  $\varphi(t)$  y  $\psi(t)$  sean casi rectas.

En el caso que se presente  $\varphi(t)$  en forma exponencial y  $\psi(t)$  lineal se puede decir que no se presenta un mínimo de costo a causa de la depreciación del equipo con lo que sugiere seguir operando con ese equipo.

Otra forma que se puede encontrar es que  $\varphi(t)$  y  $\psi(t)$  sean exponenciales. En este caso, posee un mínimo en el intervalo de 0 a infinito.

#### 4.1.2-Determinación del Tiempo Óptimo de Reemplazo

Con este modelo, se busca realizar el reemplazo del equipo en el tiempo apropiado. Este tiempo se refiere a aquel punto en el cual, la curva de costos totales empieza a subir, es decir es aquel punto en donde los costos se empiezan a incrementar.

Esto se debe a que mantener el equipo en funcionamiento sale mas caro que durante un periodo  $t$ , que cambiarlo.

Para encontrar el tiempo óptimo de reemplazo se tiene:

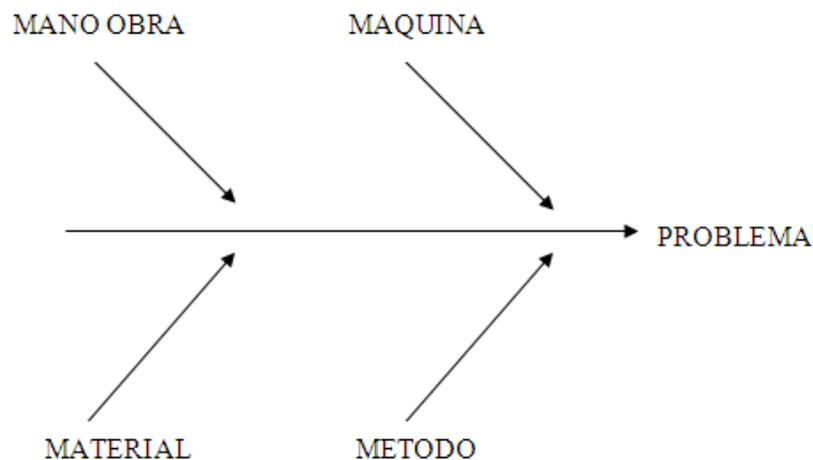
$$C_{n+1} > \frac{A + C_1 + \alpha * C_2 + \alpha^2 * C_3 + \dots + \alpha^n * C_n - 1}{1 + \alpha + \alpha^2 + \dots + \alpha^{n-1}}$$

### 4.1.3-VARIABLES IMPORTANTES PARA EL MODELO

Para empezar el análisis de las variables es importante tener claro que existen cuatro etapas, todo esto con el fin de poder tomar la decisión correcta.

1.- La primera etapa, tiene relación con el origen de la falla. Para esto se ha usado el modelo de Espina de Pescado o diagrama de causa-efecto donde las variables importantes que se tienen en cuenta están relacionadas con: el material, la mano de obra, el método y la máquina.

**Figura N° 3: Modelo de Espina de Pescado**



Fuente: Kaoru Ishikawa

2.- La segunda etapa de evaluación, tiene por objeto identificar claramente en qué parte del gráfico de la tina de baño (Ver Anexo N°12) se encuentra operando el equipo. Para esto hay que saber que las

principales variables (Tasa de Falla y la Disponibilidad) se van a poder determinar a través de variables base como son: MTBF (Tiempo medio entre fallas) y MTTR. (Tiempo medio de reparación).

3.- La primera variable (MTBF), indica el tiempo medio entre fallas con lo que se puede calcular la tercera variable de gran importancia para este modelo que es la Tasa de Falla  $\lambda(t)$ . La segunda variable MTTR, señala el tiempo que se demoran en reparar el equipo, es decir, indica cual es el tiempo real que el equipo está detenido.

4.- Con esta información se estará en condiciones de poder calcular la cuarta variable importante que es la Disponibilidad. La Disponibilidad del equipo se calcula con la siguiente expresión:

$$A = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

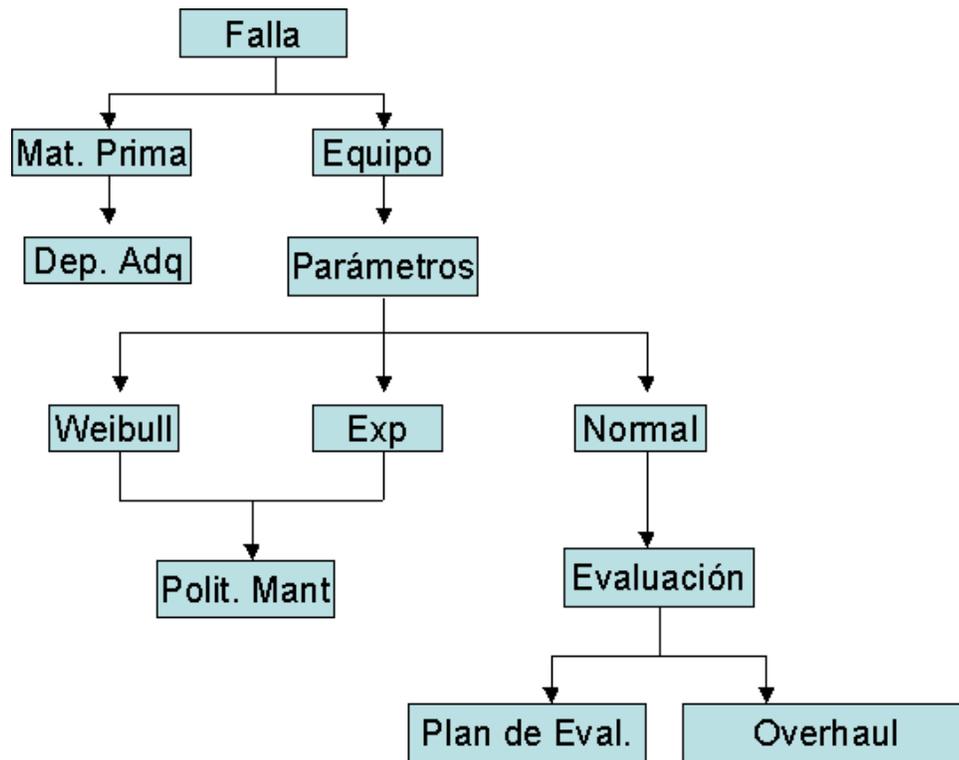
Por último, una vez que se haya identificado claramente cual es la tasa de falla del equipo y la Disponibilidad se puede realmente saber que decisión tomar:

1. Aplicar una nueva planificación de mantenimiento, esto en el caso que se presenten distribuciones como Weibull o Exponencial.
2. Tomar la decisión de reemplazar el equipo por uno nuevo o aplicarle un Overhaul al equipo actual todo esto en el caso en que se presente una distribución Normal.

Para esto se desarrollará una evaluación económica, que compare el costo de hacer un Overhaul al equipo o hacer el reemplazo correspondiente.

## 4.2-Esquema del Modelo de Evaluación

**Figura N° 4 Modelo de Evaluación de Falla**



Fuente: Elaboración propia

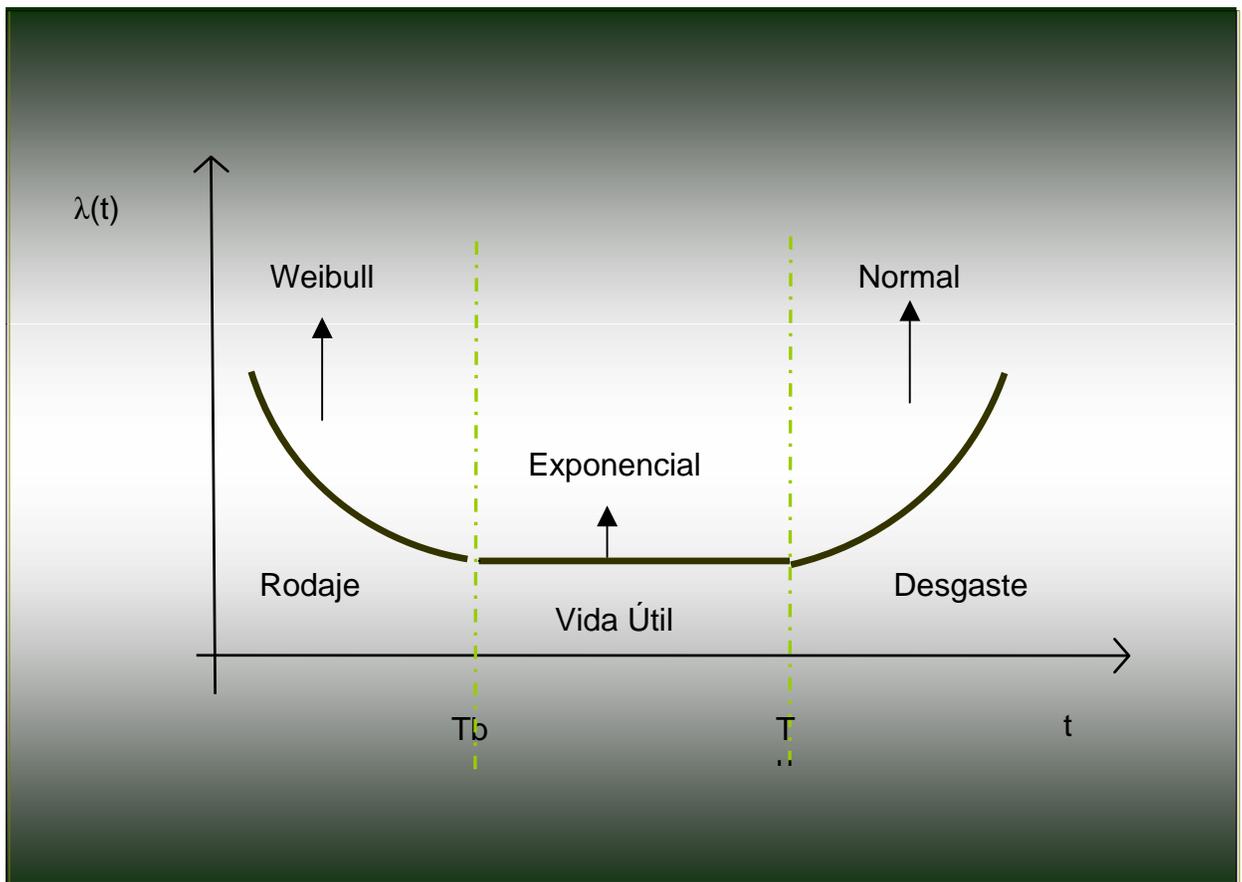
Lo que busca este modelo es identificar claramente cual es el motivo real de la falla del equipo. Esto se debe a que hay fallas que no corresponden al equipo propiamente tal, sino a un mal manejo del equipo, problemas con la materia prima, etc.

Por este motivo, el primer paso es identificar cual es el origen de la falla a través de un análisis, que nos dirá el motivo real de la falla. A modo de ejemplo se puso como variable la falla producida por la calidad de la materia prima.

En el caso que la falla es realmente del equipo, el procedimiento sería conocer claramente qué distribución presenta el equipo en ese momento. En el caso que sea una distribución de Weibull o una distribución exponencial, se tendrá que revisar el plan de mantenimiento con el fin de detectar alguna falla que sea originaria del desperfecto del equipo.

En cambio si el resultado arroja una Distribución Normal, esto quiere decir que se está en la etapa de desgaste profundo del equipo y por ese motivo es necesario evaluar si realmente se justifica comprar un equipo nuevo o hacer un Overhaul.

A través del tipo de distribución y del gráfico de Tina de Baño se podrá identificar claramente en qué nivel se encuentra el equipo: Rodaje, Vida Útil o Desgaste (claramente cada uno de estos estados tiene una distribución asociada).

**Gráfico N° 4: Gráfico de la Tina de Baño**

Fuente: Manual de la gestión de activos y mantenimiento

En esta etapa es donde la planilla de evaluación toma protagonismo, ya que ella reportará los primeros antecedentes para poder aplicar el modelo.

**4.3.- Aplicación del Modelo: Descortezador Viñales**

Para aplicar el modelo se ha elegido un Descortezador que se encuentra en el aserradero de Viñales. Se ha establecido un periodo de evaluación que está conformado por cinco ciclos de un año cada uno.

### 4.3.1 Etapas del Modelo

Como dice el Modelo, se comienza con una evaluación del origen de la falla del equipo. Esta evaluación corresponde a la Etapa de decisión 1 (ED-1).

Para esta evaluación, las distintas fallas se pueden clasificar de acuerdo a su grado de repercusión en la producción, esta es:

- Nivel 1= repercusión mínima, lo que significa que no detiene la producción.
- Nivel 2= repercusión leve, con lo que si bien afecta a la producción y la detiene no produce mayor alteración.
- Nivel 3= repercusión grave. Con este tipo de repercusión la línea de producción si se ve afectada, ya que es necesario detener para reparar el desperfecto.

Se anexa tabla N° 5 donde se resume la cantidad de fallas que hay por clase.

**Tabla N° 5: Cantidad de Fallas**

Nivel	Nº Fallas	Total de Fallas	Total de Horas de detención
1	19	73	251,14
2	3	5	9
3	20	204	225,91
<b>Total</b>	42	282	486,05

Fuente: Elaboración propia; Ver Anexo 4

Estas tres clases están conformadas por un total de 42 fallas distintas identificadas claramente, de las cuales hay 5 tipos de fallas frecuentes en las distintas clases, las que abarcan cerca del 84% del total de las fallas existentes en el equipo.

Este grupo de 5 fallas son: deformación, desajuste, desgaste, sobrecarga y rotura de piezas (Ver Tabla N° 6).

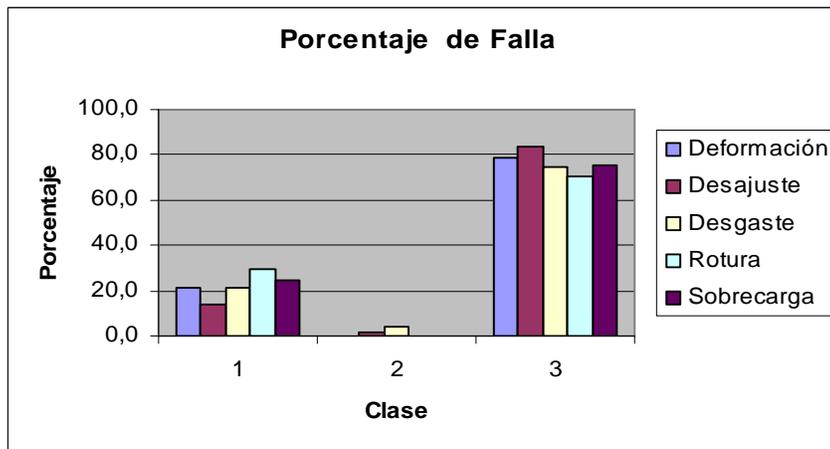
**Tabla N° 6: Cantidad de Fallas más frecuentes**

Nivel/Causa	Deformación	Desajuste	Desgaste	Rotura	Sobrecarga	Total
1	3	7	17	7	17	51
2	0	1	3	0	0	4
3	11	41	60	17	52	181
<b>Total</b>	14	49	80	24	69	236

Fuente: Elaboración propia; Ver Anexo 5

Como se puede apreciar a través de la tabla, la Clase 3 abarca un 77% del total de las fallas presentes en el equipo. Esto se puede ver de mejor forma a través del Gráfico N° 5, Porcentaje de Fallas.

**Gráfico N° 5: Porcentaje de Falla**



Fuente: Tabla N° 6

A raíz de esta información se comenzó a buscar los motivos de porqué se estaban produciendo las fallas, descartándose problemas con

la materia prima, a pesar que en un principio pudo haber problemas con ella, este se solucionó estandarizando la dimensión de los troncos.

Otro problema que se presentó fue la sobrecarga que tuvo el descortezador, esto se debió en gran medida al aumento de trabajo al que fue sometido. Este problema se solucionó gracias a la incorporación de un turno extra, pero esto desató una cadena de desperfectos donde se destacaron los problemas de desgaste, rotura de piezas y desajustes. Todo esto afectó en forma directa al Rotor del Descortezador.

Luego, esta información va ayudar en la etapa de decisión donde se analizará la posibilidad de comprar un equipo nuevo o aplicar un Overhaul.

Una vez distinguido el origen de la falla se procede a pasar a la ED-2. En esta etapa lo primero que se tiene que hacer es calcular las variables MTBF, MTTR,  $\lambda(t)$  y por último la Disponibilidad ( $A^{\circ}$ ). Todas estas variables se van a calcular para cada periodo.

Cabe recordar que el periodo de evaluación contempla 5 ciclos de un año cada uno, que arroja un horizonte de evaluación de 5 años. Estos ciclos de evaluación comienzan desde el año 2001 hasta el año 2005.

Por medio de las siguientes fórmulas se podrá calcular el MTBF, MTTR y  $\lambda(t)$  para cada ciclo.

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTTR = \frac{\sum \text{tiempo\_en\_reparar\_la\_falla}}{N^{\circ} \text{ fallas}}$$

$$\lambda(t) = \frac{N^{\circ} \text{ de Fallas}}{\text{Total de horas operadas}}$$

$$A^{\circ} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

#### 4.3.2 Ciclos de Evaluación, Primer Ciclo (año 2001)

**Tabla N° 7: Detenciones y Paradas**

Año	Mes	Detenciones (unidades)	Paradas(hrs.)
2001	1	0	0
2001	2	0	0
2001	3	6	11
2001	4	10	24
2001	5	4	4
2001	6	18	15
2001	7	14	13
2001	8	1	8
2001	9	6	6
2001	10	1	5
2001	11	6	5
2001	12	2	5

Fuente: Elaboración propia

Con los datos mostrados en la tabla anterior se puede calcular las variables importantes en esta fase del modelo. A continuación se anexará una tabla resumen.

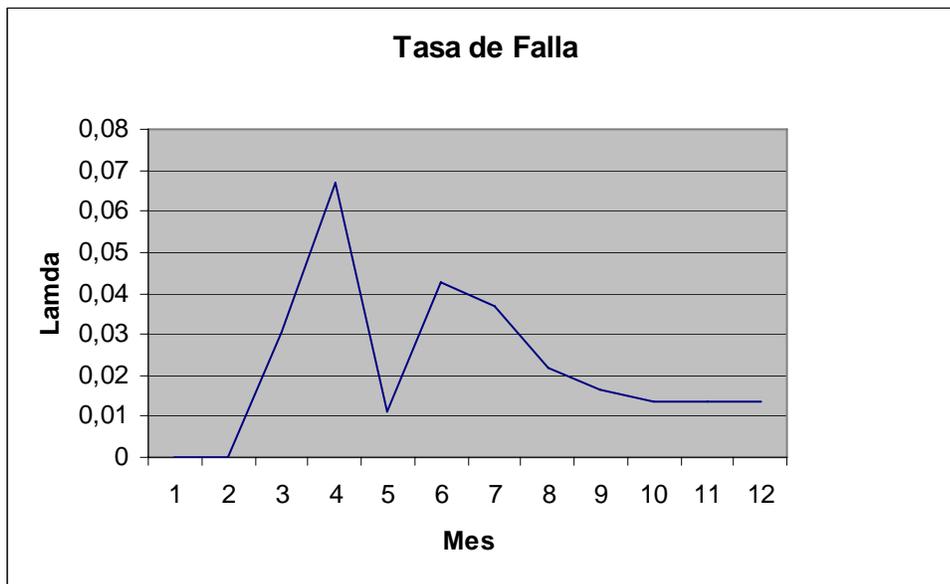
**Tabla N° 8: Resumen de cálculo de la variables  $\lambda$ , MTBF, MTTR y  $A^\circ$**

Variable/ mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda$	0	0	0,0304	0,0671	0,011	0,0428	0,0367	0,0218	0,0166	0,0136	0,0138	0,0136
MTBF	0	0	32,887	14,896	90,929	23,342	27,236	45,938	60,231	73,6	72,497	73,3
MTTR	0	0	0,568	0,4375	1,071	1,1911	1,0718	0,0625	1,1027	0	1,1034	0,3
$A^\circ$	1,0	1,0	0,983	0,971	0,988	0,951	0,962	0,999	0,982	1,0	0,985	0,9959

Fuente: Elaboración propia

Ahora con estos datos se puede graficar las variables. ( ver gráfico N° 6).

**Gráfico N° 6: Tasa de falla**



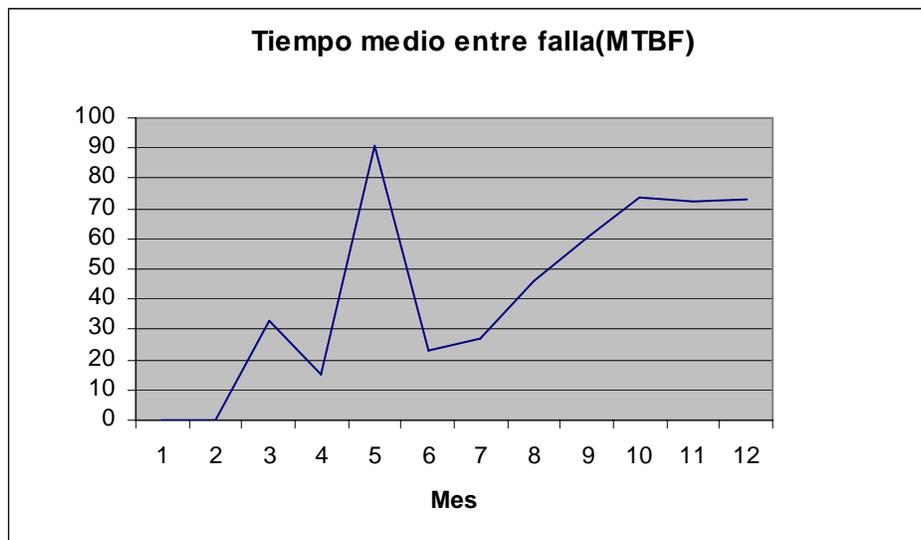
Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en el gráfico N° 6, la tasa de falla muestra un alza a partir del mes 2 para luego comenzar una baja en forma constante hasta el mes 5 donde comienza nuevamente un alza hasta el mes 6 para luego comenzar un descenso y lograr estabilizarse en los últimos meses.

Hay que destacar que en el mes 5 se produjo la tasa de falla más baja. Esto se debe a que existe un periodo de ajuste en el cual el equipo alcanza su nivel de falla mas bajo para luego estabilizar su funcionamiento tal como se muestra a partir del mes 10.

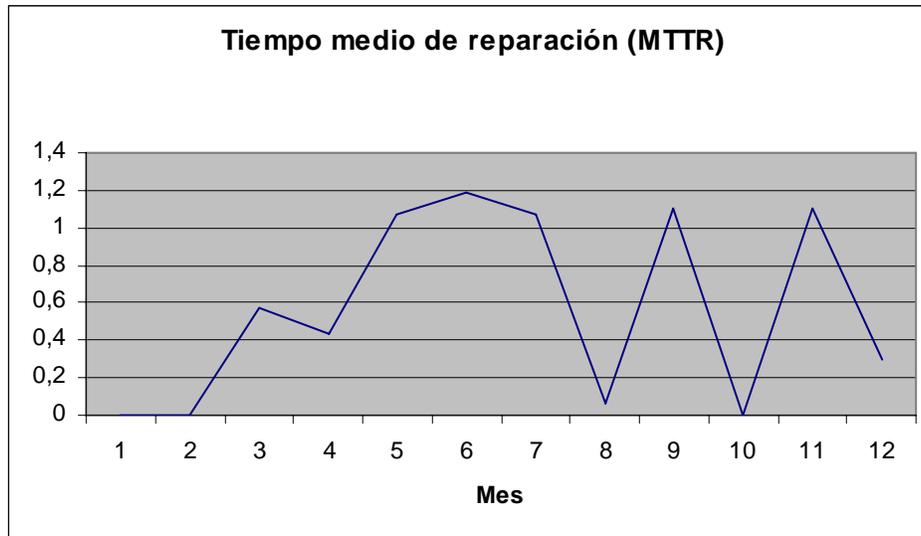
Con respecto al tiempo medio entre fallas, se puede mencionar que es solo el recíproco de la tasa de falla y como bien dice su nombre es el tiempo que existe entre las fallas presentes durante el primer ciclo.

### Gráfico N° 7: Tiempo medio entre fallas



Fuente: Elaboración propia

### Gráfico N° 8 Tiempo Medio de Reparación



Fuente: Elaboración propia

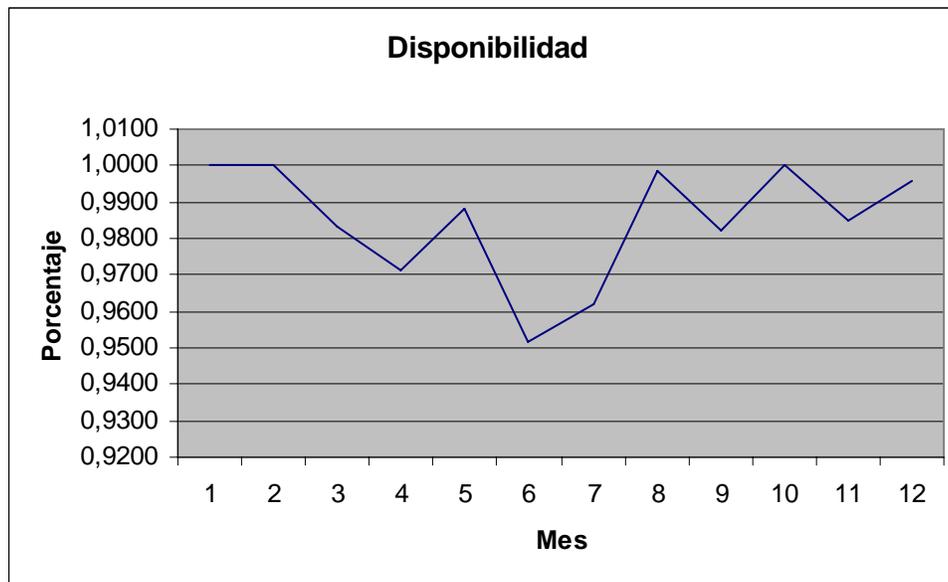
Con este gráfico se puede afirmar que el tiempo que existe en reparación del equipo claramente esta en función del grado de complejidad de la detención. Cabe recordar que gran parte de las paradas del equipo son ocasionadas por las mantenciones preventivas.

### **Disponibilidad**

Con todos estos antecedentes se puede calcular la segunda variable de importancia que es la Disponibilidad del equipo que se denota por:

$$A^{\circ} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Por lo tanto, la disponibilidad del equipo mensual esta descrita a través del siguiente gráfico.

**Gráfico N° 9: Disponibilidad**

Fuente: Elaboración propia

Claramente la Disponibilidad del equipo en este primer ciclo no muestra ninguna baja por sobre los parámetros permitidos por la empresa que son de un 95% como mínimo.

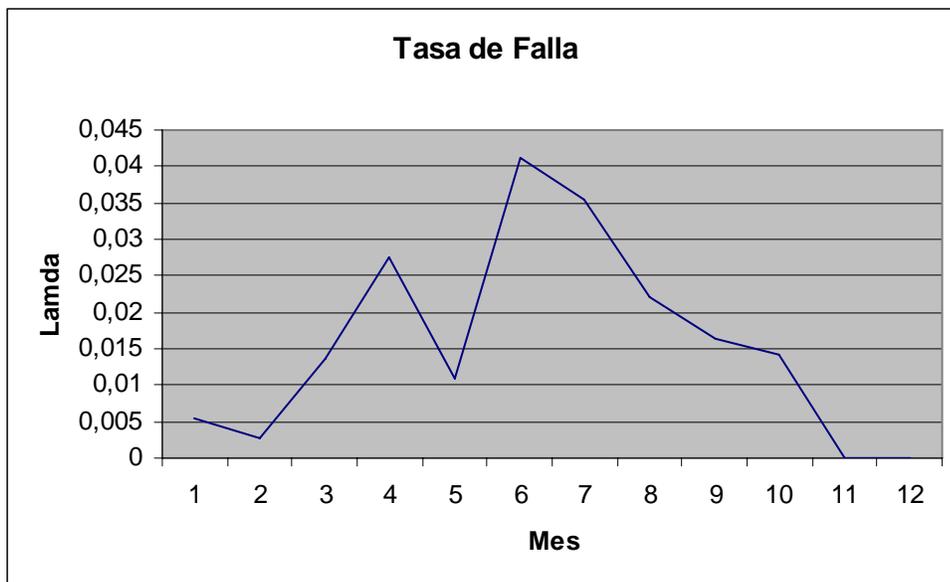
Como conclusión de este primer ciclo se puede decir que la principal alteración de importancia fue a principio del mes 6, esto se puede ver claramente en los gráficos debido a que la Tasa de Falla subió bruscamente para luego empezar a descender. Por otra parte el Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) también sufrió una baja considerable rompiendo el alza que venía presentando. Lo mismo ocurrió con el Tiempo Medio de Reparación, el cual sufrió un alza. Claramente todo esto influyó en la baja de la Disponibilidad del equipo, ya que venía presentando un alza hasta el sexto mes donde ocurrió el desperfecto.

Ahora se analizará el segundo periodo que contempla el año 2002.

#### 4.3.3-Segundo Ciclo ( año 2002)

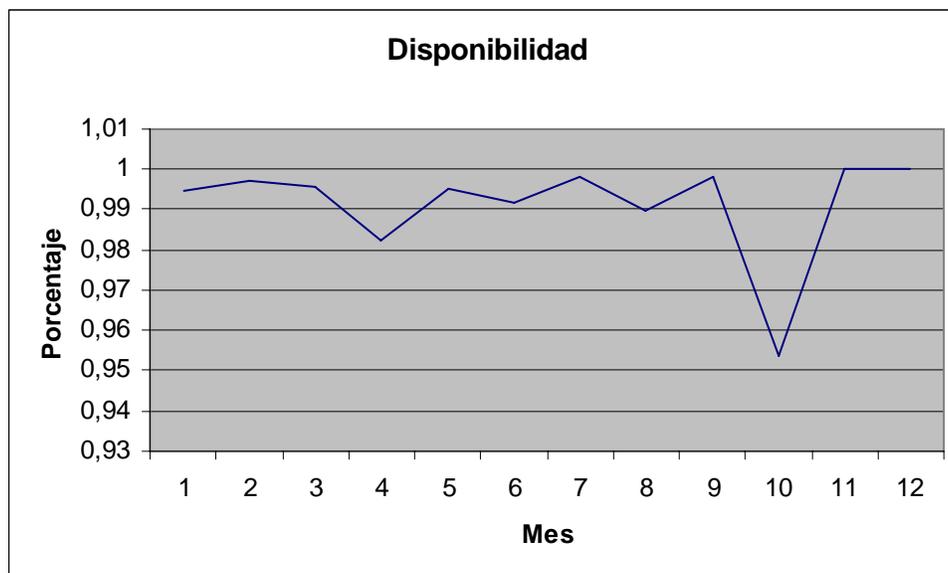
A continuación se le dará prioridad a los gráficos de la Tasa de Falla y de Disponibilidad. Esto se debe, a que son los principales gráficos que entregan una información muy útil. Los gráficos y tablas en que se basaron estos gráficos se encuentran en el Anexo N° 2.

#### Gráfico N° 10: Tasa de falla



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el gráfico, la tasa de falla ha presentado mayores irregularidades que el ciclo pasado, pero hay que tener en cuenta que la tasa de falla es menor a la del primer ciclo.

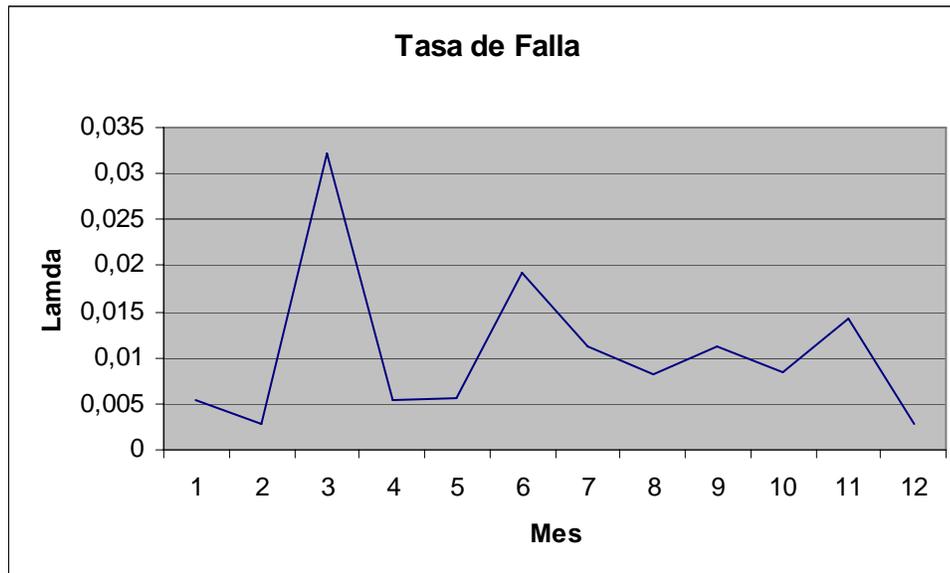
**Gráfico N° 11: Disponibilidad**

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, la Disponibilidad del equipo tiene un comportamiento más bien parejo durante los primeros 9 meses. En el mes 10 se produjo una baja considerable debido a una falla de gran magnitud llegando a afectar de manera considerable la disponibilidad que se tenía del equipo en ese momento.

#### 4.3.4-Tercer Ciclo ( año 2003)

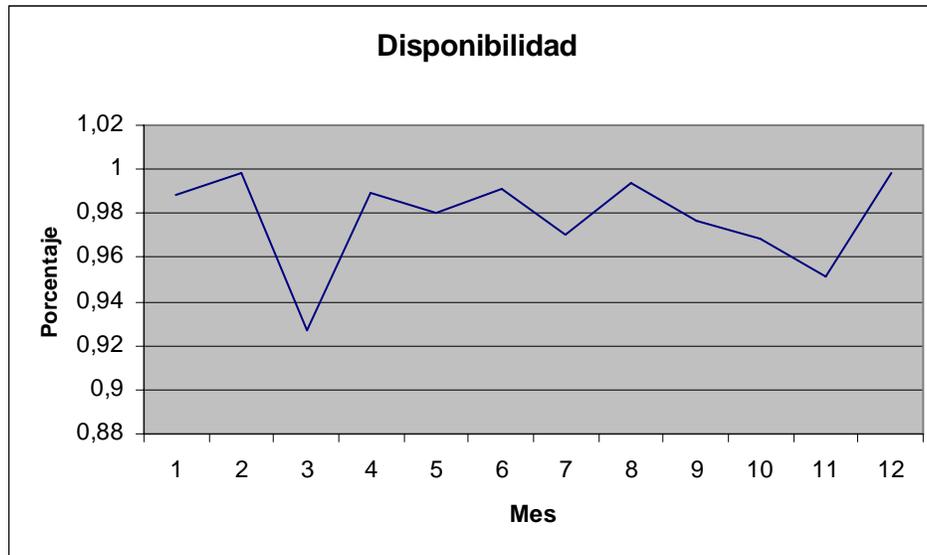
**Gráfico N° 12: Tasa de falla**



Fuente: Elaboración propia

En este ciclo se puede apreciar que la Tasa de Falla ha tenido una baja considerable en comparación a los ciclos pasados. Esto se debe principalmente al desgaste acumulado a causa del uso intenso que ha tenido el equipo y por otro lado a la falta de una mantención acorde al trabajo del equipo con la cual se asegure un rendimiento óptimo.

Este ciclo es el que presenta la Tasa de Falla más baja de todo el periodo de evaluación.

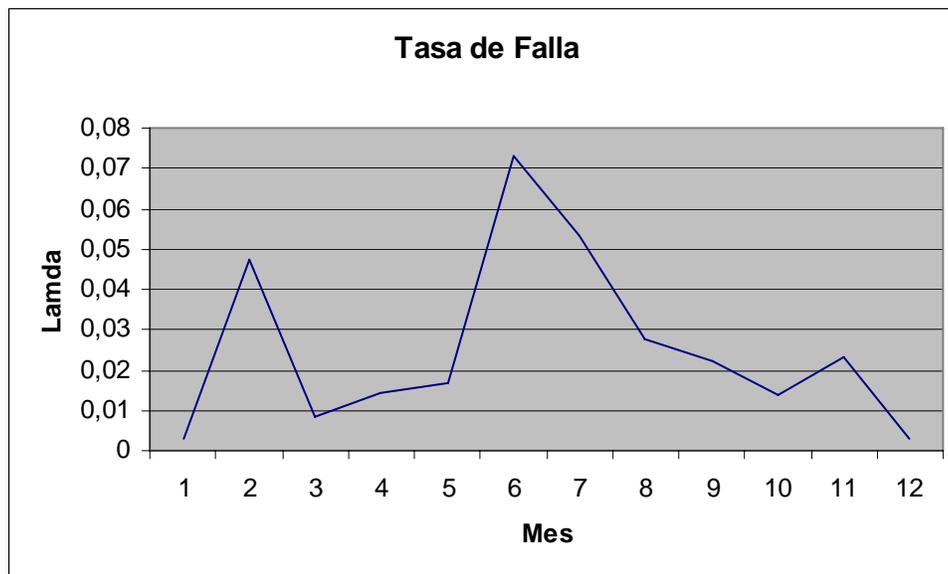
**Gráfico N° 13: Disponibilidad**

Fuente: Elaboración propia

En este ciclo la Disponibilidad presentada por el equipo también ha sufrido una baja debido a las constantes paradas ocasionadas por las fallas reiteradas.

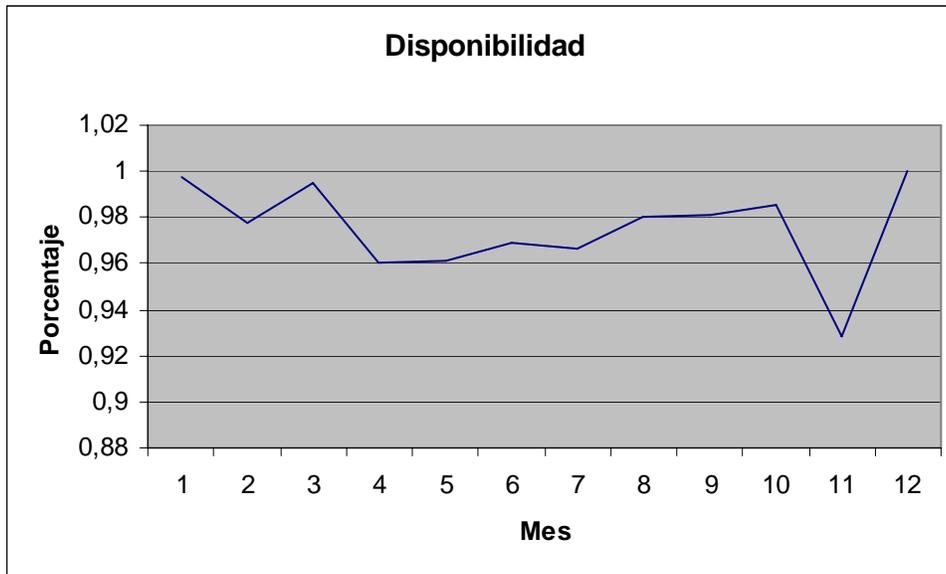
#### 4.3.5-Cuarto Ciclo (año 2004)

##### Gráfico N° 14: Tasa de falla



Fuente: Elaboración propia

Hay que mencionar que la Tasa de Falla en este ciclo empieza a presentar un alza en comparación con los ciclos pasados llegando a tener uno de los puntos más altos de todo el periodo. Esto se debe a que en el periodo pasado el equipo tuvo un rendimiento deficiente, con lo cual se decidió hacer una mantención adicional al equipo, esto claramente tuvo un efecto positivo.

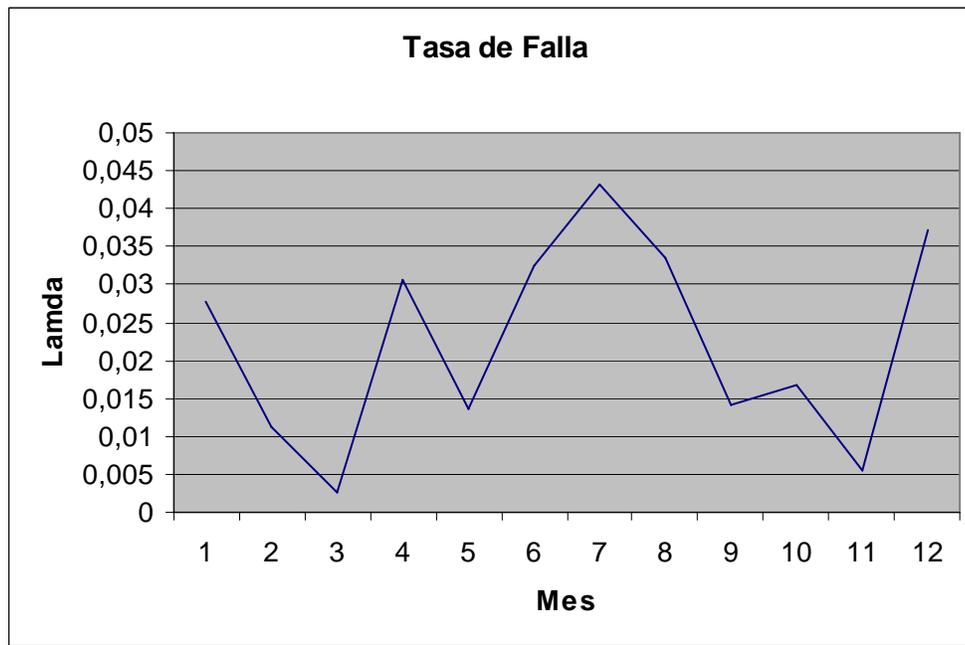
**Gráfico N° 15: Disponibilidad**

Fuente: Elaboración propia

Junto con el aumento de la Tasa de Falla, la disponibilidad del equipo ha sufrido una baja considerable, llegando a presentar uno de los puntos más bajos del periodo. Si bien se hizo una mantención adicional al equipo este igual tuvo rendimientos decrecientes en cuanto a la Disponibilidad. Esto es una muestra clara que el equipo a pesar de tener las mantenciones correspondientes es necesario agregarle mantenciones adicionales para poder soportar el ritmo de trabajo.

#### 4.3.6 Quinto Ciclo (año 2005)

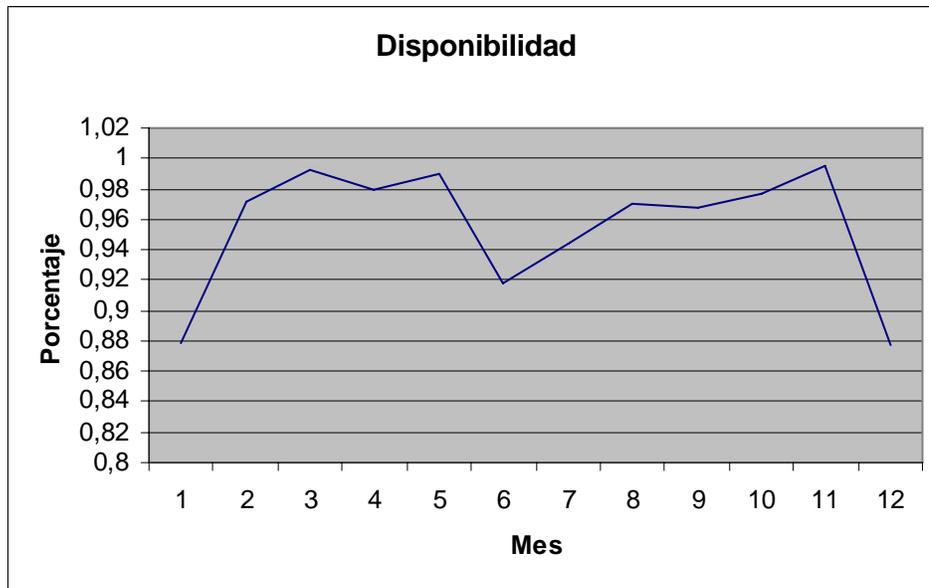
**Grafico N ° 16: Tasa de falla**



Fuente: Elaboración propia

Si bien la Tasa de Falla presente en el Quinto ciclo es menor al del ciclo pasado, esta no deja de ser menos importante ya que el tiempo medio entre falla (MTBF) ha ido disminuyendo (Ver Anexo 1) y el tiempo medio de reparación (MTTR) ha ido en aumento. Con esto se puede presumir que las paradas efectuadas en este ciclo han sido de gran importancia y complejidad.

**Gráfico N° 17: Disponibilidad**



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la Disponibilidad se puede decir que todas estas paradas han tenido una repercusión muy negativa, ya que si bien el ciclo comenzó con una Disponibilidad muy buena, terminó con una Disponibilidad que bordeaba el 87%.

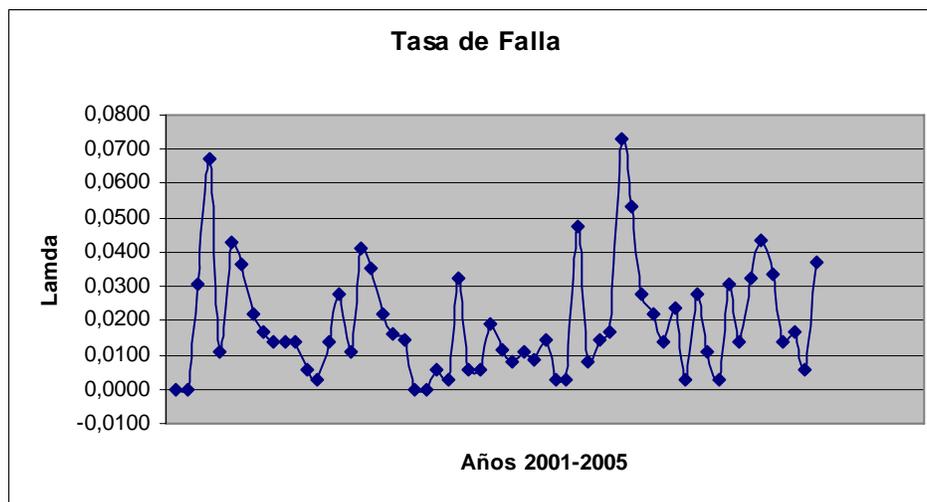
RANGO		Estado
100%	90%	Aceptable
89%	80%	Revisar

Con toda esta información se puede mencionar que el equipo ha presentado una baja considerable en su Disponibilidad y un aumento en la Tasa de Falla en los últimos ciclos y en especial en este último ha manifestado un alza (Ver Anexo 1) sobrepasando a los rangos permitidos que comprenden entre 0.010 y 0.020 N°Fallas/Total de hrs.

operadas apreciándose claramente en el Gráfico N° 18 que se muestra a continuación.

En el Anexo 3 se puede ver los gráficos comparativos entre los ciclos con sus variables correspondientes.

### Gráfico N° 18: Tasa de Falla



Fuente: Elaboración propia

Una vez tomada esta decisión de revisar el equipo lo que queda es pasar a la Etapa de Dedición 3 (ED-3).

En esta etapa es donde realmente se decide qué se hace con el equipo, si adquirir un equipo nuevo o aplicar un Overhaul.

Como se había mencionado anteriormente en la etapa ED-1 los problemas que presentó el equipo fueron principalmente de desgaste, desajuste, deformación, rotura de piezas, lo que desembocó en un daño irreversible en el rotor del equipo. Esta pieza es clave en el funcionamiento del equipo, ya que sin ella no podría cumplir su función.

Por este motivo se pensó en cambiar el rotor, ya que el costo, tanto en dinero como en tiempo, es mucho menor que comprar un equipo nuevo.

En este caso se cotizó un rotor de 25" que tiene la misma capacidad de producción que el de 26", solo que limita el diámetro de trozos a 25".

El precio del rotor cotizado es de US\$ 30,279 apreciablemente menor que el de un descortezador que puede llegar a los US\$ 140.000. Otro factor que jugó a favor del cambio de rotor es que el proveedor tenía uno en stock, lo cual disminuía el tiempo de detención del equipo. En el Anexo N° 6 se puede ver la cotización del rotor.

Por todos estos motivos se desechó la idea de adquirir un equipo nuevo.

A continuación se hará la evaluación del equipo una vez cambiado el rotor y reparados algunos detalles.

#### **4.4-Estado Actual del Descortezador**

En esta etapa se va a realizar el mismo análisis al que fue sometido el Descortezador antes de haber sufrido el Overhaul.

Para esto se utilizarán los datos actuales que corresponden al periodo comprendido entre Enero del 2006 y Agosto del mismo año.

A continuación se anexará una tabla con los datos requeridos para el cálculo de las variables.

**Tabla N° 9: Detenciones y Paradas**

Año	Mes	Detenciones (Unidades)	Paradas (horas)
2006	1	3	2,4
2006	2	1	0,63
2006	3	5	3,02
2006	4	2	0,7
2006	5	2	1,35
2006	6	3	2,55
2006	7	4	2,5
2006	8	3	2,83

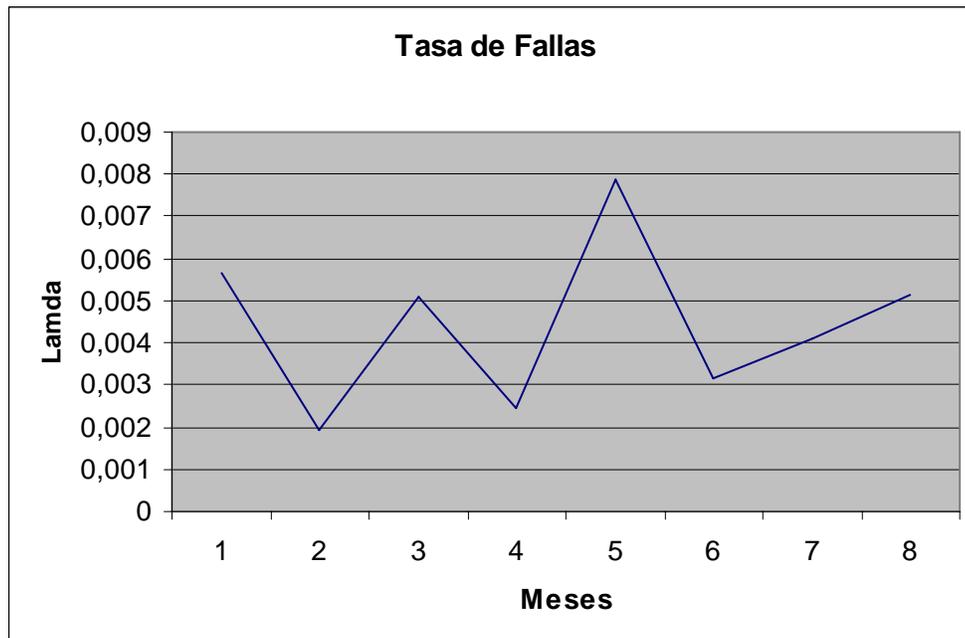
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 10: Resumen de cálculo de la variables  $\lambda$ , MTBF, MTTR y  $A^\circ$** 

Variable/mes	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda$	0,0057	0,0019	0,0051	0,0024	0,0079	0,0032	0,0041	0,0051
MTBF	176,13	523	195,82	408,98	126,97	316,71	242,83	195,25
MTTR	0,8	0,63	0,6	0,35	0,68	0,85	0,63	0,94
$A^\circ$	0,9955	0,9988	0,9969	0,9991	0,9947	0,9973	0,9974	0,9952

Fuente: Elaboración propia

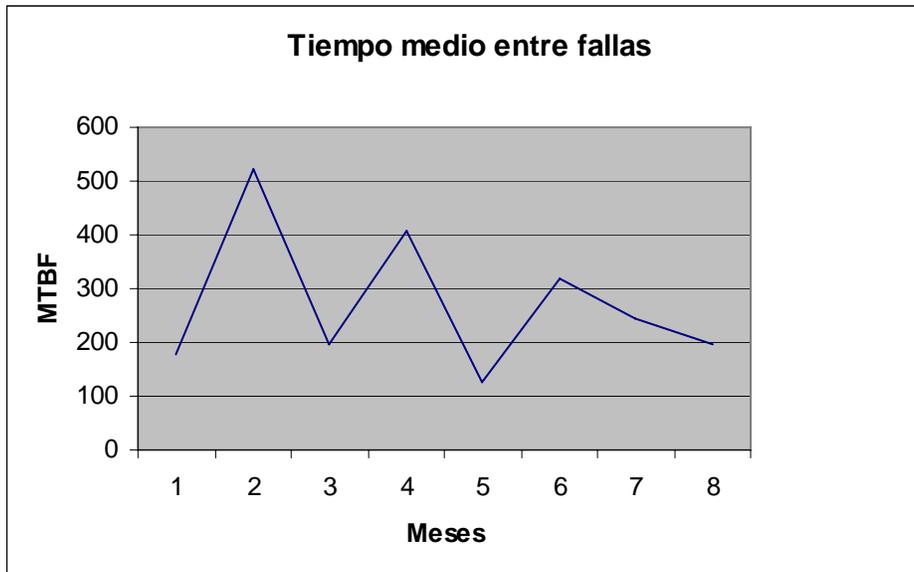
Ahora, una vez presentados las variables MTTR, MTBF, Disponibilidad y  $\lambda$  podemos graficar los datos.

**Gráfico N° 19: Tasa de Falla**

Fuente: Elaboración propia

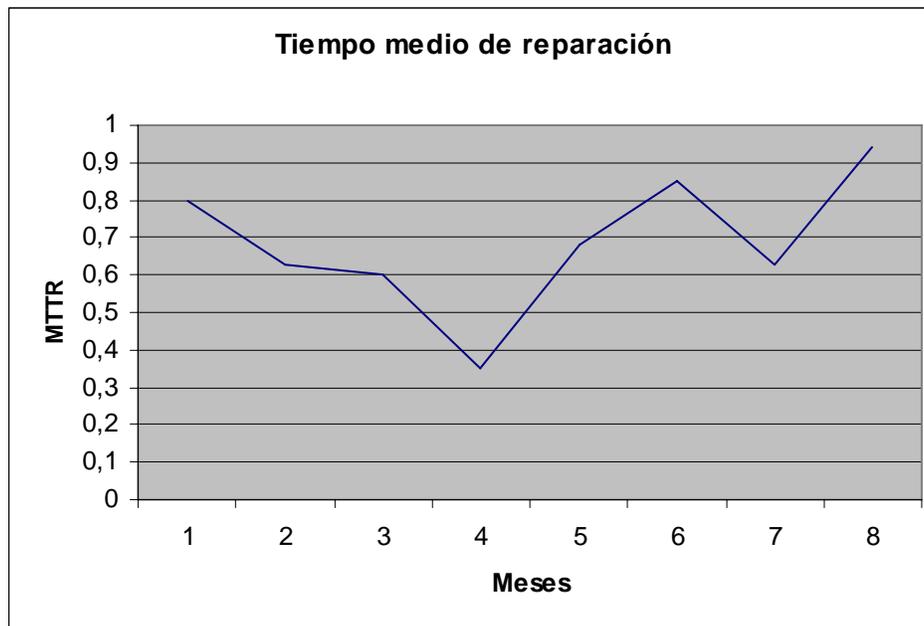
Con respecto al gráfico de la Tasa de Falla se puede apreciar una baja notable en la Tasa de Fallas del equipo después de haber sido intervenido.

Cabe destacar que estos datos son mensuales, ya que el Overhaul se aplicó a principio de año.

**Gráfico N° 20: Tiempo Medio entre Falla**

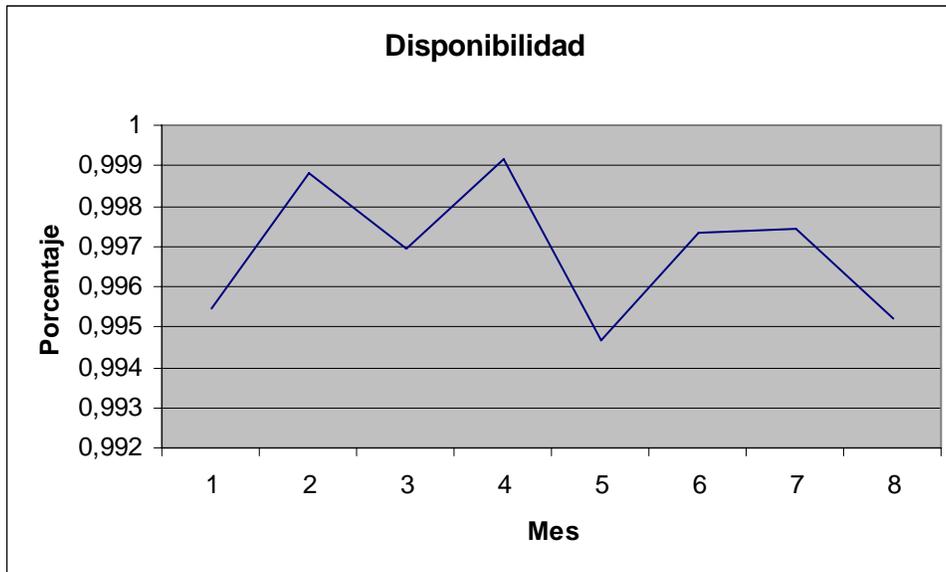
Fuente: Elaboración propia

Refiriéndose al gráfico de la variable MTBF este presenta una forma de sierra. Probablemente, esto se debe a que una vez hecho el Overhaul el tiempo entre falla en un comienzo es más prolongado hasta un instante en que las piezas empiezan a sufrir el desgaste o simplemente la ruptura de ellas (debido a la mala composición de ellas) para luego volver a tener un tiempo prolongado de funcionamiento del equipo. Esto no quiere decir que el equipo no presente fallas. Por esta razón se comienza a transformar en un ciclo donde el punto mas alto representa a un periodo de mantención general para luego volver a trabajar en forma óptima el equipo.

**Gráfico N° 21: Tiempo Medio de Reparación**

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 21 se puede ver que en un principio el tiempo de reparación del equipo fue alto. Esto se fundamenta porque existe un periodo de marcha blanca donde las partes mas blandas del equipo son reemplazadas por otras pero a continuación, el tiempo medio empieza a bajar considerablemente hasta llegar un punto mínimo para luego tener una tendencia al alza del tiempo medio de mantenimiento.

**Gráfico N° 22: Disponibilidad**

Fuente: Elaboración propia

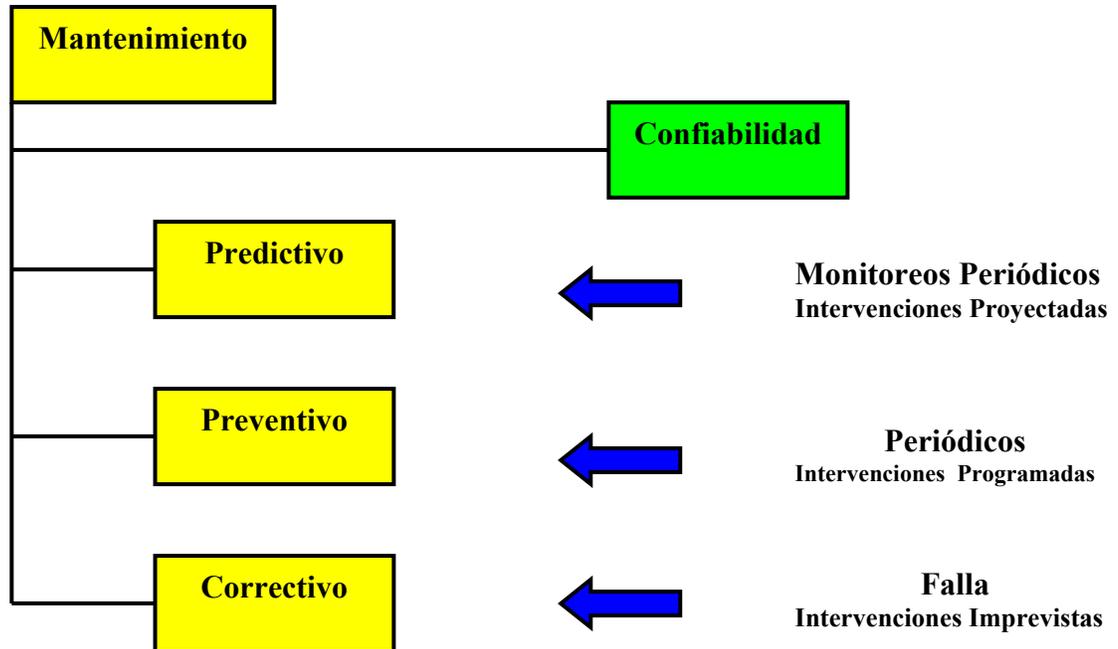
Como conclusión se puede afirmar que la Disponibilidad del equipo ha aumentado en forma considerable desde un 87% a un 99,5% una vez aplicado el Overhaul.

**4.5- Plan de Mantenimiento para los Equipos**

Para diseñar un plan de mantenimiento adecuado hay que alinearse con la estrategia operación de Aserraderos Arauco donde considera tres tipos de mantenimientos que son:

1. Mantenimiento Predictivo
2. Mantenimiento Preventivo
3. Mantenimiento Correctivo

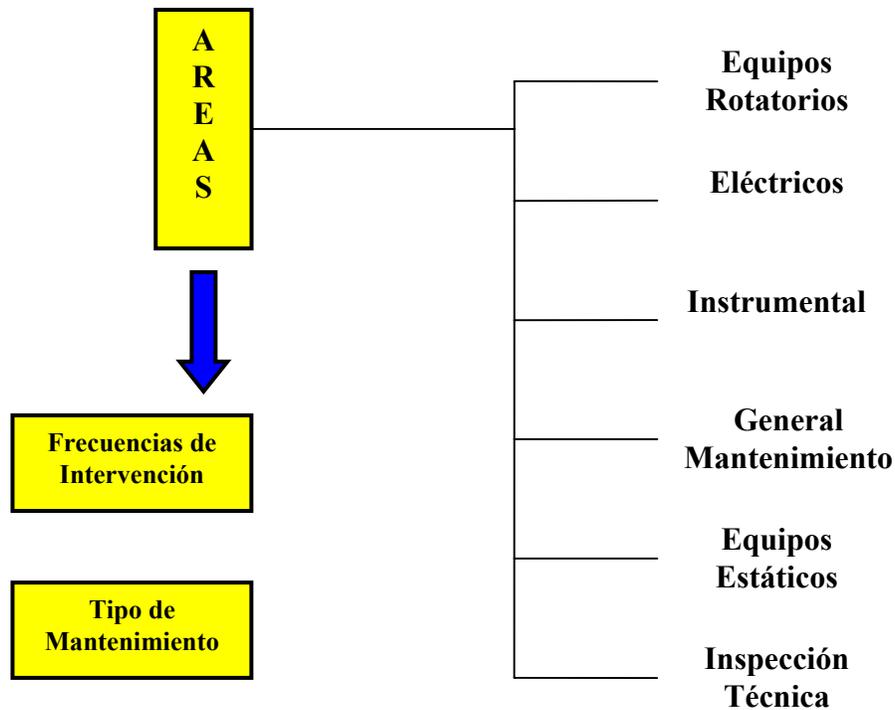
A través del siguiente esquema se puede ver de mejor manera el alcance del plan de mantenimiento para los equipos.

**Figura N° 5: Esquema Plan de Mantenimiento**

Fuente: Elaboración propia

Una vez formulado el esquema del Plan de Mantenimiento, será necesario clasificar los equipos en distintas áreas, las que de acuerdo al historial de fallas podrán marcar la pauta de la frecuencia de intervención y por ende el tipo de mantención.

En la Figura N° 6 se puede mostrar las áreas en que el Plan de Mantenimiento ha clasificado a los equipos.

**Figura N° 6: Clasificación de los equipos**

Fuente: Elaboración propia

Para poder operar con estos códigos es necesario también clasificar los aserraderos como las principales fallas que presentan los equipos.

Esta codificación se detalla en las siguientes tablas:

**Tabla N° 11: Tabla de códigos para los aserraderos**

Aserraderos	Códigos
General a todas las plantas	A
Horcones I	B
Horcones II	C
Araucanas	D
Escuadrón	E
Coelemu	F
Mutrum	G
Viñales	H
Valdivia	I
Cholguan	J
Colorado	K
Nueva Aldea	L
El Cruce	M
Bosetti	N
Piray	O
Nueva Aldea	P

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 12: Códigos de Fallas**

Tipos de Fallas	Código
Rotatorio	1
Eléctrico	2
Instrumental	3
Gral. Mantenimiento	4
Equipos Estáticos	5
Inspección técnica	6

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 13: Códigos de Equipos**

<b>Tipo de Equipos</b>	<b>Códigos</b>
Descortezador	E-1
Primera Maquina	E-2
Multisierra	E-3
Horno	E-4
Cepillado	E-5

Fuente: Elaboración propia

Una vez creados los códigos que ayudan a la lectura, será posible comenzar con el Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (SGMC) el cual tiene por objetivo satisfacer en forma descentralizada las distintas necesidades operativas y de gestión de cada aserradero aprovechando los últimos adelantos tecnológicos y estándares informáticos, y que a su vez permita servir de herramienta para satisfacer los requerimientos de la norma ISO 9001.

Una de las finalidades del SGMC es poder coordinar toda la gestión desde las oficinas centrales con el fin de minimizar el tiempo de detención de los equipos.

Con este SGMC se pretende satisfacer y/o manejar los Planes de Mantención, Órdenes de Trabajo, Análisis estadísticos de Equipos, de Eficiencia y de Costos.

Los requerimientos básicos que deben existir para que la implantación y explotación de este sistema sea posible son:

### **1. Características de Equipamiento Computacional**

- PC compatible con procesador 1.3 Gb de 533 Mhz o superior.
- Ms-Dos, Windows y/o Software Gestores de Bases de Datos relacionales, dependiendo del sistema a implementar.
- El sistema propuesto debe estar basado en tecnología cliente/ servidor y diseñado para plataforma de servidores UNIX.
- Las internas del sistema estará basada en ambiente Windows, con introducción de datos vía teclado o Mouse.
- Deberá considerarse la Red de Área Local actualmente existente en los diferentes aserraderos y Redes de Áreas Extendida que utiliza actualmente Aserraderos Arauco.

### **2.- Características de las clases de usuarios**

- Usuarios pertenecientes a Aserraderos Arauco (mesa central), por lo general 3 Ingenieros Mecánicos.
- Usuarios pertenecientes a cada Aserradero.

Una vez definido todo lo necesario para el SGMC es posible sugerir fechas de las mantenciones.

Con respecto a las fechas de las mantenciones se estima que las mantenciones Preventivas se harán todos los domingos, esto con el fin de hacer cambios a las piezas con más desgaste de los equipos así como una limpieza general y una sesión de aceitado por completo.

Las mantenciones Predictivas se harán mas profundamente domingo por medio ya que el SGMC está constantemente monitoreando

y llevando estadísticas que ayudan a prevenir y saber cuando hacer cambio de las piezas.

## CAPITULO N° 5: ANÁLISIS ESTRATÉGICO

El conocimiento del sector industrial donde se desenvuelve Aserraderos Arauco permitirá formular una estrategia que servirá al desarrollo, estabilidad y crecimiento futuro de la empresa.

Una de las definiciones de Industria que mas se utiliza es precisamente la que se refiere a la agrupación de empresas que producen productos similares o sustitutos de diferentes grados que comparten un mismo grupo de clientes que al mismo tiempo determinan los límites de la industria, es decir, la demanda de los consumidores que reflejan sus necesidades.

Aserraderos Arauco está orientada principalmente a la industria de la exportación de madera aserrada, siendo los exportadores chilenos más importantes Celulosa Arauco y Constitución y CMPC. Los principales mercados internacionales de Aserraderos Arauco son América del Norte (EEUU, México), Medio Oriente y Europa. Con respecto a los principales competidores estos son de procedencia canadienses, rusos y suecos sin dejar de mencionar a los productores nacionales de los respectivos mercados.

Aserraderos Arauco tiene por objetivo lograr una producción de 5.000.000 m<sup>3</sup>/ año en un plazo no superior a 10 años. Esto se ha reforzado a través de la compra de nuevos aserraderos no tan solo a nivel nacional sino que a nivel internacional. Se tiene el caso de los aserraderos argentinos de Piray y Bosetti.

La visión de la empresa es maximizar el valor de los bosques aplicando procesos que logren dar un valor agregado a la madera para

una comercialización en el mercado mundial de acuerdo a las necesidades de los clientes.

### 5.1-Análisis Externo

La industria forestal chilena, que incluye también la industria del aserrio, es la segunda generadora de divisas para el país y la primera basada en un recurso forestal renovable. Genera cerca de 130 mil empleos directos y algo más de 300 mil indirectos en las áreas de silvicultura y cosecha, industria primaria, secundaria y servicio. A lo largo de los últimos 15 años ha generado aproximadamente el 13% del total anual de los retornos por exportaciones que realiza Chile. A continuación se muestra una Tabla de los principales mercados de la madera de Aserraderos Arauco.

**Tabla N° 14: Participación de Aserraderos Arauco en Chile y total**

País	Participación País	Participación A. Arauco
EEUU	41,3%	60,0%
México	16,5%	50,0%
Japón	11,9%	60,0%
Emiratos Árabe	5,7%	80,0%
España	5,5%	65,0%
Arabia Saudita	4,5%	83,0%
China	3,3%	71,0%
Taiwán	1,7%	74,0%
Corea del Sur	1,5%	76,0%
Marruecos	1,3%	69,0%

Fuente: ODEPA (2006)

En la Tabla N° 14 se puede ver como principal cliente Estados Unidos seguido de México y Japón.

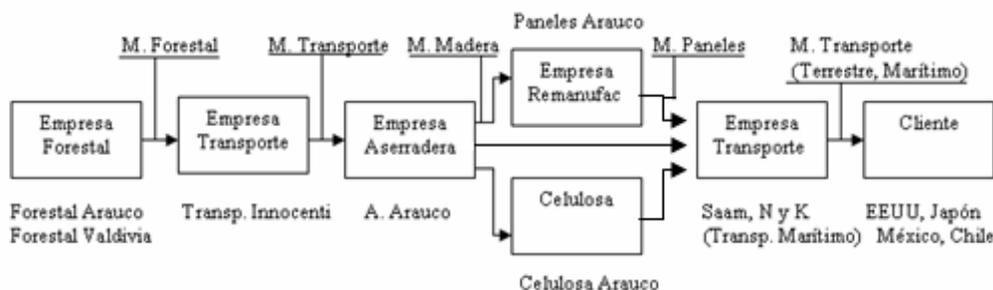
Por otro lado, la industria de la madera aserrada y sus derivados es el segundo gran rubro más importante de exportación forestal, con 37% del total del valor. Se envían a una diversidad de mercados, destacando principalmente Estados Unidos, Japón y México.

Es interesante mencionar el posicionamiento que ha ido adquiriendo la madera aserrada y sus derivados en el mercado interno, donde las empresas relacionadas con la construcción son los principales demandantes y con un alto potencial en crecimiento.

Es necesario desarrollar por completo el Supply Chain para identificar la industria.

A continuación, en la Figura N° 7 se mostrará la Cadena de Suministro (Supply Chain) de los aserraderos.

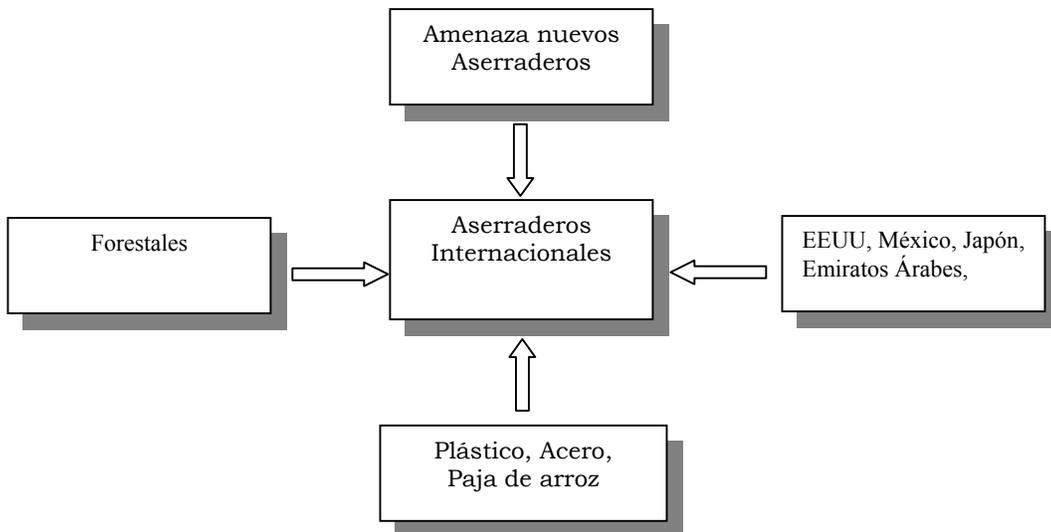
**Figura N° 7: Supply Chain de los Aserraderos**



Fuente: elaboración propia

La razón principal por la que en esta Cadena de Suministro aparecen, tanto la industria de la Remanufactura como la Industria de la Celulosa se basa principalmente en que los aserraderos actúan como proveedores de materia prima para estas dos industrias.

**Figura N° 8: Modelo de Las Cinco Fuerzas de M. Porter**



Fuente: Elaboración propia

**1.-El Poder de negociación de los consumidores: (Atractivo bajo)**

El poder de los principales compradores como EEUU, México, Japón se ve favorecido gracias a la estructura de mercado que los aserraderos enfrentan, ya que la estructura de los mercados internacionales son competitivos y por consecuencia el precio es fijado por el mercado, por lo tanto el poder lo tienen los clientes. Esto se debe a que el producto comercializado es un “commodity”, no existe algún grado de diferenciación en la opción del cliente de cambiar de proveedor. Con esto podemos concluir que el poder sobre los clientes es bajo, por lo tanto el atractivo de la industria es bajo.

**2.-El poder de negociación de los proveedores: (Atractivo alto)**

Con respecto al poder de los proveedores, que son las empresas forestales, que producen un producto que es un “commodity” y como tal el precio de comercialización es fijado por el mercado internacional.

Otro factor que influye en el poder de negociación de los proveedores es el número de empresas forestales que existen en el mercado chileno, con lo que Aserraderos Arauco se encuentra en una posición bastante favorable en el momento de negociación de compra.

Por esto, el poder lo tiene el cliente el cual en este caso son las empresas de aserrio. Todo esto conlleva a que el atractivo de la industria sea alto.

### **3.-Amenaza de nuevos competidores: (Atractivo alto)**

Para poder medir la amenaza de nuevos competidores se utiliza el grado de contestabilidad que existe, es decir cuan fácil es entrar llevarse las utilidades y luego salir de la industria. Para esto es necesario analizar cuales son las barreras de entrada y de salida de la industria.

- **Barreras de Entrada:** Los participantes potenciales enfrentan barreras significativas para la entrada en la industria del aserrio, ya que esto involucran altos costos de inversión en equipos altamente tecnológicos tanto nuevos como equipos usados, debido a que en el caso de los equipos usados por lo general son equipos dados de baja, presentando fallas y/o desgastes considerables. Existen altas economías de escala que afecta la entrada a la industria lo que es acompañado por un importante efecto en la curva de experiencia. Por lo tanto, las barreras de entrada son altas
- **Barreras de Salida:** A pesar de una gran especialización de los activos (como los equipos de aserraderos) existe un mercado en donde si es posible comercializar estos equipos, aunque esto no garantiza la venta en forma inmediata debido a su alta especialización. No ocurre lo mismo con las existencias

(productos terminados, productos en procesos, maderas y materia prima) que quedan al momento de liquidar todo, ya que esta se puede vender a precio de mercado. Si comparamos el valor de los activos con el valor de las existencias, según el balance general, las maquinarias y equipos representa 29,89% del total de los activos mientras que las existencias 5,24% (Ver Anexo 14) Por lo tanto, las barreras de salida son altas.

#### **4.-La amenaza de productos sustitutos: (Atractivo alto)**

Si bien, los productos que Aserraderos Arauco ofrece tienen diversas aplicaciones como embalaje, combustible, decoración, siendo la principal aplicación la construcción a través de tableros de revestimiento interior y de tablas dimensionadas, estos no tienen en la actualidad sustitutos para la madera realmente viable en términos económicos y de seguridad como el acero, aluminio, plástico, entre otros, no cumplen con las propiedades de la madera. En la actualidad hay un producto con características similares a la madera, que es la paja de arroz, con la cual se pueden realizar los mismos productos, pero el problema radica en el alto costo de fabricación para el proveedor y el alto costo que esto significaría para los clientes debido al cambio de los equipos o la adaptación de estos para poder procesar de mejor manera el producto entregado por los aserraderos.

Con respecto al plástico, acero y aluminio, estos han pasado a ser un actor importante en el mercado del embalaje de productos principalmente por el hecho de la capacidad de resistencia a los golpes y a la transferencia de algunas bacterias y hongos, en el caso de embalajes de productos alimenticios.

Por esta razón este producto está lejos de presentar una amenaza para la industria aserradera ya que el principal mercado objetivo es el de la construcción, por lo que el atractivo de la industria es alto.

**5.-Intensidad de la rivalidad de los competidores: (Atractivo bajo)**

La nula capacidad de diferenciación de los productos ofrecidos por parte de los aserraderos, la madurez de la industria, los altos costos fijos que tienen los aserraderos con respecto al valor agregado al negocio hacen que la industria tenga un atractivo bajo.

Las oportunidades y amenazas de la industria Aserradera son:

**Oportunidades**

1. El bajo poder de negociación de los proveedores.
2. Sustitutos lejanos.
3. Alta contestabilidad.
4. Constante incentivo por parte del gobierno para fomentar la plantación de Pino Radiata y Eucaliptos.

**Amenazas**

1. Bajo costo de cambio y poca fidelidad por parte de los clientes con la marca.
2. Alta rivalidad que existe entre las firmas.
3. Volatilidad del precio.

Como conclusión del análisis del entorno externo, se puede decir que la industria posee un atractivo BAJO, a pesar de las oportunidades que esta brinda como el bajo poder de negociación de los proveedores, pero esto se contrarresta con el alto poder de los compradores. Las altas barreras a la entrada nos da tranquilidad ante el potencial ingreso

de nuevos competidores pero las altas barreras a la salida hacen que no sea tan fácil abandonar la industria.

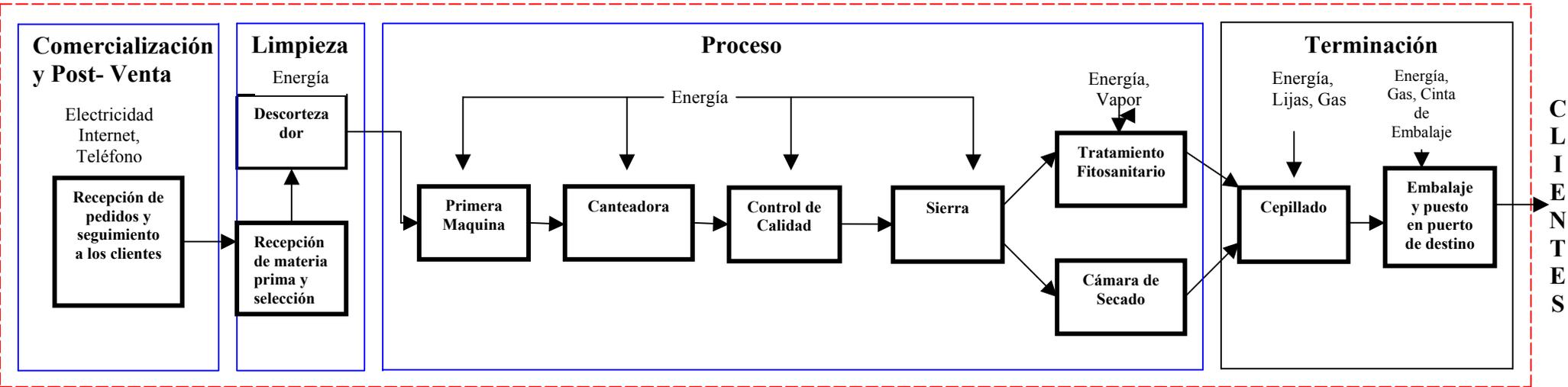
Una forma de darle diferenciación a los productos es utilizar el pensamiento creativo, siempre poder identificar oportunidades para obtener ventajas competitivas, en servicios, condiciones financieras, plazo de entrega, imagen, marketing y otro atributos críticos que sean considerados como únicos en la opinión del cliente final

## **5.2-Análisis Interno**

El examen del medio interno es el conjunto de factores que determinan la posición competitiva que adoptará el negocio frente a sus principales competidores a fin de obtener una ventaja competitiva sostenible. Evalúa la solidez del negocio e identifica las fortalezas y debilidades de éste. Esto se lleva a cabo mediante la cadena de valor.

Por medio del Flow Sheet operacional se podrán identificar cuales son los factores críticos de éxito de Aserraderos Arauco, los que se transforman en una clave fundamental para competir y a la vez poder comprender la forma de desarrollar las bases para un sólido liderazgo en los negocios. Estos factores críticos se van a representar a través de la Cadena de Valor, de la Figura N° 9.

**Figura N° 9: FLOW SHEET: ASERRADEROS ARAUCO**



Limite de Empresa

**Materia Prima (Tronco)**

**Recursos**

-Oficina	-Oficina	-Galpón	-Galpón	-Galpón	-Galpón	-Galpón	-Galpón	-Galpón
-Computadores	-Descortezador	-prim. Maq.	-Canteadora	-Banco C.C	-Multisierra	-Inst.de Vapor	-Cepilladora	-Maq. Embalaje
-Vendedores (5)	-Operarios (2)	-Inst. Extractora	-Inst. Extractora	-Inst. Extractora	-Inst. Extractora	-Tinajas (4)	-Operarios (30)	-Operarios(12)
	- Cinta Transp.	- Operarios (6)	- Operario (18)	- Programador(9)	- Operarios(15)	- Grúa(2)	- Grúa(2)	- Grúa(2)
		- Cinta Transp.	- Cinta Transp.	- Cinta Transp.	- Cinta Transp.			

### **5.2.1-Análisis de la Cadena de Valor**

Dentro de la cadena de valor, se puede distinguir dos tipos de actividades que son:

- 1.-Actividades Primarias
- 2.-Actividades de Soporte

#### **Actividades Primarias:**

Están conformadas por:

- **Comercialización, Ventas y Post- Venta:** Buena cobertura del departamento de comercialización y del departamento de ventas, cuenta con oficinas en los principales mercados de destino lo que permite una interacción mas fluida con los clientes lo que facilita luego la post- venta.
- **Limpieza:** La madera que es recibida se somete a una evaluación por medio de unos scanner ubicados en la entrada de los primeros equipos de la línea de producción, los que corresponden a los descortezadores. Estos scanner descartan los troncos que no cumplen con los requisitos como tener un diámetro que fluctúe entre los 25 y 30 cm. Con respecto a los descortezadores, estos tienen una capacidad productiva de 72m<sup>3</sup>/h. Existe en la cancha de acopio un stock mínimo de seguridad, el cual, cuando está prontamente a ser superado, el proveedor despacha oportunamente el material solicitado por los aserraderos. Esto, gracias a la buena coordinación que existe con los proveedores debido a un agendamiento previo del consumo promedio de los aserraderos. Todo esto se refleja en un sistema eficiente para enlazar a los proveedores con el sistema productivo. Uno de los principales problemas visualizados es la calidad de los troncos que llegan a los aserraderos, ya que muchas veces los troncos

rechazados por los controles de calidad llegan a casi 10% debido a que no cumplen con los requisitos mínimos para ser procesados, los que en ciertas oportunidades se pasan por alto y los troncos son igualmente procesado. Esto es ocasionado por el hecho que muchas veces no hay tiempo de poder reemplazar los troncos debido a lo ajustado en el calendario de entrega del producto al cliente.

- **Proceso:** Cada uno de los procesos a que se somete la madera posee tecnología de punta, lo que lleva a tener una capacidad de respuesta rápida a los cambios que presenta el mercado. Una característica importante es el estricto control de calidad, lo que asegura al cliente un producto de primera calidad, minimizando las pérdidas por producto defectuoso o por devolución. Las alianzas con los proveedores de madera en bruto garantiza en buena parte una producción continua. Un punto desfavorable esta relacionado con los proveedores de equipos y repuestos, ya que por lo general tienen demora en los tiempo de respuesta a los requerimientos de los distintos aserraderos.
- **Terminación:** El tiempo de permanencia de los productos en la bodega de productos terminados fluctúa entre uno a dos días. Esto se debe al rápido sistema de verificación de órdenes de compra, al sistema de control de calidad y al rápido embalaje de los productos, pero el despacho de estos productos esta sujeto al tiempo de llegada de los camiones que transportan los productos a los puertos, por lo general a Valparaíso, Lirquen o San Antonio.

### 5.2.2-Actividades de Soporte

- **Gerenciales:** Tiene un respaldo tanto financiero como de marca del grupo Celulosa Arauco y Constitución, tienen plena autonomía los gerentes de tomar las decisiones mas acertadas para la empresa. Esto conlleva a tener una fuerte cultura corporativa tanto por parte del personal administrativo como del personal de niveles inferiores. Un punto negativo es el hecho que existe una estructura muy vertical con lo que se dificulta mucho el traspaso de información entre un nivel y otro.  
Inversiones continuas en mejoras de equipamiento, maquinaria e infraestructura en general
- **Adquisiciones:** Mantiene una relación a mediano plazo con los proveedores de madera, de equipos, combustible, etc. También, existen constantes evaluaciones de desempeño a los proveedores lo que permite tener una clara comunicación con ellos y así poder llegar a los acuerdos en forma más rápida.
- **Tecnología:** Actualmente se posee tecnología de punta, entre ellos el aserradero más moderno de Sudamérica (Aserradero Nueva Aldea). Toda esta tecnología permite llevar un constante control de calidad.
- **Gestión de Recursos Humanos:** Capacitación constante a todo nivel, en este caso principalmente a los operarios para el mejor manejo de los equipos.

En la figura N° 10 se muestra la cadena de valor.

**Figura N° 10: Cadena de Valor**

<p><b>Infraestructura Gerencial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultura corporativa fuerte.</li> <li>• Buena capacidad de gestión financiera y control gerencial.</li> <li>• Estructura organizacional vertical.</li> <li>• Perteneciente al grupo Celulosa Arauco y Constitución.</li> <li>• Plena autonomía del grupo Celulosa Arauco.</li> <li>• Continúas inversiones en mejoras de equipamiento, maquinaria e infraestructura en general.</li> </ul>			
<p><b>Desarrollo de la Tecnología</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimiento en las capacidades tecnológicas para mantener el liderazgo.</li> </ul>			
<p><b>Gestión de Recursos Humanos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buena atmósfera laboral.</li> <li>• Buena capacitación del personal.</li> </ul>			
<p><b>Abastecimiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluaciones frecuentes del desempeño de los proveedores.</li> <li>• Departamento de mantenimiento encargado de la compra de equipos o repuestos.</li> <li>• Departamento de compra de repuestos, insumos y materia prima ( con el apoyo de las distintas áreas de insumos y repuestos).</li> </ul>			
<p><b>Comercialización y Post Ventas</b></p> <p>1.-Grupo altamente capacitado en ventas internacionales.                  2.-Buena relación con los clientes.                  3.-Rápida respuesta y solución a los reclamos de los clientes lo que genera una buena reputación entre ellos.                  4.-Acuerdos de abastecimiento a largo plazo con algunos clientes.                  5.-Alianzas estratégicas con compañías de transporte terrestre y naviero.</p>	<p><b>Limpieza</b></p> <p>1.-Manejo de stock de seguridad mínimo de troncos.                  2.-Coordinación con los proveedores para la entrega de la materia prima (troncos) e insumos.                  3.-Descortezador capaz de procesar 104 m<sup>3</sup>/h.                  4.-Cancha de acopio ubicada cerca del Descortezador lo que disminuye el tiempo de manejo de los troncos.                  5.-El proveedor se encarga de la entrega de sus productos directamente en la cancha de acopio de los aserraderos.</p>	<p><b>Proceso</b></p> <p>1.-Flexibilidad de producción gracias a la programación dinámica de los programadores.                  2.-Estricto control de calidad tanto visual como electrónico (scanner).                  3.-Gran precisión en los cortes por parte de la multisierra lo que evita producción fallida.                  4.-Los equipos operan al 98% de su capacidad teniendo solo un 2% de capacidad ociosa.                  5.-Buena coordinación de los operarios dentro de la fabricación lo que evita un estancamiento y por ende un atraso en la elaboración del pedido.                  6.-A través de sus aserraderos en Argentina y Uruguay es posible responder en forma rápida a los pedidos con calidad de urgentes.                  7.-Economía de escala.</p>	<p><b>Terminación</b></p> <p>1.-Sistema de embalaje automatizado eficiente.                  2.-Plena coordinación entre el proceso de carga y transporte del producto hacia el cliente.                  3.-Alianza estratégica con Logística Arauco lo que permite un despacho oportuno.</p>

C  
L  
I  
E  
N  
T  
E

fuente: Estrategias competitivas para el liderazgo competitivo

A través de la cadena de valor se puede visualizar cuales son los factores críticos del éxito para Aserraderos Arauco.

Una vez identificados los factores se mencionarán las fortalezas y debilidades de Aserraderos Arauco.

### **Fortalezas**

1. Flexibilidad en la producción lo que favorece a una respuesta oportuna a los pedidos.
2. Manejo de stock mínimo de seguridad de materia prima.
3. Buena coordinación con los proveedores de la materia prima e insumos evitando la paralización de los equipos.
4. Estricto control de calidad durante el proceso lo que ayuda a las devoluciones por productos defectuosos.
5. Rápida respuesta a los reclamos o imprevistos con los clientes.
6. Alianzas estratégica con Logística Arauco lo que permite tener un servicio de transporte marítimo y terrestre eficiente.

### **Debilidades**

1. Falta de un buen plan de mantenimiento con el personal adecuado que pueda brindar este servicio a los equipos.
2. Falta de control de calidad en la compra de los troncos debido al nivel de devolución, no cumplen con los requisitos mínimos impuestos por los aserraderos (35 cm. de diámetro).
3. Estructura organizacional muy vertical, lo que dificulta el flujo de información en todas direcciones.
4. Poca capacidad de tinajas para poder aplicar el tratamiento fitosanitario a los pedidos ocasionando en algunas ocasiones retraso en la entrega de esos pedidos.

Como conclusión del Análisis Interno se puede decir que la empresa posee una fortaleza alta en la cobertura global de comercialización y a su fuerza de venta altamente calificada. Un punto desfavorable es la verticalidad de la estructura organizacional, a pesar de la autonomía que tienen los distintos niveles en la toma de decisiones se hace dificultoso el traspaso de información entre ellos.

### **5.3-Estrategias Genéricas:**

Una vez analizados los distintos ambientes que influyen en la empresa, se puede concluir que la estrategia genérica mas apropiada para Aserraderos Arauco es la diferenciación. En este caso como el producto corresponde a un Commodity, el principal desafío estratégico es escapar de la trampa competitiva por ende tenemos que llevar todos los esfuerzos en identificar y resaltar todos los atributos intrínsecos como los señalados anteriormente, identificando ventajas competitivas en servicios, condiciones financieras, plazo de entrega, imagen, marketing y otro atributos críticos que sean considerados como únicos en la opinión del cliente final.

#### **Directrices Estratégicas**

Para identificar las directrices estratégicas que permitirán formular las estrategias de negocios, se usarán las matrices FODA y Fortaleza de la Empresa/ Atractivo de la Industria.

##### **5.3.1-Matriz FODA**

La principal función de la matriz FODA es interceptar las oportunidades y amenazas que se desprenden del análisis externo a nivel de negocio con las fortalezas y debilidades que se reconocen a través de la evaluación interna realizada a una empresa. Esta herramienta permite

visualizar distintas estrategias con la cual la empresa puede cumplir sus objetivos.

**Figura N° 11: Matriz FODA**

	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<b>Fortalezas</b>	Debido al nivel tecnológico que poseen los aserraderos y el poder sobre los proveedores hace más fácil abordar en forma rápida los constantes cambios que el mercado presenta.	La integración vertical con algunos proveedores de materia prima (Forestal Arauco) permite tener una seguridad en el abastecimiento
<b>Debilidades</b>	La implementación de un buen sistema de mantenimiento periódico ayudaría a disminuir los altos costos de mantención y a la vez poder responder de mejor manera a los clientes.	Debido a la verticalidad organizacional y la dificultad del traspaso de información entre los niveles, esto general la posibilidad de pérdida de buenos negocios dado la lentitud de toma de decisiones.

Fuente: Elaboración propia

### **5.3.2-Matriz Atractivo De La Industria/ Fortaleza Del Negocio:**

El análisis del medio externo entregó como resultado que la industria tenía un atractivo medio y el negocio presentaba fortalezas de carácter altas, luego, la matriz de la industria versus las fortalezas del negocio quedó graficada de la siguiente forma.

**Figura N° 12: Matriz Atractivo De La Industria/ Fortaleza Del Negocio**

		Atractivo de la industria		
		Alto	Medio	Bajo
Fortaleza del negocio	Alta			
	Media			
	Baja			

Fuente: Estrategias para el liderazgo competitivo

A partir de la Matriz Atractivo de la Industria/ Fortaleza del Negocio y de la Matriz FODA se determinará la estrategia que debe seguir Aserraderos Arauco para poder competir de mejor manera en el mercado nacional e internacional.

Actualmente Aserraderos Arauco se encuentra en A, según la matriz Atractivo de la Industria/ Fortaleza del Negocio, la empresa debe identificar segmentos de crecimientos, invertir fuertemente y mantener la posición en otras partes.

Esta posición en la matriz se debe claramente a dos situaciones que son:

Aserraderos Arauco no posee Core Competences o competencias claves, pero si bien un punto favorable es la amplia red de comercialización que tiene en el mundo con oficinas en EEUU, México, Japón y Londres entre otras. Esto permite tener mayores puntos de contactos con los clientes para así poder minimizar el tiempo de reacción a eventuales problemas o simplemente a necesidades de los clientes. Por otra parte, ayuda a entrar a nuevos mercados que anteriormente no se había tenido acceso, como por ejemplo Corea. Este país principalmente ocupa los tableros como envase y/o embalaje, por ejemplo es el caso de Corea en donde los tableros son usados para producir cajas para motores.

Todo esto se ve favorecido por la capacidad de producción que tiene Aserraderos Arauco y por la integración vertical que han hecho para asegurar el suministro de materia prima.

Con respecto a la Matriz FODA, ella nos va a proporcionar algunas directrices con las cuales Aserraderos Arauco podrá disminuir, tanto las amenazas del medio como las debilidades de la empresa, y aumentar las fortalezas de la empresa y las oportunidades entregadas por el medio.

Así se puede ver que las estrategias sugeridas por la matriz son:

- Mantener la Posición General
- Buscar Flujos de Fondos
- Invertir en Mantenimiento

**Acciones sobre Estrategias Genéricas**

Aserraderos Arauco puede posicionarse en la Matriz Atractivo de la Industria / Fortaleza del Negocio, en un posible punto (B) que se muestran a continuación:

**Figura N° 13: Matriz Atractivo De La Industria/ Fortaleza Del Negocio**

		Atractivo de la industria		
		Alto	Medio	Bajo
Fortaleza del negocio	Alta			 
	Media			
	Baja			

Fuente: Estrategias para el liderazgo competitivo

Para comenzar hay que mencionar que Aserraderos Arauco se encuentra en una industria donde el precio es fijado por el mercado lo que significa que no se tiene poder sobre el cliente. Para lograr que Aserraderos Arauco se logró posicionar en B va a ser necesario una mejora operacional del proceso productivo luego de implementar el modelo de mantención y las estrategias de diferenciación mencionadas.

## **CAPITULO N° 6: ESTRATEGIA FUNCIONAL.**

Para lograr desarrollar una buena estrategia de fabricación hay que partir por conocer cual es el estado actual en relación al desempeño de los aserraderos.

### **6.1-Benchmarking Interno**

Para esto se utilizará una herramienta muy usada en la creación de una base sólida de información funcional que es el Benchmarking. Con esta herramienta se podrá identificar cuales son las mejores prácticas desarrolladas por el o los aserraderos.

En este caso, el Benchmarking que se desarrollará es interno, el que consiste en hacer una comparación entre los aserraderos con el fin de poder detectar cual es el aserradero que presenta el mejor desempeño en cuanto a costo y a producción.

El Benchmarking desarrollado entre todos los aserraderos arrojó que el aserradero Coelemu se desempeña actualmente con un nivel de costo de mantención por debajo del resto de los aserraderos sin que la producción y el tiempo de entrega se vean afectados (Ver Tabla N°15).

Todo esto se basa principalmente en el alto nivel de Confiabilidad Operacional, principalmente en el área de confiabilidad de equipos y en mantención de equipos de trabajo, que existe actualmente en el aserradero Coelemu.

Analizando esta dos áreas de la Confiabilidad Operacional se pudo detectar que existe una gran diferencia con respecto a los otros aserraderos en cuanto a:

1. El tipo de entrenamiento y de capacitación de los operadores, lo que influye directamente en una baja en los costos de producción y una disminución del tiempo de proceso.
2. El plan de mantenimiento con un alto nivel de confiabilidad, el cual tiene un régimen de revisión más constante y rigurosa. Todo esto conlleva a que los costos de mantención se minimicen, al igual que el MTTR (tiempo medio de reparación), debido al constante monitoreo de los equipos, lo que ayuda a identificar posibles fallas que puedan dejar el equipo detenido por un tiempo.

Estas prácticas desarrolladas por el aserradero Coelemu servirán para el desarrollo de una estrategia de fabricación la que será implementada en el resto de los aserraderos. Para esto, la Unidad de Análisis Funcional (UAF) identificada es la Unidad Estratégica de Fabricación (UEF). Estas UEF están relacionadas principalmente con la Logística de entrada y Operaciones, esto se debe principalmente a que tienen un mismo objetivo que es la minimización de costos y confiabilidad. Por lo tanto, las directrices de la estrategia de fabricación son la minimización de los costos de producción, en este caso el costo de mantenimiento es el costo que está teniendo un papel importante en cuanto al alza del costo unitario de los productos.

## **6.2-Plan de Mantenimiento de Aserradero Coelemu**

A continuación se explicará mas a fondo cuales son los detalles que hacen que este aserradero presente un nivel de rendimiento de costos más bajos que el resto de los aserraderos.

Para comenzar la explicación hay que mencionar que cada aserradero perteneciente a la empresa Celulosa Arauco y Constitución actúa en forma independiente uno de otro. Lo único que comparten todos los aserraderos es

la estructura administrativa y gerencial la cual está ubicada en la ciudad de Concepción. A la oficina Central llegan todos los requerimientos y necesidades de todos los aserraderos compartiendo un presupuesto anual para los 12 aserraderos.

En la Tabla N°15 se muestra el costo en mantención que cada aserradero genera anualmente.

**Tabla N° 15: Costo de mantención por cada aserradero anual**

Aserradero	Capacidad m3	Producción Real	Porcentaje de Producción	Costo Mantención US\$	Porcentaje
Horcones I	360,000	304,500	84%	850,000	11%
Horcones II	250,000	210,000	84%	750,000	9%
Araucanas	130,000	109,100	84%	210,000	3%
Escuadrón	100,000	85,000	84%	200,000	2%
<b>Coelemu</b>	<b>80,000</b>	<b>68,000</b>	<b>87%</b>	<b>120,000</b>	<b>1%</b>
Mutrum	280,000	235,800	84%	230,000	3%
Viñales	260,000	216,800	83%	1,193,000	15%
Valdivia	360,000	305,000	85%	1,180,000	15%
Cholguán	350,000	295,500	84%	950,000	12%
Colorado	360,000	300,000	83%	960,000	12%
Nueva Aldea	680,000	570,000	84%	1,250,000	15%
El Cruce	150,000	125,000	83%	175,000	2%
<b>TOTAL</b>	<b>3,360,000</b>	<b>2,824,700</b>		<b>8,068,000</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se puede ver claramente que el aserradero con mejor rendimiento y mejor porcentaje de costo de mantención por sobre el presupuesto anual es el aserradero de Coelemu. El rendimiento promedio de los aserraderos fluctúa entre un 83% a un 87%, donde el aserradero Coelemu llega a tener un rendimiento casi del 87%.

Este nivel de rendimiento se debe básicamente al alto grado de confiabilidad que presenta el plan de mantenimiento de los equipos del

aserradero. Este plan de mantenimiento tiene gran importancia, ya que al momento de diseñar la Carta Gantt de producción mensual se toma en cuenta el tiempo de mantención diaria de los equipos, el cual esta establecido en el horario entre las 21 y 24 hrs. Esta mantención es realizada por el personal de mantenimiento, el que ha sido capacitado en mantenimiento por los principales proveedores. La mantención se compone de una inspección de los equipos con el fin de poder lubricarlos y hacer el cambio de algunas piezas como sierras, rodamientos, entre otros. También, llevar un registro del estado actual del equipo lo que ayuda a estimar el tiempo de vida útil que les queda a los distintos componentes del equipo y así coordinar el pedido de repuestos con el proveedor o, si es necesario, coordinar la presencia de un técnico perteneciente al proveedor.

Con respecto a la capacitación de los operadores, ésta se realiza en forma conjunta con los proveedores de los equipos. Estas capacitaciones pueden ser de dos tipos:

1. La capacitación correspondiente al momento de adquirir un equipo nuevo en la cual un técnico de la empresa proveedora se dirige al aserradero con el fin de capacitar tanto en la forma de operar el equipo como en el reconocimiento y posteriormente solución de las distintas fallas menores que podría presentar.
2. El segundo tipo de capacitación corresponde a los distintos cursos que los proveedores imparten a lo largo del año en la casa matriz, lo que significa que el o los operarios se trasladen a la casa matriz. Este tipo de capacitación se toma como una forma de premio y un voto de confianza por parte del jefe del aserradero hacia los operarios, lo que repercute directamente en la producción, en el mantenimiento de los equipos y en la buena atmósfera de trabajo. Una característica del aserradero Coelemu es tener una estrecha relación con los

proveedores y de ser el aserradero con menos rotación de personal de todos los aserraderos.

3. Todo esto se ve reflejado, tanto en el nivel de producción como en el nivel de gasto en mantenimiento que tiene.
4. Por último, hay que mencionar que la distribución de los equipos que este aserradero tiene, ha demostrado ser más eficiente y económica que las distribuciones que presentan los otros aserraderos (ver anexo 13), ya que este tipo de distribución de equipos (aserradero Coelemu) presenta una forma más compacta lo que genera una mayor circulación del material. Esto se logra también por el sistema de control denominado “Control de Calidad en Terreno”, donde el personal del departamento de control de calidad de materia prima (DCMP) se encuentra certificando la calidad de los troncos que son despachados desde las forestales. Con esto se evita la pérdida de tiempo que ocasiona la devolución de los troncos fallados a la forestal. Este hecho se debe a que el aserradero no cuenta con una planta de remanufactura, la cual pueda hacer uso de esos troncos. Por todos estos motivos es que este aserradero se ha usado como ejemplo para el resto.

### **6.3- Plan de Mantenimiento**

Una vez identificadas las mejores prácticas, el siguiente paso es poder tomarlas e implementarlas en los distintos aserraderos.

Una de las formas de poder implementar estas prácticas es usar el personal del aserradero Coelemu como monitores haciéndolos rotar por los aserraderos de tal forma que sean ellos los que enseñen a los operarios de los otros aserraderos a trabajar en forma óptima con los equipos. Lo mismo

ocurre con el personal de mantención, pero hay casos en que el departamento de mantención no existe, en este caso los aserraderos correspondientes deberán seleccionar al personal para enviarlos a capacitación al aserradero Coelemu.

En el caso de la relación con los proveedores, cada aserradero deberá interiorizarse con los distintos programas de capacitación que ofrezcan para así comenzar a tener una relación mas estrecha con ellos.

Por lo tanto, como se puede ver, adoptar las mejores prácticas del aserradero Coelemu no significa grandes gastos para los aserraderos, en comparación al alto beneficio que este puede traer. Se estima que la implementación de estas prácticas traería un aumento de entre un 7% a 10% en la producción y una reducción de los costos de mantención de casi un 8%.

## **CAPITULO N° 7: EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

En la actualidad Aserraderos Arauco presenta un problema en el constante aumento de los costos de mantención (Ver Tabla N°18).

Con este sistema de optimización de recursos lo que se pretende es poder minimizar anualmente alrededor de un 8% el presupuesto y al mismo tiempo poder subir la productividad en torno a un 10%.

En este caso lo que se evaluará es el impacto que tendrá sobre los flujos de la empresa el aumento de la productividad, dada la implementación del nuevo modelo de mantención, según lo que indica La Planilla de Medición.

Ahora se mencionarán las proyecciones que se han elaborado entre el departamento de estudio de Aserraderos Arauco y las entidades como Infor (Industria Forestal), Corma(Corporación de la Madera), FAO (Food and Agricultura Organization) y el INE (Instituto Nacional de Estadística).

### **Demanda**

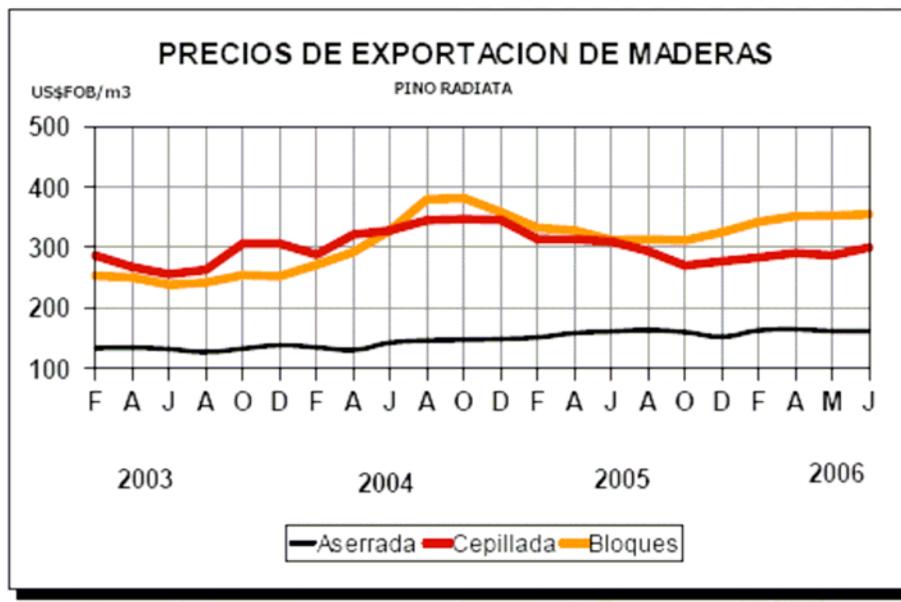
La demanda de productos forestales seguirá creciendo a medida que crezca la población y los ingresos mundiales. Las proyecciones más recientes realizadas por la FAO estiman que para 2015, el consumo mundial de madera industrial aumentará casi en un 90% (Ver Tabla N° 16).

**Tabla N° 16: Proyección de la demanda de los productos forestales**

Año	Producción miles m3	Variación %
2003	2208	0
2004	2336,5	5,5
2005	2873,89	23,17
2006	35348,9	37,54
2007	43479,1	49,22
2008	53479,4	58,71
2009	65779,6	66,43
2010	80908,9	72,71
2011	99518	77,81
2012	122407,1	81,96
2013	150560,7	85,33
2014	185189,7	88,08
2015	227783,3	90,31

Fuente: Instituto Forestal (Infor)

También, es probable que se produzcan aumentos importantes en el consumo de productos de papel y cartón. Con respecto al precio de exportación (FOB) de la madera aserrada no ha sufrido gran variación situándose en un rango entre US\$ 110 y US\$ 180. /m3. (Ver Gráfico N°23).

**Gráfico N° 23**

Fuente: Infor

Las proyecciones del precio internacional de la madera aserrada se muestran en la Tabla N° 17.

**Tabla N° 17: Proyecciones del Precio Internacional**

Año	Precio US\$
2003	125,23
2004	135,4
2005	148,9
2006	158,2
2007	165,6
2008	178,4
2009	189,3
2010	200,4
2011	210,5
2012	250,6
2013	273,6
2014	298,4
2015	315,7

Fuente: A. Arauco

## **Costos**

### **Costos Variables**

Con respecto a los costos variables, estos se van a ver afectados debido al aumento de la disponibilidad en casi un 8% de los equipos, lo que conlleva a un aumento de un 10% de la producción.

Para producir este excedente se deben considerar los siguientes costos variables:

### **Costos energía**

El aumento del consumo eléctrico esta directamente relacionado con el aumento de la producción, el cual tiene una tarifa única de US\$ 0,248 por metro cúbico.

### **Costos de explotación**

Los insumos contribuyen en el aumento de los costos, ya que a mayor producción, el consumo de insumos y otros relacionados con la explotación, es mayor, para poder determinar el valor de este costo se tomó como referencia los indicados en la FECU de Celulosa Arauco la cual indica que es del rango del 50% de los ingresos de esta línea de negocios.

### **Costos de transporte**

En este caso se consideran todos los elementos necesarios para que las nuevas contrataciones se puedan desplazar en los distintos aserraderos, capacitando a la gente y supervisando la puesta en marcha e implementación del nuevo modelo.

### **Costos de Mantenimiento**

Los costos de mantenimiento han influido notablemente en el presupuesto anual de mantenimiento, llegando a sufrir un aumento

considerable. Las proyecciones del aumento de las mantenciones se muestran a continuación en la Tabla N° 18.

**Tabla N° 18: Presupuesto de Mantención por año**

Año	Presupuesto(US\$)	Porcentaje
2001	6.000.000	0
2002	6.750.000	11,1
2003	6.950.000	13,7
2004	7.210.000	16,8
2005	7.685.000	21,9
2006	8.068.000	25,6
2007	8.451.000	29
2008	8.834.000	32,1
2009	9.217.000	34,9
2010	9.600.000	37,5
2011	9.983.000	39,9
2012	10.366.000	42,1
2013	10.749.000	44,2
2014	11.132.000	46,1
2015	11.515.000	47,9

Fuente: A Arauco

Se puede decir que prácticamente el costo de mantención es de 2,4 US\$/m<sup>3</sup> y que básicamente está conformado por componentes que son: Repuestos, Horas Hombre y Costo Financiero, de tener los repuestos en stock.

A continuación se muestra una tabla resumen con los componentes del costo por metro cúbico:

**Tabla N° 19: Componentes del Costo de Mantención**

Componente	Porcentaje	Valor(US\$/m3)
Repuesto	50%	1,2
Mecánicos	30%	0,72
C. Financiero	20%	0,48

Fuente: Depto mantenimiento Aserraderos Arauco

## Costos Fijos

Como costos fijos se considera la contratación de dos ingenieros, dos ayudantes y dos choferes. Estos tendrían la función de capacitar a los distintos técnicos y operadores de los equipos de los aserraderos, esto es fundamental para la implementación del modelo adecuado. Esto se realizará con viajes semanales en dos equipos los cuales se desplazarán en una camioneta cada unos por las distintas zonas.

Con esto se busca que los técnicos y operadores con las capacitaciones y supervisiones periódicas vayan especializándose.

## Cálculo Del Beta

El Beta se calculó basándose en los precios históricos de Forestal Cholguan, la cual está presente en la bolsa de Comercio de Santiago. Esto se debe principalmente a que Aserraderos Arauco no tiene presencia en la bolsa de comercio de Santiago.

Los resultados fueron los siguientes:

<b>COVARIANZA = 0,05</b>
<b>VARIANZA = 0,09</b>
<b>B=0,55</b>
<b>Rf= 0,053</b>
<b>(Rm - Rf) =0,08</b>
<b>CAPM = 0,053+0,55*(0,08)= 0,097</b>

Fuente: Ver Anexo 7

Con respecto a la tasa libre riesgo esta se obtuvo a través del Banco Central de Chile.

### **Capital de Trabajo**

El capital de trabajo se obtuvo en base al delta de los flujos netos mensuales, la cual fue la base para la elaboración del flujo de caja anual que se presentará a continuación. (Ver Anexo 9).

### **Inversión**

Para la implementación es necesario invertir en dos camionetas que serán para el traslado de los equipos de trabajo. También es necesario invertir en computadores para los mismos. En una etapa preeliminar no se considera la inversión en un sistema computacional específico sólo usaremos un sistema de base de datos estándar del mercado tal es como Access.

### **Flujo de Caja**

Con los datos presentados anteriormente se puede calcular el flujo de caja que podrá ayudar a tomar una decisión sobre la implementación del modelo.

Una vez hecho el flujo de caja se puede apreciar el Van

<b>VAN</b>	<b>\$ 39.602.173</b>
------------	----------------------

Fuente: Ver Anexo 8

Si bien el VAN es positivo, aplicar el modelo de evaluación ayuda a tener una disminución del presupuesto de mantención y a la vez un aumento de la productividad debido a las buenas decisiones basadas en el modelo.

El nivel de producción óptimo va a ser el máximo que se pueda producir, esto se debe básicamente que existen economías de escala, lo que lleva a minimizar los costos a medida que se produce a la máxima capacidad permitida por los equipos y al cuidado que se tiene con los equipos de los veinte aserraderos.

## CONCLUSIÓN

Con la implementación del modelo lo que se busca es crear una metodología de evaluación de los equipos, ya que como se pudo apreciar en el ejemplo, se presentó un problema en un equipo y se evaluó su Disponibilidad y efectivamente demostró que estaba por debajo de lo exigido por la empresa. Esto quiere decir que había que tomar una decisión con respecto al destino de este equipo el cual fue practicar un Overhaul. Esta decisión se basó principalmente en los altos costos que se tenía que incurrir en el reemplazo de este equipo por uno nuevo versus hacerle un Overhaul, lo que significaba incurrir en costos mas bajos, aunque si bien está claro que adquirir un equipo nuevo no se compara con un equipo reparado en su totalidad, en este caso no se justificaba la inversión.

Todo esto se puede ver demostrado en el aumento considerable de la Disponibilidad del equipo, el cual presentaba a fines del Quinto ciclo (año 2005) y antes de el Overhaul una disponibilidad de 87%, a un 95.5%.

Con esto se quiere demostrar que el modelo es apropiado para dar una solución lo más acertada y rápida posible. Esto se basa principalmente en que se logró demostrar que la idea principal de reemplazar el equipo por uno nuevo no era la decisión mas correcta.

No hay que dejar de lado la ayuda que puede brindar para la reducción del costo de mantención la implementación de una estrategia de producción nueva para los aserraderos, ya que como se describió anteriormente, el aserradero Coelemu, basándose en un alto nivel de Confiabilidad Operacional es el aserradero con mejor rendimiento entre todos.

Por último, la justificación de la inversión en la puesta en marcha de este proyecto se ve respaldada gracias a las cifras arrojadas por el análisis del flujo de caja con el VAN. Un punto importante de mencionar es que el modelo en sí se justificó gracias al ahorro considerable en la reparación del equipo de Viñales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Manual de la gestión de activos y mantenimiento, Adolfo Arata y Luciano Furlaneto.
- Logistic Engineering and Management, Benjamín .S. Blonchard.
- Estrategias Para el Liderazgo Competitivo, Arnoldo Hax y Nicolás Majluf.
- Preparación y Evaluación de Proyectos, Nassir Sapag Chain, Reinaldo Sapag Chain.

## **ANEXOS**

## ANEXO N° 1

**Tabla N° 20 de Lamda**

Año	Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2001	$\lambda$	0,0000	0,0000	0,0304	0,0671	0,0110	0,0428	0,0367	0,0218	0,0166	0,0136	0,0138	0,0136
2002	$\lambda$	0,0055	0,0027	0,0136	0,0277	0,0109	0,0411	0,0354	0,0220	0,0163	0,0142	0,0000	0,0000
2003	$\lambda$	0,0055	0,0027	0,0323	0,0055	0,0055	0,0192	0,0112	0,0082	0,0111	0,0084	0,0143	0,0027
2004	$\lambda$	0,0027	0,0473	0,0082	0,0142	0,0170	0,0729	0,0534	0,0277	0,0222	0,0138	0,0234	0,0027
2005	$\lambda$	0,0278	0,0112	0,0027	0,0305	0,0137	0,0326	0,0432	0,0336	0,0140	0,0167	0,0055	0,0372

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N° 2

En este anexo se muestran los restantes ciclos con sus respectivos gráficos y tablas.

### Segundo Ciclo

**Tabla N° 21**

Año	Mes	Detenciones	Paradas(horas)
2002	1	1,916	2
2002	2	1	1
2002	3	1,5	5
2002	4	6,416	10
2002	5	1,717	4
2002	6	3	15
2002	7	0,6	13
2002	8	3,85	8
2002	9	0,7	6
2002	10	17,05	5
2002	11	0	0
2002	12	0	0

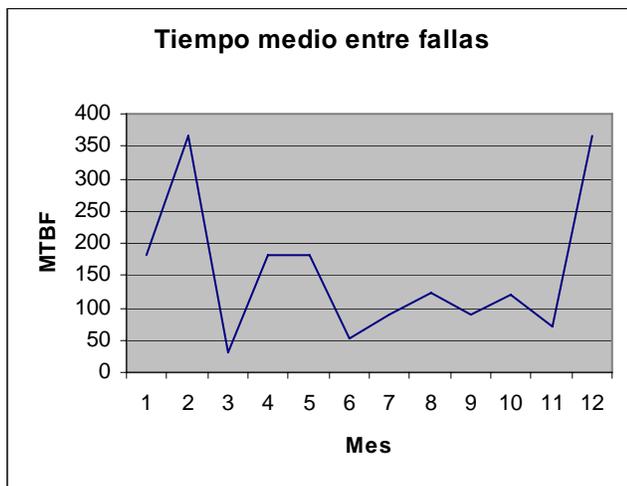
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 22**

Variable/ mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda$	0,0055	0,0027	0,0323	0,0055	0,0055	0,0192	0,0112	0,0082	0,0111	0,0084	0,0143	0,0027
<b>MTBF</b>	181,83	367,54	31,003	182,07	180,44	52,107	89,292	121,9	89,859	118,79	70,03	367,5
<b>MTRH</b>	2,1665	0,46	2,4515	1,9335	3,5585	0,4643	2,7083	0,7667	2,1415	3,8777	3,57	0,5
<b>Disponibilidad</b>	0,9882	0,9988	0,9267	0,9895	0,9807	0,9912	0,9706	0,9938	0,9767	0,9684	0,9515	0,9986

Fuente: Elaboración propia

**Gráficos N° 24: MTBF, MTRR**



### Tercer Ciclo

**Tabla N° 23**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Detenciones</b>	<b>Paradas (horas)</b>
2003	1	4,333	2
2003	2	0,46	1
2003	3	26,966	11
2003	4	3,867	2
2003	5	7,117	2
2003	6	3,25	7
2003	7	10,833	4
2003	8	2,3	3
2003	9	8,566	4
2003	10	11,633	3
2003	11	17,85	5
2003	12	0,5	1

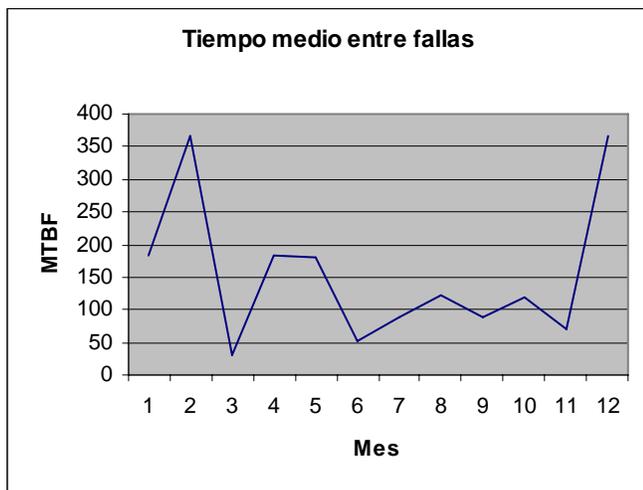
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 24**

<b>Variable/ mes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
$\lambda$	0,0055	0,0027	0,0323	0,0055	0,0055	0,0192	0,0112	0,0082	0,0111	0,0084	0,0143	0,0027
<b>MTBF</b>	181,83	367,54	31,003	182,07	180,44	52,107	89,292	121,9	89,859	118,79	70,03	367,5
<b>MTRH</b>	2,1665	0,46	2,4515	1,9335	3,5585	0,4643	2,7083	0,7667	2,1415	3,8777	3,57	0,5
<b>Disponibilidad</b>	0,9882	0,9988	0,9267	0,9895	0,9807	0,9912	0,9706	0,9938	0,9767	0,9684	0,9515	0,9986

Fuente: Elaboración propia

**Gráficos N° 25: MTBF, MTTR**



**Tabla N° 25**

Año	Mes	Detenciones	Paradas ( horas)
2004	1	1	1
2004	2	8,301	17
2004	3	1,783	3
2004	4	14,649	5
2004	5	14,417	6
2004	6	11,482	26
2004	7	12,385	19
2004	8	7,333	10
2004	9	6,917	8
2004	10	5,3	5
2004	11	26,334	8
2004	12	0,1	1

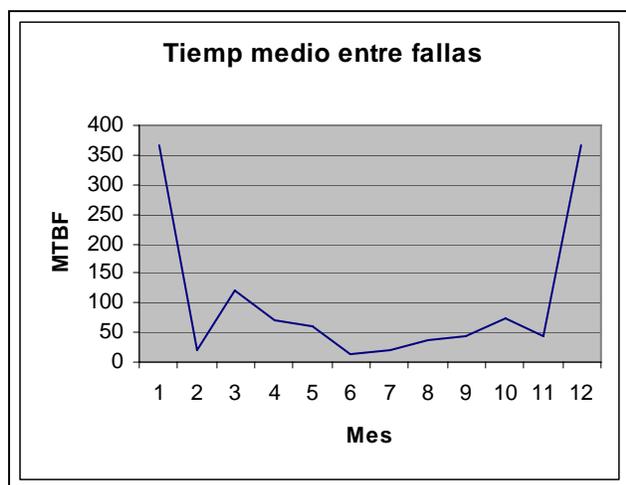
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 26**

variable/ mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda$	0,0027	0,0473	0,0082	0,0142	0,017	0,0729	0,0534	0,0277	0,0222	0,0138	0,0234	0,0027
MTBF	367	21,159	122,07	70,67	58,931	13,712	18,717	36,067	45,135	72,54	42,708	367,9
MTRR	1	0,4883	0,5943	2,9298	2,4028	0,4416	0,6518	0,7333	0,8646	1,06	3,2918	0,1
Disponibilidad	0,9973	0,9774	0,9952	0,9602	0,9608	0,9688	0,9663	0,9801	0,9812	0,9856	0,9284	0,9997

Fuente: Elaboración propia

**Gráficos N° 26: MTBF, MTRR**



**Quinto Ciclo**

**Tabla N° 27**

Año	Mes	Detenciones	Paradas (horas)
2005	1	44,468	9
2005	2	10,566	4
2005	3	2,933	1
2005	4	7,55	11
2005	5	3,683	5
2005	6	30,318	11
2005	7	20,701	15
2005	8	11,167	12
2005	9	11,817	5
2005	10	8,333	6
2005	11	1,85	2
2005	12	45,331	12

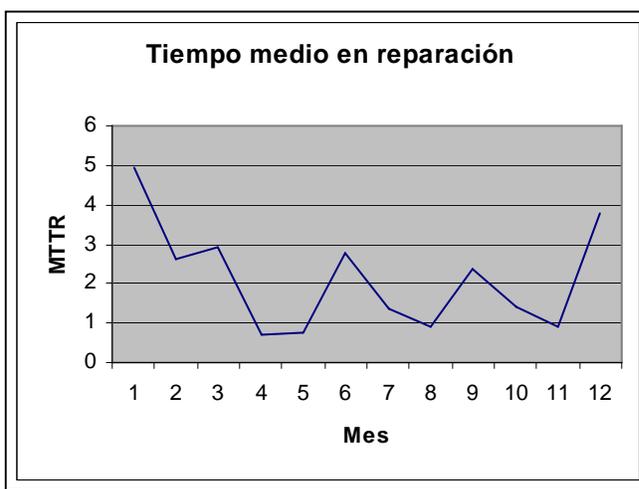
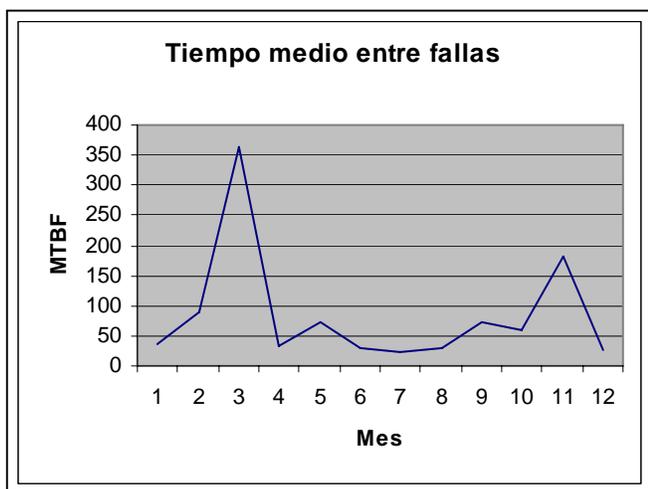
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 28**

Variable/ mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda$	0,0278	0,0112	0,0027	0,0305	0,0137	0,0326	0,0432	0,0336	0,014	0,0167	0,0055	0,0372
<b>MTBF</b>	35,948	89,359	365,07	32,768	72,863	30,698	23,153	29,736	71,237	59,945	183,08	26,889
<b>MTRH</b>	4,9409	2,6415	2,933	0,6864	0,7366	2,7562	1,3801	0,9306	2,3634	1,3888	0,925	3,7776
<b>Disponibilidad</b>	0,8792	0,9713	0,992	0,9795	0,99	0,9176	0,9437	0,9697	0,9679	0,9774	0,995	0,8768

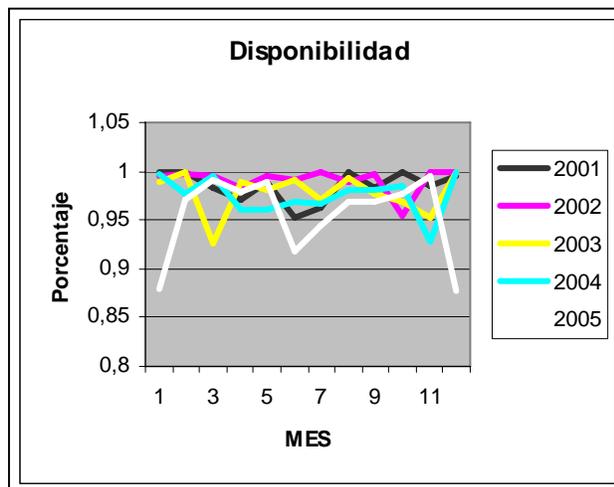
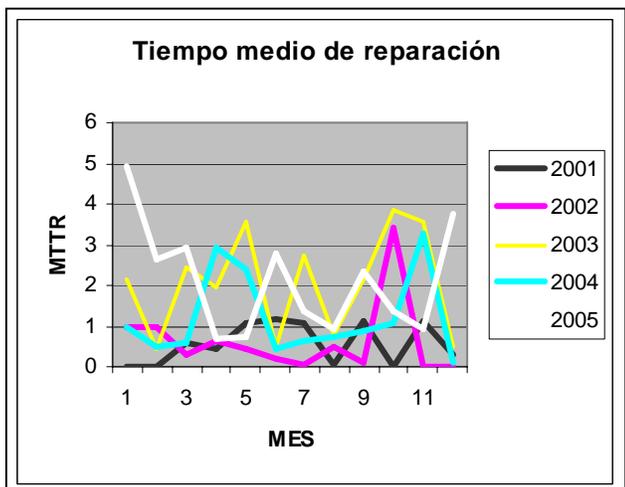
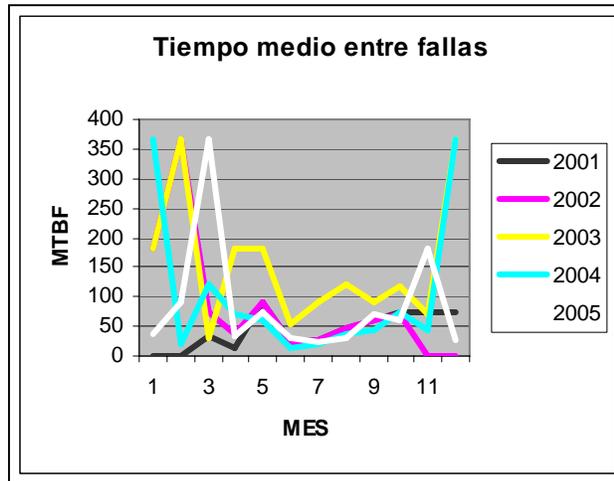
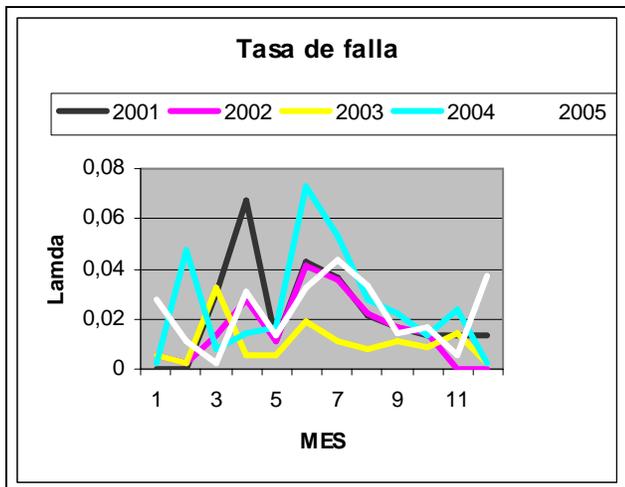
Fuente: Elaboración propia

**Gráficos N° 27: MTBF, MTRR**



Fuente: Elaboración propia

### ANEXO N° 3: Gráficos Comparativos entre los Ciclos



Fuente: Aserraderos Arauco

## ANEXO N° 4: Grupos de fallas

Tabla N° 29: Fallas

CLASE	CANTIDAD	CAUSA	PORCENTAJE
3	41	Desajuste	20,09
3	1	Corte Cadena	0,49
3	4	Fatiga Material	1,96
3	52	Sobrecarga	25,49
3	17	Roturas	8,33
3	60	Desgaste	29,41
3	1	Soldadura defectuosa	0,49
3	1	Desalinamiento	0,49
3	1	Desgaste cuchillo	0,49
3	1	Falta apriete	0,49
3	11	Deformación	5,39
3	1	Torque Bajo	0,49
3	1	Repuesto inadecuado	0,49
3	4	Roce	1,47
3	1	Desconexión eléctrica	0,49
3	1	Obstrucción	0,49
3	1	Cambio herramienta corte	0,49
3	1	Acoplamiento Defectuoso	0,49
3	1	Baja Presión	0,49
3	3	Ajuste- Calibración	1,47
2	1	Baja Tensión	20
2	3	Desgaste	60
2	1	Desajuste	20
1	7	Rotura	9,58
1	3	Paradas Programadas	4,1
1	1	Falla Válvula	1,36
1	1	No utilizar	1,36
1	17	Sobrecarga	23,28
1	1	Cambio herramienta corte	1,36
1	4	Cambio de Programa	5,47
1	17	Desgaste	23,28
1	3	Fatiga Material	4,1
1	1	Corte Pasador	1,36
1	1	Error de Operación	1,36
1	7	Desajuste	9,58
1	1	Torque Bajo	1,36
1	1	Ajuste Calibración	1,36
1	1	Contaminación	1,36
1	1	Repuesto Inadecuado	1,36
1	1	Dilatación	1,36
1	3	Deformación	4,1
1	2	Roce	2,73

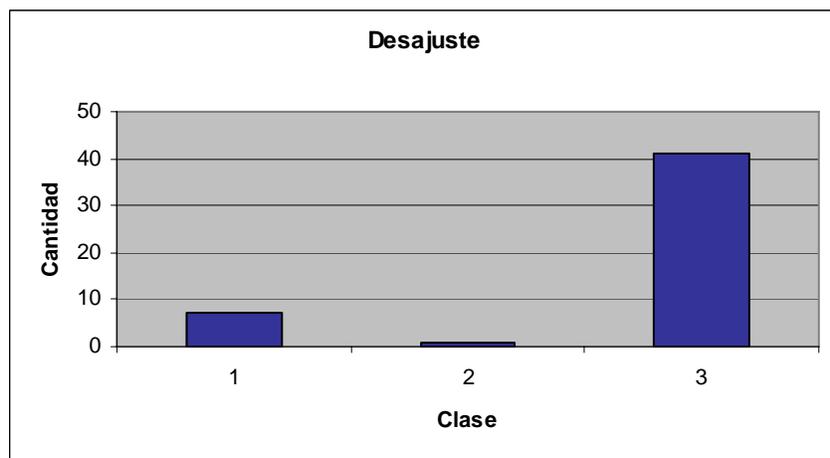
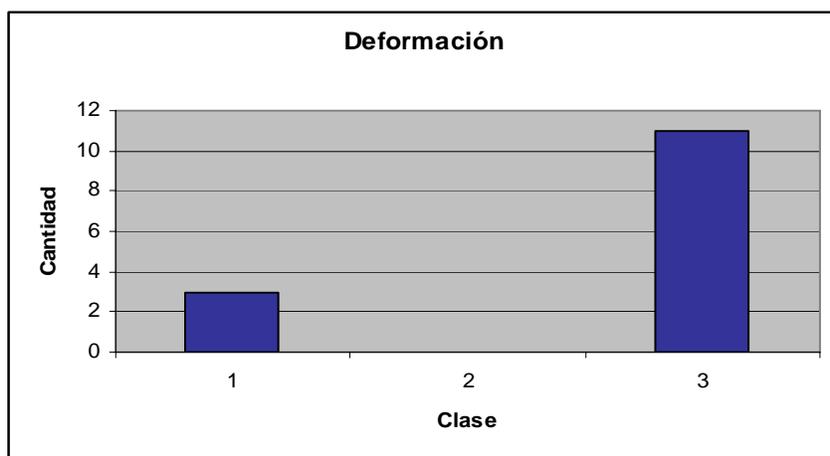
## ANEXO N° 5 Deformación y Desajustes

**Tabla N° 30**

Clase	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
1	21,4	14,3	21,3	29,2	24,6
2	0	2	3,8	0	0
3	78,6	83,7	75	70,8	75,4
<b>Total</b>	100	100	100	100	100

Fuente: Aserraderos Arauco

**Gráficos N° 28: Deformación y Desajustes**



Fuente: Aserraderos Arauco

ANEXO N° 6: Cotizaciones



4000, 40e Rue Ouest  
St-Georges (Québec) CANADA G5Y 804  
Téléphone: (418) 228-8911  
Télécopieur: (418) 228-1944

QUOTATION : 27365

Q ASEARA (ASEARA)  
U ASERRADEROS ARAUCO S.A.  
O LOS CANELOS # 71 -SAN PEDRO  
T P.O BOX 70-C  
E CONCEPCION - CHILE (CH)  
T  
O

S ASEVIN  
H ASERRADEROS VINALES  
I  
T  
P O CAMINO B CHANCO  
P CONSTITUCION (CH)  
E  
D

CONTACT	FAX NO	TEL NO	SOLD BY	DATE
SERGIO			Thierry Lemieux	2005/12/14

Hola Sergio,  
Aquí esta la sumision.  
Gracias !

TYPE	QTY	ITEM NO	DESCRIPTION	US PRICE	QTY STOCK	QTY IN PROGRES	QTY BE PROD	MANUFACTURING LEAD TIME
A	1.00		25" ROTOR REBUILD 6 TOOLS 60042-00-RH6-25	20,973.54			1.00	4 WORKING DAYS
A	1.00		REBUILT SHEAVE 60SC-4-2-REB	5,417.01			1.00	4 WORKING DAYS
A	1.00		OFF-THROWING RING	1,508.86			1.00	4 WORKING DAYS
S	1.00		SPARE PART KIT	2,379.80			1.00	4 WORKING DAYS
T			Including:					
A	90.00		26MM STEEL BALLS 042046				90.00	4 WORKING DAYS
A	1.00		BALL DISTANCE RING 042045				1.00	4 WORKING DAYS
A	2.00		OUTER RACE 042043				2.00	4 WORKING DAYS
A	2.00		INNER RACE 042044				2.00	4 WORKING DAYS
A	12.00		GACO .250" OD TUBING 042038				12.00	4 WORKING DAYS
A	13.00		GACO .500" OD TUBING 042048				13.00	4 WORKING DAYS



4090, 4<sup>e</sup> Rue Ouest  
 St-Georges (Québec) CANADA G5Y 8G4  
 Téléphone: (418) 228-9911  
 Télécopieur: (418) 228-1944

QUOTATION : 27365

Q ASEARA (ASEARA)  
 U ASERRADEROS ARAUCO S.A.  
 O LOS CANELOS # 71 -SAN PEDRO  
 T P.O BOX 70-C  
 E CONCEPCION - CHILE (CH)  
 T  
 O

S ASEVIN  
 H ASERRADEROS VINALES  
 I  
 T  
 P O CAMINO B CHANCO  
 E CONSTITUCION (CH)  
 D

CONTACT	FAX NO	TEL NO	SOLD BY	DATE
SERGIO			Thierry Lemieux	2005/12/14

Sola Sergio,  
 Aquí está la sumisión.  
 Gracias!

TYPE	QTY	ITEM NO	DESCRIPTION	US PRICE	QTY STOCK	QTY IN PROGRES	QTY BE PROD	MANUFACTURING LEAD TIME
A	13.00		GACO .625" OD TUBING 042036				13.00	4 WORKING DAYS
			FOB ST-GEORGES					
			AVAILABLE 30 DAYS PLEASE REFER TO QUOTE NUMBER TO ORDER					
			TOTAL QUOTATION:	30,279.21				

## ANEXO N° 7: Precios Históricos Forestal Cholguán para el cálculo del Beta

Fecha	IGPA	% Variación	Precio cierre Cholguan	% Variación Cholguan
01/01/2003	5000	0%	175	0,00%
01/02/2003	5200	4%	175,3	0,17%
01/03/2003	5556	11%	175,3	0,17%
01/04/2003	5983	20%	202,3	15,60%
01/05/2003	6023	20%	206,2	17,83%
01/06/2003	6354	27%	201,6	15,20%
01/07/2003	6730	35%	191,5	9,43%
01/08/2003	6800	36%	202,4	15,66%
01/09/2003	7010	40%	198,7	13,54%
01/10/2003	7253	45%	194,3	11,03%
01/11/2003	7150	43%	193,8	10,74%
01/12/2003	7220	44%	181,5	3,71%
01/01/2004	7010	40%	176	0,57%
01/02/2004	7520	50%	176	0,57%
01/03/2004	7480	50%	176	0,57%
01/04/2004	7390	48%	173,9	-0,63%
01/05/2004	7120	42%	173,9	-0,63%
01/06/2004	7310	46%	173,9	-0,63%
01/07/2004	7780	56%	181,4	3,66%
01/08/2004	8390	68%	200	14,29%
01/09/2004	8620	72%	210	20,00%
01/10/2004	8720	74%	253,2	44,69%
01/11/2004	9000	80%	253,5	44,86%
01/12/2004	8822	76%	280,4	60,23%
01/01/2005	8824	76%	275,2	57,26%
01/02/2005	9324	86%	282,6	61,49%
01/03/2005	9353	87%	277,4	58,51%
01/04/2005	9436	89%	317,8	81,60%
01/05/2005	9637	93%	350,4	100,23%
01/06/2005	9603	92%	343,7	96,40%
01/07/2005	10021	100%	307,4	75,66%
01/08/2005	9853	97%	250	42,86%
01/09/2005	10033	101%	250	42,86%
01/10/2005	9954	99%	300,4	71,66%
01/11/2005	9738	95%	301,1	72,06%
01/12/2005	9335	87%	240,2	37,26%
01/01/2006	9674	93%	220,7	26,11%
01/02/2006	9726	95%	213,3	21,89%
01/03/2006	9854	97%	200,5	14,57%
01/04/2006	9903	98%	200,5	14,57%
01/05/2006	9724	94%	183,7	4,97%
01/06/2006	9716	94%	176,3	0,74%
01/07/2006	9715	94%	175,5	0,29%
01/08/2006	10124	102%	176,4	0,80%
<b>PROMEDIO</b>		<b>66%</b>	<b>222,0272727</b>	<b>26,87%</b>

## ANEXO N° 8: Flujo de Caja

### 1.- Flujo de Caja sin proyecto

MONEDA: US	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Produccion Madera Aserrada (m3)	2.512.000	2.650.000	2.935.341	3.251.407
Precio Madera Aserrada (us/m3)	158,20	165,60	178,40	189,30
<b>Ingresos Madera Aserrada (us)</b>	<b>397.398.400</b>	<b>438.840.000</b>	<b>523.664.912</b>	<b>615.491.402</b>

#### COSTOS OPERACIONALES

Mano de Obra Forestal	-34.446.932	-38.039.136	-45.391.853	-53.351.474
Madera	-58.828.252	-64.962.995	-77.519.918	-91.113.309
Costos de puerto	-3.102.598	-3.426.144	-4.088.396	-4.805.310
Fletes y otros gastos de transportes	-45.854.169	-50.635.945	-60.423.543	-71.019.025
Otros Costos	-88.891.555	-98.161.367	-117.135.320	-137.675.411
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>-231.123.507</b>	<b>-255.225.587</b>	<b>-304.559.029</b>	<b>-357.964.530</b>

<b>Margen Directo</b>	<b>166.274.893</b>	<b>183.614.413</b>	<b>219.105.883</b>	<b>257.526.872</b>
-----------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Depreciacion	-27.092.767	-29.918.062	-35.701.029	-41.961.330
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

#### GASTOS ADM Y VENTAS

Sueldos y salarios	-9.357.862	-10.333.721	-12.331.162	-14.493.474
Otros de Adm y ventas	-21.720.825	-23.985.921	-28.622.244	-33.641.255
<b>Total G A y V</b>	<b>-31.078.687</b>	<b>-34.319.642</b>	<b>-40.953.405</b>	<b>-48.134.730</b>

<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>-289.294.961</b>	<b>-319.463.291</b>	<b>-381.213.464</b>	<b>-448.060.589</b>
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

<b>UTILIDAD ANTES DE IMPTO</b>	<b>108.103.439</b>	<b>119.376.709</b>	<b>142.451.449</b>	<b>167.430.813</b>
--------------------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Impuesto (17%)	18.377.585	20.294.041	24.216.746	28.463.238
----------------	------------	------------	------------	------------

<b>UTILIDAD DESP DE IMPTO</b>	<b>89.725.854</b>	<b>99.082.668</b>	<b>118.234.702</b>	<b>138.967.575</b>
-------------------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------

Depreciacion	27.092.767	29.918.062	35.701.029	41.961.330
--------------	------------	------------	------------	------------

<b>FLUJO</b>	<b>116.818.622</b>	<b>129.000.731</b>	<b>153.935.731</b>	<b>180.928.905</b>
--------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

TASA DCTO	9,70%
<b>VAN</b>	<b>\$ 455.225.124</b>

## 2.- Flujo de Caja delta proyecto

Expresado en US\$

Periodo		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
INGRESOS POR VENTA			43.978.558	39.499.009	47.644.728
COSTOS VARIABLES		-56.974	-22.738.457	-20.380.070	-24.532.896
COSTOS FIJOS		-9.375	-112.500	-112.500	-112.500
Depreciacion Equipo			-751	-751	-751
Depreciacion Camioneta			-2.612	-2.612	-2.612
Valor Libro Camioneta					-18.281
		-66.349	-22.854.320	-20.495.933	-24.667.040
UT. ANTES DE IMPTO		-66.349	21.124.238	19.003.076	22.977.687
IMPTO (17%)		0	3.591.120	3.230.523	3.906.207
UT. DESPUES DE IMPTO		-66.349	17.533.117	15.772.553	19.071.481
Depreciacion Equipo			751	751	751
Depreciacion Camioneta			2.612	2.612	2.612
Valor Libro Camioneta			0	0	18.281
Inversión Inicial		-32.143			
Inversión en Capital de Trabajo		-66.349			
Recuperación Cap de Trab					66.349
Flujo NETO		-164.842	17.536.480	15.775.916	19.159.474
TASA DCTO			9,70%		
VAN			\$ 39.602.173		

## ANEXO N° 9: Capital de Trabajo

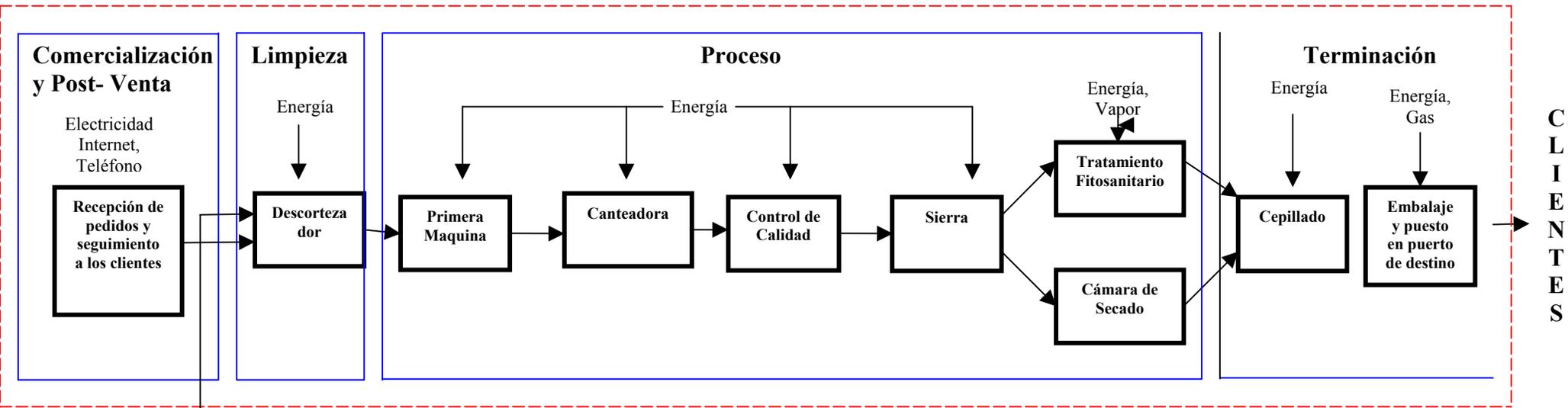
Periodo	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
<b>INGRESOS</b>											
Delta Producción (M3)		22131	22195	18379	23543	24747	23457	23512	20894	23459	19997
Precio (US\$)		165,6	165,6	165,6	165,6	165,6	165,6	165,6	165,6	165,6	165,6
<b>INGRESOS</b>		3.664.894	3.675.492	3.043.562	3.898.721	4.098.103	3.884.479	3.893.587	3.460.046	3.884.810	3.311.503
<b>COSTOS VARIABLES</b>											
Costo Energia	0	5.488	5.504	4.558	5.839	6.137	5.817	5.831	5.182	5.818	4.959
Costo de mantención	53.114	53.114	53.268	44.110	56.503	59.393	56.297	56.429	50.146	56.302	47.993
Costo Explotacion	0	1.832.447	1.837.746	1.521.781	1.949.360	2.049.052	1.942.240	1.946.794	1.730.023	1.942.405	1.655.752
Costos de Viaje	3.860	3.860	3.900	3.840	3.840	3.900	3.920	3.960	3.720	3.846	3.760
<b>TOTAL CV</b>	56.974	1.894.910	1.900.418	1.574.289	2.015.542	2.118.482	2.008.274	2.013.013	1.789.071	2.008.371	1.712.464
<b>COSTOS FIJOS</b>											
Sueldo Ingenieros	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613
Sueldo Ayudantes	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463
Sueldo Choferes	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300
<b>TOTAL CF</b>	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375
<b>TOTAL COSTOS</b>	66.349	1.904.285	1.909.793	1.583.664	2.024.917	2.127.857	2.017.649	2.022.388	1.798.446	2.017.746	1.721.839
<b>FLUJO OPERACIONAL</b>	-66.349	1.760.609	1.765.699	1.459.899	1.873.804	1.970.247	1.866.830	1.871.199	1.661.601	1.867.065	1.589.665
<b>FLUJO NETO ACUMULADO</b>	-66.349	1.694.260	3.459.958	4.919.857	6.793.660	8.763.907	10.630.737	12.501.936	14.163.537	16.030.602	17.620.266

CAPITAL DE TRABAJO REQUERIDO = US\$ 66.349
--

Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22
21583	21674	18452	16694	20530	17760	18428	17402	21714	16323	17090	17950
165,6	165,6	178,4	178,4	178,4	178,4	178,4	178,4	178,4	178,4	178,4	178,4
3.574.145	3.589.214	3.291.837	2.978.210	3.662.552	3.168.384	3.287.555	3.104.517	3.873.778	2.912.023	3.048.856	3.202.280
5.353	5.375	4.576	4.140	5.091	4.404	4.570	4.316	5.385	4.048	4.238	4.452
51.799	52.018	44.285	40.066	49.272	42.624	44.227	41.765	52.114	39.175	41.016	43.080
1.787.072	1.794.607	1.645.918	1.489.105	1.831.276	1.584.192	1.643.778	1.552.258	1.936.889	1.456.012	1.524.428	1.601.140
3.840	3.560	3.660	3.380	3.720	3.720	3.840	3.560	3.660	3.840	3.840	3.840
1.848.064	1.855.560	1.698.439	1.536.691	1.889.359	1.634.940	1.696.415	1.601.899	1.998.047	1.503.075	1.573.522	1.652.512
4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613
3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463
1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300
9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375
1.857.439	1.864.935	1.707.814	1.546.066	1.898.734	1.644.315	1.705.790	1.611.274	2.007.422	1.512.450	1.582.897	1.661.887
1.716.706	1.724.279	1.584.023	1.432.144	1.763.818	1.524.069	1.581.765	1.493.243	1.866.355	1.399.573	1.465.959	1.540.393
19.336.972	21.061.251	22.645.274	24.077.418	25.841.236	27.365.304	28.947.069	30.440.312	32.306.667	33.706.241	35.172.199	36.712.593

Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36
20482	18582	20974	21659	19645	22367	20365	21667	20657	19694	21359	21369	21569	20364
178,4	178,4	189,3	189,3	189,3	189,3	189,3	189,3	189,3	189,3	189,3	189,3	189,3	189,3
3.653.989	3.315.029	3.970.378	4.100.049	3.718.799	4.234.073	3.855.095	4.101.563	3.910.370	3.728.074	4.043.259	4.045.152	4.083.012	3.854.905
5.080	4.608	5.202	5.371	4.872	5.547	5.051	5.373	5.123	4.884	5.297	5.300	5.349	5.050
49.157	44.597	50.338	51.982	47.148	53.681	48.876	52.001	49.577	47.266	51.262	51.286	51.766	48.874
1.826.994	1.657.514	1.985.189	2.050.024	1.859.399	2.117.037	1.927.547	2.050.782	1.955.185	1.864.037	2.021.629	2.022.576	2.041.506	1.927.453
3.560	3.660	3.840	3.720	3.520	3.640	3.840	3.640	3.640	3.840	3.500	3.580	3.580	3.720
1.884.791	1.710.380	2.044.568	2.111.097	1.914.939	2.179.904	1.985.314	2.111.796	2.013.525	1.920.027	2.081.688	2.082.741	2.102.201	1.985.096
4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613	4.613
3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463	3.463
1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300
9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375	9.375
1.894.166	1.719.755	2.053.943	2.120.472	1.924.314	2.189.279	1.994.689	2.121.171	2.022.900	1.929.402	2.091.063	2.092.116	2.111.576	1.994.471
1.759.823	1.595.274	1.916.435	1.979.576	1.794.484	2.044.794	1.860.406	1.980.392	1.887.470	1.798.672	1.952.196	1.953.036	1.971.436	1.860.434
38.472.416	40.067.690	41.984.125	43.963.701	45.758.186	47.802.979	49.663.385	51.643.777	53.531.248	55.329.920	57.282.116	59.235.152	61.206.588	63.067.021

### ANEXO N° 10: FLOW SHEET: ASERRADEROS ARAUCO



Limite de Empresa

#### Materia Prima (Tronco)

#### Recursos

-Oficina	-Descortezador	-Galpón - Prim Maq.	-Galpón -Canteadora	-Galpón -Banco C.C	-Galpón -Multisierra	- Galpón - Inst.de Vapor	-Galpón -Cepilladora	-Galpón -Maq. Embalaje
-Vendedores (5)	-Operarios (2)	-Operarios (3)	-Inst. Extractora	-Inst. Extractora	-Inst. Extractora	-Inst. Extractora	-Operarios (30)	-Operarios (12)
	- Cinta Transp.	- Cinta Transp.	-Cinta Transp.	-Cinta Transp.	-Cinta Transp.	- Grúa(2)	- Grúa(2)	-Grúa(2)

## ANEXO N° 11: PLANILLA DE MEDICIÓN Y RENDIMIENTO DE EQUIPOS

<b>Datos Generales</b>	
Revisión N° Fecha Nombre Supervisor Código Aserradero Código Equipo Código de Falla	
<b>Datos de Producción</b>	
Medición de Horas de trabajo actual Medición de Horas de trabajo anterior Horas extras de trabajo Medición Producción Actual ( m3) Medición Producción anterior ( m3)	
<b>Tipo de Mantención</b>	
Fecha de Mantención anterior Tipo de Mantención anterior Tipo de Mantención a realizar Causa Falla Actual Causa de falla anterior Tiempo de reparación	
<b>Repuestos</b>	
Cantidad de repuestos Tipo En stock Proveedor Tiempo promedio de llegada de repuesto N° de serie repuestos nuevos N° de serie repuestos viejos	
<b>Observaciones</b>	

## ANEXO N° 12

### **Nociones Fundamentales**

**Fuente: Manual de la gestión de activos y mantenimiento, Adolfo Arata y Luciano Furlaneto**

Partiremos mencionando el concepto de Fiabilidad que se ha definido como la probabilidad de que dicho elemento, en este caso un equipo, funcione sin fallas durante un tiempo (t) determinado en unas condiciones ambientales dadas.

A los equipos se les puede asignar dos estados, que los caracteriza en todo instante de su vida, estos estados son: el de buen funcionamiento y el de funcionamiento defectuoso.

Para poder evaluar la fiabilidad de los equipos se usará en este caso un procedimiento basado en la recolección de información procedente del funcionamiento de pocos equipos durante un periodo corto.

Esta elección del procedimiento se debe a la urgencia que existe por poner en marcha este modelo para así poder empezar con la etapa de prueba y posteriormente implementar en la totalidad de los aserraderos.

Hay que mencionar que este procedimiento es uno de tres procedimientos más comunes que se usan para evaluar la fiabilidad de los equipos.

Ahora, si consideramos la variable independiente t (tiempo hasta la falla del equipo) esto es, el tiempo transcurrido entre el instante inicial del periodo al que se refiere la evaluación de la fiabilidad y el instante en que el equipo

presenta la primera falla, se define como la densidad de la probabilidad de la función  $f(t)$  tal que la probabilidad instantánea de que el equipo falle en el tiempo  $t$  o en su entorno infinitésimo es:

$$f(t)dt$$

Ahora la probabilidad de que el equipo falle en un instante  $t$  o antes viene dada por:

$$F(t) = \int_0^t f(t)dt$$

Esta función es la base para poder deducir ahora la ecuación de fiabilidad la que nos va a dar la probabilidad de que el equipo funcione todavía en el instante será:

$$R(T) = 1 - F(t)$$

Consideremos ahora otra función de interés fundamental, que toma el nombre de tasa de falla  $\lambda(t)$ : Esta es tal que el producto  $\lambda(t)dt$  representa la probabilidad condicional de que el equipo falle en el tiempo comprendido entre el tiempo  $t$  y  $t + dt$  suponiendo que en  $t$  esta todavía funcionando.

La diferencia que existe entre las funciones  $f(t)$  y  $\lambda(t)$  esta en que mientras  $f(t) dt$  representa la fracción de una población que falla en el intervalo  $t, t + dt$  refiriéndose a una población sana en el instante  $t + 0$ ,  $\lambda(t) dt$  representa la fracción de la población que falla en este mismo intervalo de tiempo, pero refiriéndose a una población sana en el tiempo  $t$ , que lógicamente será menos numerosa o como máximo igual a la población original considerada en el momento  $t = 0$ .

De las relaciones anteriores se puede deducir la relación que existe entre  $R(t)$  y  $\lambda(t)$ .

$$(1) \quad R(t) = \exp - \int_0^t \lambda(t) dt$$

$$(2) \quad f(t) = \lambda(t) * R(t) = \lambda(t) \exp - \int_0^t \lambda(t) dt$$

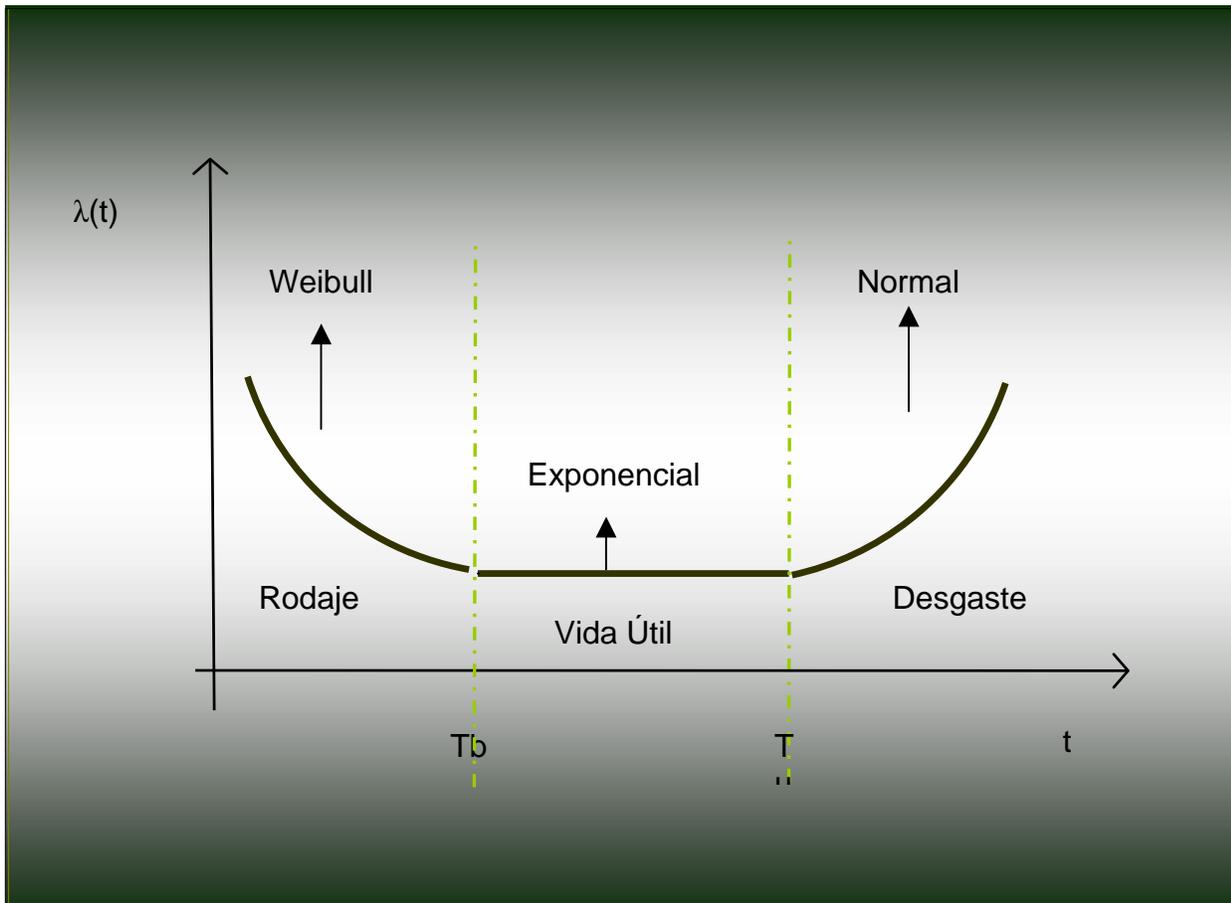
$$(3) \quad F(t) = 1 - R(t)$$

Las ecuaciones (1), (2), (3) constituyen tres relaciones entre las cuatro funciones  $R(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $F(t)$ , con lo que se quiere decir que dada una de estas funciones vienen dadas también las otras tres.

A continuación fijaremos nuestra atención sobre la función de la tasa de fallas.

Obsérvese que la tasa de fallas tiene dimensiones de inversa de un tiempo, por lo que puede interpretarse como " número de fallas en la unidad de tiempo" que es la medida de la " velocidad" o " intensidad" de aparición de las fallas

A través del siguiente gráfico denominado Tina de Baño representaremos la tasa de fallas de un equipo que a medida que pasa el tiempo crece su edad.

**Grafico N° 29**

Fuente: Manual de la gestión de activos y mantenimientos

Para explicar el gráfico podemos decir que en el instante  $T = 0$  se pone en funcionamiento el equipo completamente nuevo.

Si el equipo cuenta con piezas de estructura más débiles de lo normal, la curva indicará una elevada tasa de fallas inicial.

Durante el periodo inicial, llamado Mortalidad Infantil o de Rodaje, en que los componentes más débiles del equipo van siendo reemplazados, luego la tasa de fallas va disminuyendo para llegar a estabilizarse en un valor casi constante en el tiempo  $T_b$ . Puede decirse que en este momento ya han fallado todos los componentes de débil constitución.

Una vez pasada la etapa del rodaje, el equipo alcanza su valor de  $\lambda$  más bajo, valor que aproximadamente se mantiene durante cierto periodo de tiempo llamado Vida Útil. Se verá a continuación las ventajas de tener una tasa de fallas constante. Cuando los componentes del equipo alcanzan la edad de Tu empieza a detectarse el fenómeno del desgaste lo que incrementa la tasa de fallas rápidamente.

Finalmente, el periodo con tasa de fallas creciente corresponde a la degradación irreversible de las características del equipo, propia del diseño del mismo, consecuencia del tiempo de funcionamiento.

Como hemos podido ver las funciones  $R(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $F(t)$  son intercambiables en el sentido que, dada una de ellas, vienen dadas inmediatamente las otras tres.

Veamos a continuación la forma de estas funciones, para cada una de los tres aspectos de la función  $\lambda(t)$ : constante, creciente y decreciente.

#### *1.-Función Exponencial:*

Durante el periodo de Vida Útil la tasa de falla es sensiblemente constante. En este caso la función de Fiabilidad toma la forma.

$$R(t) = -\exp - \lambda t$$

En Fiabilidad, la distribución exponencial correspondiente a una tasa de fallas constante tiene una importancia fundamental, basada en dos hechos que son: a que una distribución exponencial negativa son menos complicadas; segundo es que esta distribución es la ley típica de ocurrencia de los fenómenos puramente casuales. Esto es, de aquellos cuyas causas son exclusivamente accidentales, en otras palabras en estos equipos el modo de funcionar es independiente del instante particular de su vida. Para tiempos

de funcionamiento iguales la fiabilidad del equipo es la misma, independiente de cual sea el instante inicial considerado.

### 2. -Distribución Weibull:

Para Algunos equipos, el periodo de rodaje se caracteriza por una  $\lambda$  ligeramente decreciente.

Ahora el modelo matemático que se adapta a esta situación se representa con la distribución de Weibull de dos parámetros.

$$\lambda(t) = \lambda(\beta/\alpha) * t^{\beta-1}$$

### 3.-Distribución Normal:

Esta distribución es la usada principalmente en el periodo de desgaste. Este periodo parte de la hipótesis de que  $f(t)$  tiene una distribución normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ .

Veamos las expresiones de  $f(t)$ ,  $R(t)$ ,  $\lambda(t)$  :

$$f(t) = (1/\sigma\sqrt{2\pi}) \exp -1/2*(t-\mu/\sigma)^2$$

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt$$

$$\lambda(t) = (e^{-1/2[(t-\mu/\sigma)^2]} / \int_t^{\infty} e^{-1/2[t-\mu/\sigma]^2} dt)$$

Los modelos matemáticos considerados, o mejor dicho las tres distribuciones nombradas se adaptan más o menos a los tres periodos de la vida de un elemento respectivamente: vida útil, rodaje y desgaste.

Por último definamos ahora un nuevo parámetro: el Tiempo medio hasta la falla MTTF que por definición esta dada por:

$$MTTF = \int_0^{\infty} t dt$$

En el caso de sistemas reparables se habla con más propiedad de Tiempo Medio entre fallas MTBF. En este caso se toma como origen de tiempos el instante en que el elemento entra en servicio, es decir excluyendo del cómputo de tiempo el necesario para el mantenimiento preciso para reemprender el funcionamiento.

Ahora se va a mencionar algunas fórmulas que durante el transcurso del proceso de construcción del modelo serán de gran utilidad:

$$1. - T = \text{costo total} = (A_1 + C_1 + C_2 + \dots + C_n)$$

Donde: A es el costo del equipo

C es el costo de mantención y reparaciones

$$2.- Y = \text{costo por periodo} = Y = (1/n * r) * T$$

Donde: n es el periodo

r es el costo total de r reemplazos.

Sea  $A_0$  el precio de compra,  $A_0 * \varphi(t)$  el valor del equipo en el momento de la reventa después de un tiempo t. Sea  $\psi(t)$  el gasto acumulado de las captaciones y del mantenimiento para el periodo t; entonces:

$$3.- T(t) = A_0 - A_0 * \varphi(t) + \psi(t)$$

El costo medio de utilización será:

$$4.- Y(t) = T(t)/t = (1/t) * (A_0 - A_0 * \varphi(t) + \psi(t))$$

Para obtener un costo medio de utilización  $Y$  mínimo. Hay que reemplazar el equipo una vez que la tasa de variación del costo:

$$5.- (T(t + \tau) - T(t)) / \tau > Y(t)$$

Por último para poder calcular el tiempo óptimo de reemplazo podemos usar la siguiente fórmula:

$$6.- T_n = \frac{A + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^{i-1}}}{1 - \frac{1}{(1+r)^n}} = \frac{A + \sum_{i=1}^n \alpha^{i-1} C_i}{1 - \alpha^n}$$

Donde,

$$\alpha = \frac{1}{1+r}$$

donde  $r$  es la tasa del dinero,  $A$  es el costo del equipo,  $C$  costo de mantenimiento,  $n$  es el número de periodos y  $\alpha$  representa la cantidad de dinero que habrá que disponer en el origen del tiempo para reemplazar las piezas del equipo todos los  $n$  periodos durante un tiempo infinito. Para este se puede demostrar que el mínimo existe (formula 6) y se puede obtener mediante la regla siguiente:

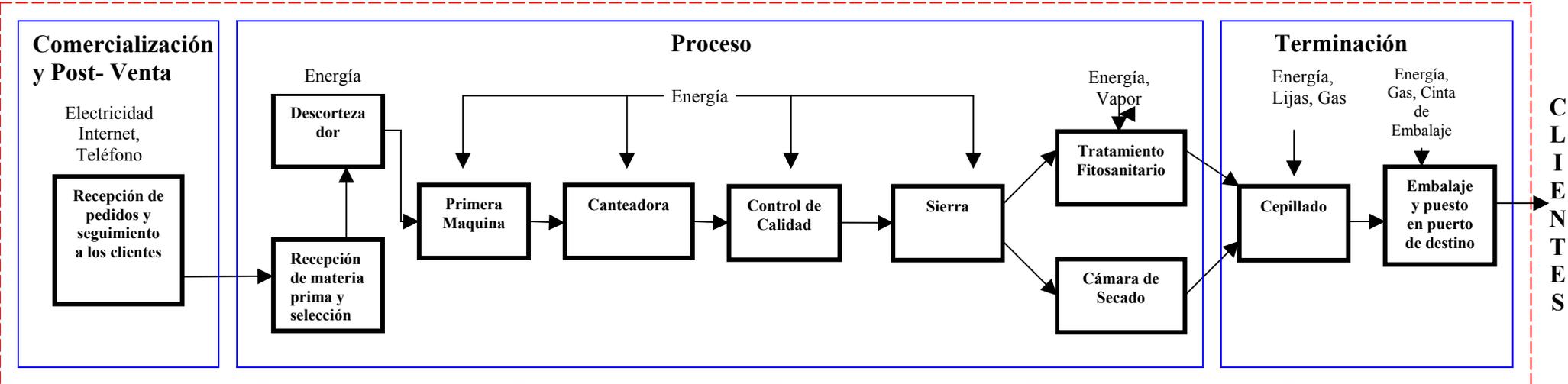
No reemplazar el equipo sino hasta que el costo del periodo que sigue sea mayor que la suma ponderada de los gastos ya efectuados, es decir, reemplazar cuando:

$$C_{n+1} > \frac{A + C_1 + C_2\alpha + \dots + C_n\alpha^{n-1}}{1 + \alpha + \alpha^2 + \dots + \alpha^{n-1}}$$

Con este formulario podemos estar capacitados para poder crear nuestro modelo.

Puede existir el caso en que no sea necesaria alguna de estas fórmulas o también que se requiera de otras para poder calcular algún dato, así que como se dijo anteriormente con respecto a la Planilla, este formulario no es completamente definitivo, es decir, esta sujeto a mejoras constantemente.

**ANEXO N° 13: FLOW SHEET OPERACIONAL: ASERRADERO COELEMU**



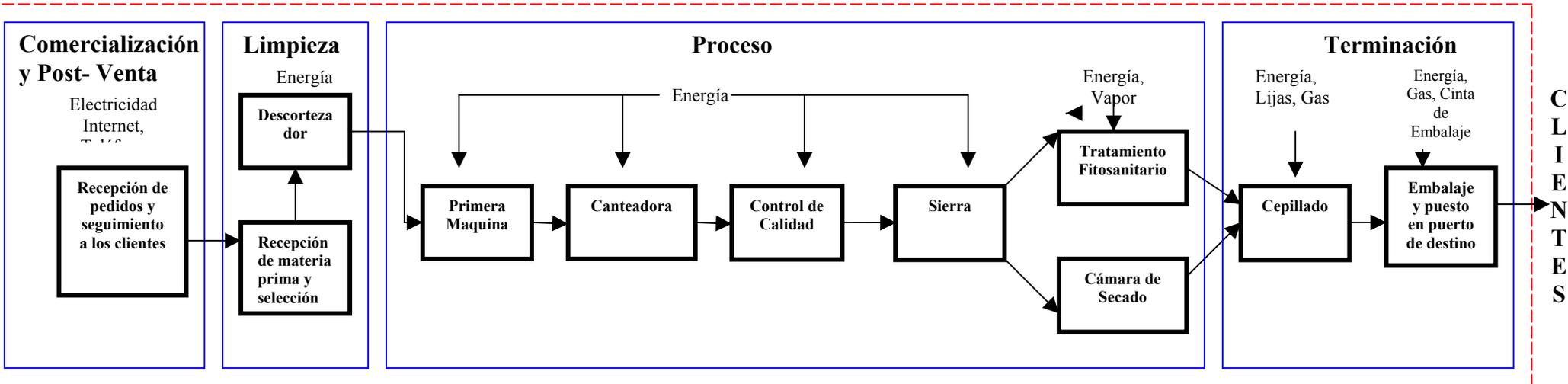
Limite de Empresa

**Materia Prima (Tronco)**

**Recursos**

-Oficina	-Oficina	-Galpón	-Galpón	-Galpón	-Galpón	-Galpón	-Galpón	-Galpón	
-Computadores	-Descortezador	-Prim. Maq.	-Canteadora	-Banco C.C	-Multisierra	-Inst.de Vapor	-Cepilladora	-Maq. Embalaje	
						-Tinajas (4)			
-Vendedores (5)	-Operarios (2)	-Inst. Extractora	-Inst. Extractora	-Inst. Extractora	-Inst. Extractora	-Programador (9)	-Operarios (15)	-Operarios (30)	-Operarios (12)
	-Cinta Transp.	-Cinta Transp.	-Cinta Transp.	-Cinta Transp.	-Cinta Transp.	-Grúa(2)	-Grúa(2)	-Grúa(2)	

## FLOW SHEET OPERACIONAL ASERRADEROS ARAUCO



Limite de Empresa

### Materia Prima (Tronco)

#### Recursos

-Oficina  
-Computadores

-Oficina  
-Descortezador

-Galpón  
-prim. Maq.

-Galpón  
-Canteadora

-Galpón  
-Banco C.C

-Galpón  
-Multisierra

- Galpón  
-Inst.de Vapor

-Galpón  
-Cepilladora

-Galpón  
-Maq. Embalaje

-Vendedores (5)

-Operarios (2)

-Inst. Extractora  
-Operarios (6)

-Inst. Extractora  
-Operarios (18)

-Inst. Extractora  
-Operarios (18)

-Inst. Extractora  
- Programador (9)

-Tinajas (4)

- Operarios (15)

-Operarios (30)

-Operarios (12)

- Cinta Transp.

- Cinta Transp.

-Cinta Transp.

-Cinta Transp.

-Cinta Transp

## ANEXO N° 14: Balance General 2006

Rut : 93458000 - 1  
 Período : 01-01-2006 al 31-12-2006  
 Expresado en : Miles de Dólares  
 Tipo de Balance : Consolidado

Página 1 de 1

FECHA IMPRESIÓN: 12-02-2007

<b>ACTIVOS</b>
----------------

## 2.00 ESTADOS FINANCIEROS

## 2.01 BALANCE GENERAL

1.00.01.30 Tipo de Moneda  
 1.00.01.40 Tipo de Balance

Dólares
Consolidado

1.01.04.00 R.U.T.

93458000 - 1

ACTIVOS	NÚMERO NOTA	ACTUAL			ANTERIOR				
		al	31	12	2006	al	31	12	2005
<b>5.11.00.00 TOTAL ACTIVOS CIRCULANTES</b>									
5.11.10.10 Disponible									
5.11.10.20 Depósitos a plazo									
5.11.10.30 Valores negociables (neto)	4								
5.11.10.40 Deudores por venta (neto)	5								
5.11.10.50 Documentos por cobrar (neto)	5								
5.11.10.60 Deudores varios (neto)	5								
5.11.10.70 Documentos y cuentas por cobrar empresas relacionadas	6								
5.11.10.80 Existencias (neto)	7								
5.11.10.90 Impuestos por recuperar									
5.11.20.10 Gastos pagados por anticipado									
5.11.20.20 Impuestos diferidos	8								
5.11.20.30 Otros activos circulantes									
5.11.20.40 Contratos de leasing (neto)									
5.11.20.50 Activos para leasing (neto)									
<b>5.12.00.00 TOTAL ACTIVOS FIJOS</b>									
5.12.10.00 Terrenos	9								
5.12.20.00 Construcción y obras de infraestructura	9								
5.12.30.00 Maquinarias y equipos	9								
5.12.40.00 Otros activos fijos	9								
5.12.50.00 Mayor valor por retasación técnica del activo fijo	9								
5.12.60.00 Depreciación (menos)	9								
<b>5.13.00.00 TOTAL OTROS ACTIVOS</b>									
5.13.10.10 Inversiones en empresas relacionadas	10								
5.13.10.20 Inversiones en otras sociedades									
5.13.10.30 Menor valor de inversiones	11								
5.13.10.40 Mayor valor de inversiones (menos)	11								
5.13.10.50 Deudores a largo plazo	5								
5.13.10.60 Documentos y cuentas por cobrar empresas relacionadas largo plazo									
5.13.10.65 Impuestos diferidos a largo plazo	8								
5.13.10.70 Intangibles									
5.13.10.80 Amortización (menos)									
5.13.10.90 Otros	12								
5.13.20.10 Contratos de leasing largo plazo (neto)									
<b>5.10.00.00 TOTAL ACTIVOS</b>									

Rut : 93458000 - 1  
 Período : 01-01-2006 al 31-12-2006  
 Expresado en : Miles de Dólares  
 Tipo de Balance : Consolidado

Página 1 de 1  
 FECHA IMPRESIÓN: 12-02-2007

**PASIVOS**

1.00.01.30 Tipo de Moneda Dólares  
 1.00.01.40 Tipo de Balance Consolidado

1.01.04.00 R.U.T.  
93458000 - 1

PASIVOS	NÚMERO NOTA	1.01.04.00 R.U.T. 93458000 - 1	
		al día mes año 31 12 2006	al día mes año 31 12 2005
		ACTUAL	ANTERIOR
<b>5.21.00.00 TOTAL PASIVOS CIRCULANTES</b>		<b>824.882</b>	<b>492.523</b>
5.21.10.10 Obligaciones con bancos e instituciones financieras a corto plazo	13	203.453	113.360
5.21.10.20 Obligaciones con bancos e instituciones financieras largo plazo - porción corto plazo	13	138.046	69.629
5.21.10.30 Obligaciones con el público (pagarés)		0	0
5.21.10.40 Obligaciones con el público - porción corto plazo (bonos)	15	134.468	34.468
5.21.10.50 Obligaciones largo plazo con vencimiento dentro un año		421	511
5.21.10.60 Dividendos por pagar		178	1.660
5.21.10.70 Cuentas por pagar		199.000	168.875
5.21.10.80 Documentos por pagar		6.704	5.438
5.21.10.90 Acreedores varios		14.207	9.889
5.21.20.10 Documentos y cuentas por pagar empresas relacionadas	6	4.617	3.452
5.21.20.20 Provisiones	10	58.148	60.973
5.21.20.30 Retenciones		18.150	16.658
5.21.20.40 Impuesto a la renta		42.644	3.358
5.21.20.50 Ingresos percibidos por adelantado		4.223	3.774
5.21.20.60 Impuestos diferidos	8	0	0
5.21.20.70 Otros pasivos circulantes		623	678
<b>5.22.00.00 TOTAL PASIVOS A LARGO PLAZO</b>		<b>2.145.793</b>	<b>2.338.343</b>
5.22.10.00 Obligaciones con bancos e instituciones financieras	14	364.771	497.078
5.22.20.00 Obligaciones con el público largo plazo (bonos)	15	1.582.500	1.682.500
5.22.30.00 Documentos por pagar largo plazo		0	0
5.22.40.00 Acreedores varios largo plazo		3.378	5.000
5.22.50.00 Documentos y cuentas por pagar empresas relacionadas largo plazo	6	0	0
5.22.60.00 Provisiones largo plazo	16	26.582	24.745
5.22.70.00 Impuestos diferidos a largo plazo	8	129.463	91.024
5.22.80.00 Otros pasivos a largo plazo		41.099	36.997
5.23.00.00 INTERES MINORITARIO	18	12.678	12.900
<b>5.24.00.00 TOTAL PATRIMONIO</b>		<b>4.831.668</b>	<b>4.249.192</b>
5.24.10.00 Capital pagado	19	347.551	347.551
5.24.20.00 Reserva revalorización capital		0	0
5.24.30.00 Sobreprecio en venta de acciones propias	19	5.625	5.625
5.24.40.00 Otras reservas	19	1.631.236	1.472.908
5.24.50.00 Utilidades retenidas (sumas códigos 5.24.51.00 al 5.24.56.00)	19	2.846.693	2.420.022
5.24.51.00 Reservas futuros dividendos		0	0
5.24.52.00 Utilidades acumuladas		2.317.030	2.051.069
5.24.53.00 Faltas acumuladas (menos)		0	0
5.24.54.00 Utilidad (pérdida) del ejercicio		619.421	438.296
5.24.55.00 Dividendos previos (menos)		(89.758)	(69.343)
5.24.56.00 Déficit acumulado periodo de desarrollo		0	0
<b>5.20.00.00 TOTAL PASIVOS</b>		<b>7.814.958</b>	<b>7.092.868</b>

Rut : 93458000 - 1  
 Período : 01-01-2006 al 31-12-2006  
 Tipo de moneda : Miles de Dólares  
 Tipo de Balance : Consolidado

Página 1 de 1  
 FECHA IMPRESIÓN: 12-02-2007

<b>07. Existencias</b>
------------------------

Las existencias al cierre de cada ejercicio, valorizadas de acuerdo a lo descrito en Nota 2 h), se detallan a continuación:

Concepto	2006 MUS\$	2005 MUS\$
Productos terminados (celulosa)	40.662	63.076
Productos terminados (madera)	204.635	164.590
Productos en proceso	14.528	12.469
Maderas	53.696	36.528
Materias primas	67.484	65.403
Importaciones en tránsito	3.196	1.162
Bosques y plantaciones en explotación	224.796	246.929
Otras existencias	25.551	18.969
Total	634.548	609.126

Rut : 93458000 - I  
 Período : 01-01-2006 al 31-12-2006  
 Tipo de moneda : Miles de Dólares  
 Tipo de balance : Consolidado

Página 1 de 1  
 Fecha de impresión: 12-02-2007

**9. Activos Fijos**

El activo fijo al cierre de cada ejercicio está valorizado conforme a lo descrito en Nota 2 (letras j), k) y l) y su detalle es e siguiente:

Concepto	31-12-2006		31-12-2005	
	Activo Fijo Bruto MUS\$	Depreciación Acumulada MUS\$	Activo Fijo Bruto MUS\$	Depreciación Acumulada MUS\$
<b>TERRENOS</b>				
<b>CONSTRUCCIONES Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA</b>	<b>1.709.984</b>	<b>(903.752)</b>	<b>1.852.728</b>	<b>(966.003)</b>
<b>MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>	<b>2.335.745</b>	<b>(1.218.351)</b>	<b>2.011.943</b>	<b>(985.351)</b>
<b>OTROS ACTIVOS FIJOS</b>	<b>2.564.232</b>	<b>-</b>	<b>2.221.263</b>	<b>-</b>
Bosques y plantaciones	42.945	-	33.210	-
Repuestos del activo fijo	39.727	(26.537)	35.031	(23.949)
Equipos computacionales y software	989.400	-	671.120	(7.338)
Obras en curso	10.625	(7.833)	9.646	(165)
Muebles y enseres	7.482	(126)	7.550	(28.258)
Activos en leasing	95.486	(48.623)	195.311	(59.710)
Otros activos fijos	3.747.897	(83.110)	3.173.131	-
<b>TOTAL OTROS ACTIVOS FIJOS</b>	<b>3.747.897</b>	<b>(83.110)</b>	<b>3.173.131</b>	<b>(59.710)</b>
<b>MAYOR VALOR RETASACION TECNICA</b>				
Terrenos	929	-	929	-
Construcciones y obras de infraestructura	30.064	(27.678)	30.064	(27.568)
Maquinarias y equipos	37.750	(37.546)	37.750	(37.516)
Otros activos fijos	26	(26)	26	(26)
<b>TOTAL MAYOR VALOR RETAS. TECNICA</b>	<b>68.769</b>	<b>(65.250)</b>	<b>68.769</b>	<b>(65.104)</b>
<b>Totales</b>	<b>8.382.377</b>	<b>(2.270.472)</b>	<b>7.567.047</b>	<b>(2.076.168)</b>
<b>Total Activo fijo neto</b>		<b>6.111.905</b>		<b>5.490.879</b>

	31-12-2006	31-12-2005
	MUS\$	MUS\$
Depreciación cargada a resultados de la explotación		
En costos de la explotación	176.455	158.569
En gastos de administración y ventas	8.496	6.134
<b>Total cargo a resultados de la explotación</b>	<b>184.951</b>	<b>164.703</b>
Depreciación cargada a resultados fuera de la explotación	463	407
<b>Total Depreciación con cargo a resultados</b>	<b>185.414</b>	<b>165.110</b>

