

# ZTB

## EUSKAL HERRIKO

### ZURAREN TEKNIKA BAZKUNEA

Por Antonio Camacho Atalaya  
Ingeniero Técnico Forestal.

El ZTB está ubicado en la Granja Modelo de Arkaute, donde se realiza parte de la investigación agraria que se hace en el País Vasco, estando integrados, entre otros programas, el de investigación forestal, que fundamentalmente se dedica a la mejora genética del pino insignis. El buen hacer de ZTB se pone de manifiesto si recordamos el precio y las utilidades de esta madera seis años atrás: de emplearse en paletas, embalajes y astillas, ha pasado a tablero para mueble (en forma de tabla) y a formar parte en la construcción como elementos resistentes (tableros y vigas para paredes y forjados). Así mismo, su precio en el monte se ha revalorizado. De todo esto, nos habla Don Jesus Maria Eizmendi, su Director Gerente, vasco de gran calidad humana.

**AITIM - ¿Que medios cuenta el ZTB para realizar estas misiones?.**

ZTB - Una cosa es como Centro de Investigación que está llevando a cabo la mejora genética citada por medio de laboratorio, huertos, viveros, etc., donde se efectúan las comparaciones clonales adecuadas y realizadas por un Ingeniero de Montes especializado en Nueva Zelanda y en el País Vasco. El Centro de Investigación depende de la Administración vasca y el ZTB es una sociedad anónima cuya filosofía está en que participen en ella tanto la Administración, como los propietarios forestales y la industria transformadora: es una sociedad a tres bandas.

**AITIM. ¿El número de asociados?.**

ZTB - El número de socios es importante. Por ejemplo te puedo decir que el porcentaje de aserrío es del casi 100% (40 aserraderos): el 90% del sector forestal vasco, pertenece a ZTB. Ocurre una cosa, como sociedad anónima que somos, los socios son socios y mientras no haya una ampliación de capital, no pueden entrar más. Mantenemos muy buenas relaciones con todos los industriales.

**AITIM - ¿También los fabricantes de muebles tienen cabida en el ZTB?.**

ZTB - No, eso es otro mundo. Nuestra misión es potenciar la madera como materia prima, promocionarla a fin de que se incremente su demanda y por ende que su valor en monte alcance precios interesantes. La realidad ha demostrado que esto ha sido un hecho muy positivo, porque en cuatro años se ha duplicado el precio de la madera en pie: ello indica el acierto de la existencia de un Instituto de estas características, con su investigación aplicada, en la promoción del pino insignis.

**AITIM - ¿Qué medios empleáis para difundir vuestras actividades?.**

ZTB - Tenemos un boletín interno para explicar lo que hacemos, los experimentos, nuestras investigaciones, etc. y para dar cauce a los conocimientos, experiencias y aspiraciones de los socios.

**AITIM - Las líneas principales de actuación del ZTB, ¿emanarán de los socios?.**

ZTB - Nuestro equipo propone al Consejo de Administración que rige la sociedad (en el que hay una representación pública) las líneas que considera prioritarias, tanto en lo que se refiere a la madera, y también en las labores que se están haciendo para que el pino insignis esté presente en todos los códigos y en todas las normas europeas.

**AITIM - Y luchar contra toda la mala fama infundada, que ubica a la madera del pino insignis (Pinus radiata) a destinos secundarios. Para mayor abundamiento, ni siquiera huele a pino.**

ZTB - No. Su madera huele poco a resina, lo cual es una ventaja para la industria del mueble al facilitar su acabado; la aplicación del barniz es más fácil. Al ser menos dura, la maquinaria obtiene más facilidad para mecanizar su madera.

**AITIM - En efecto. Para la calidad de la madera, según sus aplicaciones, su dureza y un alto peso específico no presupone una garantía de empleo. La madera abeto rojo del Canadá está considerada como la mejor del mundo para carpintería y sin embargo tiene menos densidad que el pino insignis.**

ZTB - El problema que había con nuestra madera, era que las máquinas, los ángulos de corte que tenían las herramientas no estaban adaptadas para una madera más blanda que el haya. Hoy, una vez que la industria del

*El número de socios es importante. Por ejemplo te puedo decir que el porcentaje de aserrío es casi del 100% (40 aserraderos): el 90% del sector forestal vasco pertenece al ZTB*



mueble ha obtenido las herramientas adecuadas a las características de la madera, ya no la quieren cambiar, porque les dura mucho más. También se consideran ya otras ventajas: su homogeneidad (sin caer en la monotonía) y el carácter de vetas de mucho contraste.

**AITIM - La gran difusión del mueble macizo con madera del pino radiata que se observa en el País Vasco ¿habrá sido una labor del ZTB?**

**ZTB** - La difusión y el mercado de esta madera en el mueble, no fue por iniciativa del pueblo vasco: el gran mérito se le debe a la industria valenciana que descubrió que el pino insignis era apto para el mueble en macizo. Después se ha puesto de moda y ha desplazado en cierta parcela al mueble hecho con tablero recubierto de chapas que a la menor hendidura evidencia que no es madera maciza. Así pues, en la brecha abierta por los valencianos, los aserraderos vascos han buscado optimizar su madera y en ello ha colaborado el ZTB con su apoyo tecnológico, difundiendo estas prestaciones, y estas ideas.

**AITIM - En la actualidad, ¿qué desarrollo tiene el mueble de madera de pino radiata?**

**ZTB** - Como ejemplo, todos sabemos que la industria del mueble de Valencia está muy tecnificada, hace grandes series. Destaca la industria especializada en mueble para la segunda vivienda, en el mueble juvenil que está pensado para que dure 15-20 años y en el amueblamiento de las casas de la costa. Otro gran mercado en el que tiene puesto los ojos, es el europeo. Las expectativas para el pino insignis son, pues, esperanzadoras y esto explica la subida de su precio: los aserraderos han adquirido maquinaria especializada para dar calidad a los cortes y los propietarios forestales hacen una selección rigurosa para que las serrerías puedan conseguir tablas y tablones de garantía.

**AITIM - ¿Habeis llegado al techo en vuestras conquistas tecnológicas?**

**ZTB** - No, con casi total seguridad, nunca podremos asegurar tal cosa. Nosotros seguimos haciendo estudios tecnológicos de la madera del pino insignis, para conocer más sus propiedades, sus características mecánicas y sus propiedades físicas. Aunque era algo que se sabía, que se intuía, al comienzo

de nuestra andadura quisimos cerciorarnos científicamente de sus posibilidades y le encargamos un estudio al INIA: de él sacamos la conclusión de que la madera del pino insignis es tan buena en características mecánicas como cualquier pino europeo. Estos estudios seguirán. Por el momento hemos dado un paso de gigante.

**AITIM - ¿Cuándo se fundó el ZTB?**

**ZTB** - En 1985. Su primer Gerente fue Eugenio Perea: un hombre que trabajó mucho en el tema de la investigación y el conocimiento técnico del pino insignis, divulgando estos informes por todo el Estado español y Europa, tanto a nivel oficial como a industriales transformadores. Tanto se entusiasmó que hoy es Gerente en una gran industria vasca de vigas de maderas.

#### APÉNDICE

El ZTB nace en 1985 para relanzar una tradición vasca: el empleo de la madera como material noble en la construcción, que había sido relegada debido, principalmente, a dos causas: su menor desarrollo tecnológico frente a otros materiales y a la carencia de divulgación de sus propiedades físicas y sus características mecánicas.

Los montes vascos, han tenido desde siempre robles, fresnos, abedules, hayas, pinos silvestres, etc. Hoy posee, además, abetos, alerces, pino pinaster (marítimo), pino laricio, etc. Y sobre todo, pino insignis. La historia del pino insignis empezó a mediados del siglo XIX con la plantación por parte del dendrólogo Don Carlos Adán de Yarza de los primeros pies. Hoy por hoy, constituye la mayor posibilidad de los montes vascos. Decenas de importantes aserraderos, producen cada día centenas de metros cúbicos que el mercado acoge con confianza.

La confianza en el pino insignis, tuvo un buen valedor en Santiago Vignote Peña, entonces, hace unos diez años, Ingeniero de montes de AITIM. Aún, en los comienzos de los ochenta, esta madera era despreciada por su pequeño peso específico y su rápido crecimiento. Vignote, quizás influido por los conocimientos de los Centros Forestales chilenos, tuvo el mérito y el acierto de confiar en las posibilidades del pino insignis de nuestra cornisa cantábrica. Allá se fue, se trajo va-

rios árboles muestra y estuvo trabajando dos años haciendo comprobaciones sobre esa madera, con la ayuda de dos insignes alumnos recién estrenados Ingenieros de montes: Roque Perezagua López y Fernando Peraza Sánchez, hoy felizmente reincorporado en AITIM.

Debido a que AITIM casi nunca ha sabido vender su trabajo, Vignote publicó en 1983 en AITIM el resultado de sus estudios: TECNOLOGÍA DEL APROVECHAMIENTO DE LA MADERA DE PINO INSIGNIS "PINUS RADIATA". Esta obra, si influyó en algunas personas del sector forestal vasco y puso las bases del actual desarrollo, cuyas puertas fueron abiertas de par en par por el ZTB. A ello contribuyó, en gran medida, el convenio de colaboración entre el ZTB y el INIA, otro excelente Centro para el conocimiento de las maderas. El resultado de este convenio ha sido el libro: "PROPIEDADES Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA DE PINUS RADIATA (Pino Insignis) DEL PAÍS VASCO"

El pino insignis, tiene tres nombres científicos: Pinus radiata D. Don, Pinus insignis Dougl. y P. californiana Lois. Como nombres vulgares y comerciales el de insignis y el de pino de Monterrey; ahora aflora el de pino vasco, pero es exagerado, porque también está de Santander a Galicia.

Para enriquecer este apéndice y por ende este número especial dedicado al País Vasco, vamos a dejar constancia de algunas conclusiones del trabajo del Sr. Vignote sobre la madera del pino insignis. Dividió su estudio en cinco capítulos:

El primero presenta las características de las masas de pino insignis, su distribución, existencia, posibilidades, cortas y destinos actuales de la madera.

El segundo, es el capítulo principal, en el que se describen detalladamente las caracterís-

ticas de la madera, para luego en base a ellas analizar los procesos de transformación tecnológica.

El capítulo tercero se centra en el cálculo de las tensiones básicas de la madera, imprescindibles para poder aplicar de forma racional la madera con fines estructurales.

El capítulo cuarto, analiza cada sector industrial de transformación de la madera, que junto con los datos obtenidos en los anteriores capítulos, poder establecer las posibilidades de mercado de esta madera.

El estudio concluye con el capítulo quinto, en donde se describe el procedimiento de trabajo seguido para el establecimiento de las características físico-mecánicas y se analizan los resultados obtenidos bajo los siguientes aspectos:

- Variabilidad de las características mecánicas, dentro de cada árbol.
- Influencia de las condiciones dasocráticas y del medio sobre las mecánicas.
- Relación entre las características físico-mecánicas y el número de anillos.

Cabe destacar del estudio realizado, los siguientes aspectos:

- \* Fue el primer estudio de características físico-mecánicas con carácter de representabilidad estadística, que se realiza en España.
- \* Los resultados obtenidos son mucho mejores, desde el punto de vista de su aplicación, que los que se disponían hasta entonces. Como consecuencia se establecieron nuevas posibilidades de aplicación de la madera.
- \* Fue el primer estudio que se hizo de las tensiones básicas de una madera de aprovechamiento en España.
- \* Se ha encontrado una correlación aceptable entre la edad del árbol, y las características físico-mecánicas de la madera, lo que sugiere sea tenido en cuenta a la hora de establecer el turno económico de la especie.
- \* Por último, propuso el autor un criterio de clasificación de la madera aserrada en función de sus defectos.

De todos estos datos, extractamos los siguientes cuadros y consideraciones.

CORTAS DE PINO INSIGNIS SEGUN M.A.P.A.

AÑOS	x 1.000 m3
1947	248
1951	180
1957	371
1965	365
1970	632
1974	1.400
1978	932
1980	1.066

DESTINO DE LA MADERA DURANTE 1978

Pasta Química	34%
Pasta mecánica	35%
Pasta de fibra sintética	2%

Tableros de partículas	6%
Apeos de minas	1%
Aserrado	20%
Varios	2%

Como puede apreciarse, el 70% era para el mercado tradicional, hasta esos años, de la asta de papel y sólo el 20% se destinaba al aprovechamiento íntegro de sus cualidades físico-mecánicas en el aserrado. Hoy, finales de 1989, estamos seguros que rondará el 50%, en detrimento de las pastas.

CARACTERISTICAS DASOMETRICAS DEL ARBOL MEDIO DE LA MUESTRAS ENSAYADAS

Diámetro normal.....	30,6 cm.
Diámetro normal sin corteza....	25,6 cm.
Altura total.....	19,3 m.
Altura de fuste.....	16,9 m.
Número de anillos.....	19,4
Anchura media de los anillos ..	1,5

TENSIONES BASICAS

De acuerdo con sus características mecánicas, las tensiones básicas de la madera de pino insignis, tiene los siguientes valores:

Flexión paralela a las fibras	170 Kg/m2
Tracción paralela a las fibras	191 "
Compresión paralela a las fibras	140 "
Compresión perpendicular a las fibras	23 "
Esfuerzo cortante	16 "
Módulo de elasticidad medio	88000 "
Módulo de elasticidad mínimo	23000 "

POSIBILIDADES DE APLICACION DE LA MADERA ASERRADA

Teniendo en cuenta las calidades y sobre todo, los valores de las características físicas mecánicas y de las tensiones básicas los destinos posibles de la madera de pino insignis serán los siguientes:

-Madera estructural:

Su característica de madera medianamente nerviosa y sus altos valores obtenidos en las tensiones básicas hacen ésta madera especialmente indicada para la construcción con

fines estructurales, no obstante se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si existen riesgos de ataque por agentes xilófagos, tanto hongos como insectos, la madera debe tratarse con productos protectores, acorde con el riesgo a que van a estar expuestos.
- En cualquier caso, y debido a la merma de resistencia que producen los nudos, resulta aconsejable el saneado previo de la madera y su posterior unión mediante juntas dentadas.

-Traviesas:

Las características que se exige a una madera para su aplicación en traviesa son las siguientes:

- Resistencia al esfuerzo cortante perpendicular a la fibras.
- Dureza.
- Elasticidad.
- Resistencia al arranque de tirafondos.
- Durabilidad.

Como ya se ha visto anteriormente el pino insignis es medianamente duro a duro, medianamente elástico y de mediana resistencia al esfuerzo cortante. No se conoce su resistencia al arranque de tirafondos, pero a juzgar por su densidad, también debe ser mediano. Por último no posee durabilidad natural, pero mediante tratamiento protector se puede hacer muy durable.

En consecuencia, el pino insignis puede aplicarse perfectamente en traviesas.

-Envases de madera y palets:

La característica de resistencia a la flexión dinámica de ésta madera y por tanto, su buena disposición a resistir los choques violentos, la hacen muy indicada para éste tipo de aplicación.

Si bien, mecánicamente es una madera muy apropiada para envases y palets, posee los inconvenientes siguientes:

- Densidad relativamente alta, que hace que el envase sea por sí mismo pesado.
- Predisposición a azularse ( a no ser que se seque previamente la madera), perdiendo calidad de aspecto, imprescindible para el envasado de ciertos productos.

-Madera para carpintería:

Los valores obtenidos en las cotas de rigidez y flexión hacen de ésta madera propia para carpintería. El único inconveniente que presenta el pino insignis es el de su carácter de medianamente nervioso, que no aconseja su aplicación al caso un tanto infrecuente, en donde existan grandes variaciones de las condiciones de humedad relativa.

Al igual que en el caso anterior, su aplicación en carpintería deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si existen riesgos de ataques por agentes xilófagos la madera deberá tratarse preventivamente con productos protectores, acorde con el riesgo a que va a estar expuesta.
- Si existe riesgo de humificación por agua de

una forma intermitente, conviene proteger la madera con productos repelentes al agua.

-Los nudos no sanos deben ser sustituidos por piezas de madera.

#### -Parquet:

Este caso particular de carpintería es especialmente indicado para esta madera, primero por su dureza, una de las más duras de las coníferas aprovechadas en España, segundo porque la exigencia de medida de longitud del parquet es siempre mucho menor a la distancia entre nudos y por tanto, se puede realizar al saneado conjuntamente con el dimensionamiento de las tablillas.

Al igual que en los casos anteriores es conveniente tratar la madera con protectores, en función de su utilización.

#### Muebles:

Las buenas características mecánicas que en general presenta esta madera, su relativa facilidad de mecanizado, encolado y acabado hacen que se pueda aplicar perfectamente en la construcción de muebles.

Presenta como único defecto su carácter de medianamente nerviosa, que hace que sus aplicaciones se restrijan a muebles que vayan a situarse en condiciones de humedad relativa no muy variables.

### **TRABAJABILIDAD DE LA MADERA**

#### -Tecnología de la unión.

La relativa dureza de esta madera hace que los clavos, tornillos y clavijas metálicas penetren con cierta dificultad, sobre todo si se compara con la de otros pinos de aprovechamiento en España. Es por ello aconsejable introducirlos después de un pretaladrado de diámetro hasta 3/4 el diámetro del clavo o tornillo, para así evitar la aparición de fendas.

Si bien no se han realizado ensayos de

arranque de tornillos y clavos, del conocimiento de su densidad se pueden sacar los siguientes valores aproximados.

Resistencia al arranque perpendicular a la fibra, en Kg. por mm. de penetración.

-En clavos: 0,82x d.

-En tornillos: 2,39x d.

siendo d el diámetro del clavo o tornillo.

La resistencia al arranque paralela a la fibra es aproximadamente el 67% de los valores anteriores.

En cuanto a las uniones por encolado, no se conoce antagonismo con ninguna de las colas existentes actualmente, siendo la calidad de la unión en general muy buena. Únicamente en los nudos se ha detectado cierto problema en la calidad de la unión que incluso quedan desencolados.

#### -Acabados.

La mayor o menor facilidad del cepillado, regresado y moldurado depende fundamentalmente de la facilidad de penetración de las cuchillas, esto es de la dureza, y en menor medida de la hienda, por tanto, la madera de pino insignis se elabora en estas máquinas con mediana facilidad.

La calidad del acabado de estas máquinas es bastante buena, no suele aparecer repelo, sin embargo es frecuente la aparición de mordedura de fibra alrededor de los nudos.

Si la superficie se destina a barnizar, es conveniente realizar un acabado más perfecto de su superficie, mediante su lijado.

El lijado debe empezarse con lija de grano 40, aumentando el grano en esta cantidad hasta la calidad que se desee. También puede operarse con 40, 60, 80 y 120 si se desea mayor calidad. Esta operación se realiza fácilmente, no produciéndose embotamientos, dada la escasez de resina de esta madera.

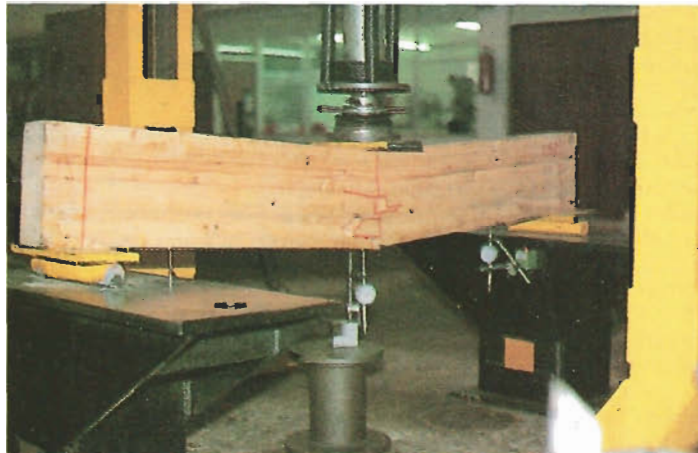
Las pinturas y barnices se adhieren bien, no existiendo incompatibilidad con los productos actuales. No obstante, dada la gran capacidad de absorción de esta madera, conviene aplicar previo al barnizado y pintado un tapaporos, que limite esta absorción.

#### -Tratamiento.

Por una parte, la elevada porosidad de esta madera

$$\left(1 - \frac{p_0}{1,5}\right) = 0,69$$

por otra parte, su alto contenido en celulosa (y por tanto el bajo contenido en lignina) y su escaso contenido en resina, hace que esta madera tenga elevada capacidad de absorción siendo relativamente fácil el tratamiento protector, sea cual fuere el sistema de aplicación elegido.



**CARACTERÍSTICAS MECANICAS EN EL SENTIDO DE LA FIBRA**

Características	Media	Interpretación según la norma
Compresión axial		
— valor al 12% $C_{12}$	407,49	Madera de clase mediana.
— cuota de calidad específica $C_e = \frac{C_{12}}{100 D}$	8,20	
Flexión estática		
— valor al 12% $\sigma$	850,13	Madera de clase mediana.
— cota de rigidez $C_r = \frac{L}{\delta \sigma}$	35,14	Madera de calidad medianamente elástica.
— cota de flexión $C_f = \frac{\sigma}{100 D}$	17,13	Madera de calidad grande.
— cota de tenacidad $C_t = \frac{\sigma}{C}$	2,05	La calidad de la madera se encuentra entre medianamente tenaz y muy tenaz.
Flexión dinámica	954,23	
— resistencia unitaria al choque K	0,38	Madera de clase mediana.
— cuota dinámica $K/D^2$	1,64	Madera de calidad resiliente. Madera que puede resistir choques violentos.
Módulo de elasticidad E	88.316,05	
Esfuerzo cortante Z		
— Radial	109,79	
— Tangencial	121,71	

**CARACTERÍSTICAS MECANICAS TRANSVERSALES A LA FIBRA**

Características	Media	Interpretación según la norma
Fenda		
— Tangencial: resistencia unitaria $R_H$	8,36	Madera de calidad baja.
— cota de laminabilidad $C'_1$	0,17	Madera muy hendible o laminable. Madera de raja.
— Radial: resistencia unitaria $R'_H$	13,62	Madera de calidad baja.
— cota de laminabilidad $C'_1$	0,24	Madera medianamente hendible o laminable.
Tracción perpendicular a las fibras		
— Tangencial: resistencia unitaria H	17,96	Madera de baja calidad.
— cota de adherencia $C_a$	0,36	Madera de mediana adherencia.
— Radial: resistencia unitaria $H'$	18,69	Madera de calidad baja.
— cota de adherencia $C'_a$	0,38	Madera de mediana adherencia.

NOTA: Todas las tensiones vienen expresadas en Kg/cm<sup>2</sup>

## RESUMEN

de las conclusiones del convenio de colaboración entre el INIA y el ZTB:

### Propiedades y tecnología de la madera de Pinus Radiata (Pino Insignis) del País Vasco.

El conocimiento de las características anatómicas, físico-mecánicas y tecnológicas de la madera es fundamental para comprender su comportamiento y sus posibilidades ante los distintos usos.

Antes de ser puesta en servicio la madera debe ser correctamente secada hasta la humedad de equilibrio higroscópico correspondiente a las condiciones de uso.

Este proceso es fundamental que sea realizado en el menor tiempo posible y con la mayor economía y calidad. De ahí la importancia de determinar los métodos más correctos de secado por unos y las condiciones en las que estos deben ser conducidos.

Ante la creciente dificultad de importación de chapa de madera, la industria del tablero contrachapado se ve en la necesidad de hacer uso de las maderas nacionales, especialmente de las de crecimiento rápido.

El pino radiata dadas sus características tecnológicas y sus elevados niveles de producción, puede convertirse en una importante fuente de abastecimiento de

materia prima a la industria del desarrollo. El conocimiento de las peculiaridades de esta madera en relación con este uso final resulta, pues, de gran importancia económica.

Desde este punto de vista de la construcción y más en particular desde el de la seguridad de los edificios contra la acción del fuego, es fundamental conocer las peculiaridades de esta madera y sus estructuras respecto de lo que se entiende como reacción y resistencia al fuego.

Constructivamente también resulta de interés el diseño de una clasificación eficaz de la madera aserrada, así como la determinación de las tensiones características para las distintas clases. Estas tensiones, calculadas de acuerdo con lo recomendado en el Eurocódigo 5, permitirán al proyectista calcular con seguridad las estructuras de madera, lo que debe abrir, sin duda, las puertas a este gran mercado a la madera de pino radiata.

Es de gran importancia, desde un punto de vista constructivo, el conseguir prolongar al máximo la vida en servicio de la madera, para lo cual es necesario conocer los métodos químicos y constructivos adecuados que prevengan el ataque de los organismos xilófagos.

Finalmente, el conocimiento de la reacción al fuego de la cubierta muerta del árbol tiene gran importancia para saber el riesgo de incendios.