

# **ANÁLISIS ECONÓMICO-TECNOLÓGICO DE DIVERSAS ALTERNATIVAS EN UN SERRADERO DE MADERA DE EUCALIPTO**

Vila Lameiro, P.<sup>p</sup>

Díaz-Maroto Hidalgo, I.J.

Martínez Abal, J.M.

Universidad de Santiago de Compostela. Escuela Politécnica Superior de Lugo.

## **RESUMEN**

El presente trabajo se encuentra enmarcado en el seno de un proyecto de diseño de un aserradero de madera de eucalipto para su comercialización como tarima y parquet. En su elaboración se contemplaron diversas alternativas tecnológicas en la producción, las cuales son las que se reflejan en este estudio, viéndose además la viabilidad económica de cada una de ellas.

Con ese objeto se va a proceder al análisis y diagnóstico de las posibles líneas de aserrado de eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*), para encontrar el proceso y la maquinaria óptimos para obtener madera de calidad empleada en la fabricación de pavimentos para suelos, dado que el producto que se pretende obtener será tabla de orientación radial y saneada, para aplicación principalmente en tarima y parquet.

## **ABSTRACT**

The present work is framed in a project of design of a wood sawmill of eucalyptus for platform and parquet commercialization. Diverse technological alternatives in the production were contemplated, which are reflected in this study, so as the economic viability.

The possible lines of sawed of white eucalyptus were analysed, to find the optimal process and machinery to obtain wood of quality used in the manufacture of pavements for grounds for application mainly in platform and parquet.

## **1. INTRODUCCION**

Este artículo se desprende de la redacción de un proyecto con vistas a la posible instalación de una fábrica de aserrado de eucalipto en el polígono industrial de “A Granxa” en Porriño, provincia de Pontevedra. La capacidad productiva sobre la que se va a trabajar será como máximo de 7.000 m<sup>3</sup>/año (condicionante del promotor), y el producto que se pretende obtener será tabla de orientación radial y saneada, para aplicación principalmente en tarima y parquet, y ocasionalmente en carpintería o la industria del mueble.

Para la obtención de ese producto, es fundamental llevar a cabo el análisis y diagnóstico de las posibles líneas de aserrado de eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*), para encontrar el proceso y la maquinaria óptimos para obtener madera de calidad empleada en la fabricación de pavimentos para suelos. Es en esta parte del proyecto donde se ubica la temática de la presente comunicación. Lo que se persigue es el mayor rendimiento posible de las trozas de eucalipto, y evitar los defectos provocados por sus tensiones de crecimiento, justificando la tecnología seleccionada, y la viabilidad económica según la producción prevista.

## **2. MATERIAL Y METODOS**

### **0. Antecedentes**

El objetivo principal del proyecto es diseñar un aserradero de madera de eucalipto para su comercialización como tarima y parquet, contemplando diversas alternativas en la producción, analizando la viabilidad económica de cada una de ellas. En consecuencia, será necesario aportar soluciones tecnológicas al aserrado de la madera de eucalipto con la suficiente calidad para ser competitiva con otras maderas en la segunda transformación.

La optimización de esa tecnología permite la transformación en Galicia de la madera de eucalipto, algo realmente importante, debido a que cada año salen de la comunidad volúmenes próximos al millón de toneladas de trozas de eucalipto para ser transformadas en el exterior. Secundariamente se puede pensar en aumentar la rentabilidad de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* a turno largo, e impulsar una selvicultura del eucalipto a turnos de 25-35 años con vistas a su aserrado y a la obtención de productos de segunda transformación (tarima, tabla de parquet, perfiles laminados, etc) de alta calidad.

Para ello se emplaza la planta en el Polígono Industrial “A Granxa”, en el municipio de O Porriño, perteneciente al Consorcio Zona Franca de Vigo al ofrecer suelo e instalaciones industriales, por la calidad de las comunicaciones existentes y porque el suministro de materia prima está garantizado en la zona sur de Pontevedra al existir gran superficie dedicada a eucalipto, que se completa con la del norte de Portugal.

### **1. Productos**

En Europa se producen cuatro tipos diferentes de parquet: flotante, taraceado, lamparquet y tarima. Este último, la tarima, también se la conoce como parquet tradicional, y está formada por tablas de madera maciza machembradas que se colocan sobre rastreles fijos en el suelo. Las tablas pueden ir clavadas en rastreles o apoyadas (tarima flotante).

Por su parte, el parquet mosaico está formado por tablillas de madera maciza no machembrada, que van unidas entre sí y se pegan a la solera, formando diferentes diseños. En función del tamaño de la tablilla se habla de parquet taraceado y de lamparquet.

Si la tablilla es pequeña, unidas en paneles por medio de mallas de telas o papel que facilitan su colocación, se habla de parquet taraceado. En el caso de que se trate de tablillas de mayor tamaño y generalmente sueltas se le conoce como lamparquet.

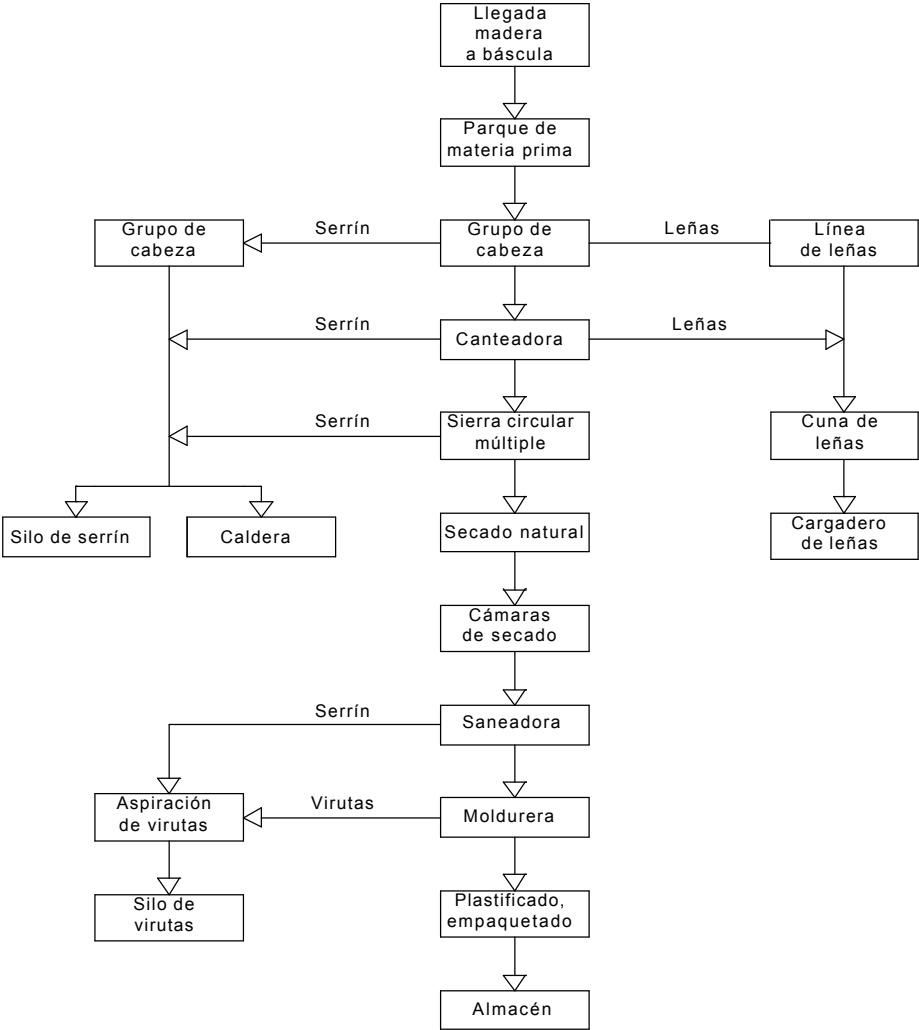
### **2. Sistema de producción**

El sistema de producción planteado sigue la misma línea de flujo que cualquier otro sistema convencional de aserrado de madera (Ver gráfico 1). Analizando todo el esquema anterior, y anteponiendo las particularidades ya comentadas, nuestro estudio se centrará en definir el modelo de aserrado óptimo para el eucalipto, por lo que nos centraremos en analizar el conjunto formado por el grupo de cabeza más el resto de sierras antes de entrar en el proceso de secado.

### **3. Alternativas en el proceso de producción**

Como ya se comentó, el objeto de este artículo es el diseño y posterior evaluación de distintas alternativas para el proceso de aserrado de eucalipto para parquet, tanto desde el punto de vista técnico como económico. Lo que se persigue es el mayor rendimiento posible de las trozas de eucalipto, y evitando los defectos provocados por las tensiones de crecimiento del eucalipto. Entre esos defectos

destacan la aparición de grandes fendas en los extremos de las trozas, curvaturas y deformaciones en la madera aserrada, acebolladuras, médula blanda o débil, y todo el conjunto de problemas asociados a las operaciones de aserrado, que alteran en gran medida la productividad del proceso.



**Gráfico 1:** Línea de flujo de una línea de aserrado convencional

Las tablas de orientación radial son de mayor calidad que las de orientación tangencial, puesto que el coeficiente de contracción radial es del 7.5%, y el coeficiente de contracción tangencial es del 13.8%. Esto indica que las tablas radiales tienen mayor estabilidad dimensional y mejor comportamiento en el secado, por lo que todos los despieces deben seguir esa tendencia. Esto nos lleva a que, de los distintos procesos de aserrado analizados, interesarán aquellos en los cuales se obtenga un gran porcentaje de madera radial libre de defectos. El desarrollo de las distintas posibilidades de aserrado incluyó tanto los sistemas de aserrado tradicional

(con sierra de cinta y carro portatroncos), como los sistemas de aserrado múltiple (sierras alternativas, circulares, de cinta, etc), valorando en cada caso ventajas e inconvenientes.

Usando tecnología convencional las opciones viables eran las siguientes.

#### Alternativa A

Muchos defectos por las tensiones internas  
 Mayoría de madera de orientación tangencial  
 Madera de muy baja calidad  
 Procesado rápido del tronco

#### Alternativa B

Se necesitan tres giros, pero se disminuyen las tensiones internas  
 Continúan apareciendo gran número de defectos  
 Se necesita reaserrado posterior  
 Escaso porcentaje de madera radial

#### Alternativa C

Excesivo número de giros (3)  
 Se necesita reaserrado posterior  
 Se obtiene gran porcentaje de tabla radial  
 Se obtiene tabla sin defectos

#### Alternativa D

Se necesita reaserrado posterior  
 Se hace un giro menos (2)  
 Se obtienen casi todas las tablas de orientación radial  
 Se obtiene madera sin defectos

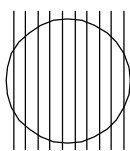
Si aplicamos una tecnología de aserrado múltiple, las opciones se reducen a dos:

#### Alternativa A

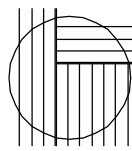
Se necesita un reaserrado posterior  
 Gro más lento por no disponer de carro aéreo  
 Se producen fendas en los tablonces centrales  
 Las sierras alternativas están en desuso

#### Alternativa B

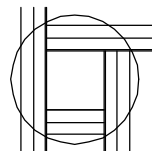
El carro aéreo permite un giro rápido y madera de orientación radial  
 Se necesita un reaserrado posterior  
 Se obtiene madera sin defectos  
 Ventajas de las sierras de cinta enfrentadas



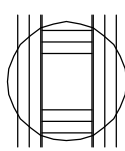
Alt. A conv.



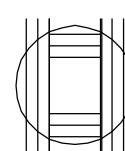
Alt. B conv.



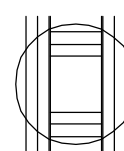
Alt. C conv.



Alt. D conv.



Alt. A mult.



Alt. B mult.

De todo el conjunto de las seis opciones, las dos elegidas para su desarrollo en profundidad, dado que permiten obtener tablas cuya orientación mayoritaria sea la radial y libres de defectos (fendas, curvatura, médula, etc) son la D de las convencionales empleando una sierra de cinta y un carro portatroncos, y la alternativa B de aserrado múltiple empleando dos sierras de cinta enfrentadas y un carro aéreo, conocido como sistema "Teletwin".

### 3. RESULTADOS

#### 1. Sistema de producción

A continuación se detallan las consideraciones a tener en cuenta en los puntos antes señalados como clave en la línea de flujo del aserrado de la madera de

eucalipto para la producción de parquet.

### **A. Recepción de la madera en parque**

Para el aserrado del eucalipto no se recomienda hacer un descortezado previo de los troncos, esta medida se toma porque el tronco descortezado se vuelve sumamente resbaladizo, y puede causar accidentes importantes a la hora de su manejo y colocación en el carro. Será en el parque de materia prima donde tendrán lugar los rechazos de la madera no apta para el aserrado.

### **B. Operaciones realizadas en el grupo de cabeza**

En el sistema de aserrado convencional, el grupo de cabeza estará constituido por dos carros y dos sierras de cinta sin fin, con sus respectivas cadenas de abastecimiento. Las operaciones que se realizarán en cada uno de los carros y en las sierras es la misma operación, ya que son dos procesos paralelos.

La principal razón de la colocación de dos grupos de cabeza es la mejora de la productividad. La dificultad que tiene serrar la madera de eucalipto, por su elevada resistencia al corte, y los cambios de posición de la troza en el carro para obtener madera de orientación radial, hacen que el volumen de madera aserrada en un día por un sólo carro sea insuficiente para alcanzar una producción anual de 7.000 m<sup>3</sup>.

En el sistema de aserrado múltiple, el grupo de cabeza está compuesto por un sistema Teletwin 140 con volteo 90°. Consiste este sistema en una mesa de preparación desplazable, a la que llega el tronco procedente del transporte de cadenas. Esta posición de aserrado se determina mediante unos rayos láser, que instalados por encima del cargador, permiten al operario determinar el diámetro de la rolla.

El diámetro de la rolla lo compara la computadora con los diferentes programas de corte registrados, seleccionándose, de este modo, el programa de corte óptimo a través de la computadora. Cuando el tronco está listo para ser aserrado, la mesa se eleva y el tronco queda sujeto por dos garras fijas, situadas en la parte inferior de los dos carros móviles. Una vez agarrada la rolla, los carros se mueven unidas hacia delante y detrás, cortando la rolla en dos sierras enfrentadas.

### **C. Canteado de tablonés**

Los tablonés que salen del carro van sin perfilar, y conviene perfilarlos, para que no causen problemas posteriores en la sierra múltiple de discos.

#### **D. Reaserrado de tablonos en sierra múltiple**

Las tablas pasarán por dos procesos de clasificación, un primer proceso que tendrá lugar en la nave de aserrado, y en el cual se clasifican las tablas por calidades y anchos; y otro proceso en el que las tablas se clasifican por longitudes.

#### **E. Secado natural u oreo**

Esta será la primera fase de secado, y se realizará en el parque de secado y al aire libre. La madera llega verde y recién aserrada, a una humedad muy alta. La duración de esta fase es de cuatro meses, pasando la madera de una humedad de 120% a una humedad de 40%.

#### **F. Secado artificial en cámaras de secado**

La segunda fase se realiza en los secaderos, y es la denominada KILN. Este es el momento más delicado del proceso del secado, ya que aquí es donde se producen todos los defectos. Para evitar todos estos defectos, se diseña una tabla de secado que hay que seguir rigurosamente. El secado consta de las fases de calentamiento, secado, homogeneizado y el acondicionado.

#### **G. Saneado de la madera en almacén**

Las operaciones de saneado se realizan en una máquina saneadora. El operario marca en la madera las zonas con defectos (nudos, fendas, etc), el lector óptico lee las marcas, e indica a una sierra circular transversal el corte.

#### **H. Acabado final en moldurera**

En esta fase se da el acabado final al producto, la máquina realiza el pulido de las caras superior e inferior, al mismo tiempo unos discos fresadores hacen el canto macho y el canto hembra en los laterales de la tabla.

### **2. Capacidad de producción según alternativa manejada**

Teniendo en cuenta el tipo de maquinaria a montar y los ritmos de producción, se analizan a continuación los volúmenes de producción de cada alternativa así como sus necesidades de materia prima, rendimientos,...

#### **Sistema de aserrado convencional**

- Volumen de producción	5.332 m <sup>3</sup> /año
- Necesidades materia prima	18.711 m <sup>3</sup> /año de rolla de eucalipto
- Rendimientos	2,25 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de madera verde aserrada
	3,5 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de tarima seca y terminada

## Sistema de aserrado múltiple

- Volumen de producción	6.802 m <sup>3</sup> /año
- Necesidades materia prima	23.873 m <sup>3</sup> /año de rolla de eucalipto
- Rendimientos	2,25 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de madera verde aserrada
	3,5 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de tarima seca y terminada

### 3. Resumen económico

Finalmente, se ofrecen los resultados del presupuesto y del análisis económico de ambas alternativas analizadas. Sólo se computan los resultados finales para no hacer el documento excesivamente denso e inmanejable.

#### A. Resumen de presupuestos según alternativas:

##### *Resumen del presupuesto en el sistema de aserrado convencional*

<b>Total Ejecución Material</b>	<b>1.586.407,70 €</b>
13% Gastos generales	206.233,00 €
6% Beneficio Industrial	95.184,46 €
Suma G.G. y B.I.	301.417,46 €
16% I.V.A.	302.052,03 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>2.189.877,19 €</b>

##### *Resumen del presupuesto en el sistema de aserrado múltiple*

<b>Total Ejecución Material</b>	<b>1.669.405,66 €</b>
13% Gastos generales	217.022,74 €
6% Beneficio industrial	100.164,34 €
Suma G.G. y B.I.	317.187,08 €
16% I.V.A.	317.854,84 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>2.304.447,58 €</b>

#### B. Análisis económico:

##### *Sistema de aserrado convencional*

T.I.R.	13,11%.
V.A.N. (6%)	1.089.569 €
Plazo de recuperación de la inversión	8 años

##### *Sistema de aserrado múltiple*

T.I.R.	18,96%.
V.A.N. (6%)	2.130.211 €
Plazo de recuperación de la inversión	6 años

## 4. CONCLUSIONES

1. El sistema de aserrado múltiple consigue una disminución importante de las curvaturas de cara en las tablas, disminuyendo ligeramente otros defectos como



curvaturas de canto, fendas... Concluimos que el sistema múltiple presenta claras ventajas sobre el convencional al obtener madera con menos defectos.

2. En el sistema de aserrado convencional no se consigue la producción objetivo de los 7.000 m<sup>3</sup>/año, ni empleando dos grupos de cabeza en paralelo, ya que, en todo caso difícilmente se superarán los 5500 m<sup>3</sup>/año.
3. Los indicadores de rentabilidad dan mejores resultados para el sistema de aserrado múltiple que para el convencional. Por lo que respecta al TIR es superior en casi 6 puntos (13,11 % frente al 18,96 %) y el VAN es prácticamente el doble (2.130.211 € frente a 1.089.569 €). También son significativos la disminución tanto en el punto muerto del pryto (6 puntos) como en el plazo de recuperación (2 años).
4. La ventaja anterior se debe a que para inversiones parecidas se obtiene un volumen de facturación mayor, próximo al mercado como objetivo (6.802 m<sup>3</sup>/año)
5. Tanto desde el punto de vista técnico como económico se considera que el Pryto de Ejecución debería realizarse sobre la alt. de sistema de aserrado múltiple.

## 5. REFERENCIAS

CIS Madera; (1999/2000). Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera de Galicia. Número: varios. CIS-Madera, Polígono de San Cibrao das Viñas. Ourense.

LEE, Sang M.; MOELLER, Gerald L.; DIGMAN, L.A. R34. Network Analysis for Management Decisions. A stochastic Approach. Kluwer Nishoff Publishing. Massachusetts, 1982.

PRITSKER, A.A.B.; SIGAL, C.E. Management Decision Making: A Network Simulation Approach. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1983.

[www.aitim.es](http://www.aitim.es). Consultada entre 1998 y 2002.

[www.amvediciones.com](http://www.amvediciones.com). Consultada en 2002.

[www.ceoecant.es](http://www.ceoecant.es). Consultada entre 2001 y 2002.

[www.nordictimber.org](http://www.nordictimber.org). Consultada entre 2000 y 2002.

## CORRESPONDENCIA

Vila Lameiro, P. Univ, de Santiago de Compostela. Esc. Politécnica Sup. de Lugo. Campus Universitario s/n. 27002. Lugo. Tlf: +34 982 285 900 ext.: 23631

[pablovl@lugo.usc.es](mailto:pablovl@lugo.usc.es)