

# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

I Xornadas Internacionais sobre o Castiñeiro

Ourense, 22-24 de Maio de 2008

Elena Fernández Rodríguez

DEPARTAMENTO DE ENXEÑARÍA AGROFORESTAL



# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

## ■ Introducción

- Introducción
- Metodoloxía
- Resultados
- Conclusións



UNE 56544:2007



UNE 56546:2007

# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

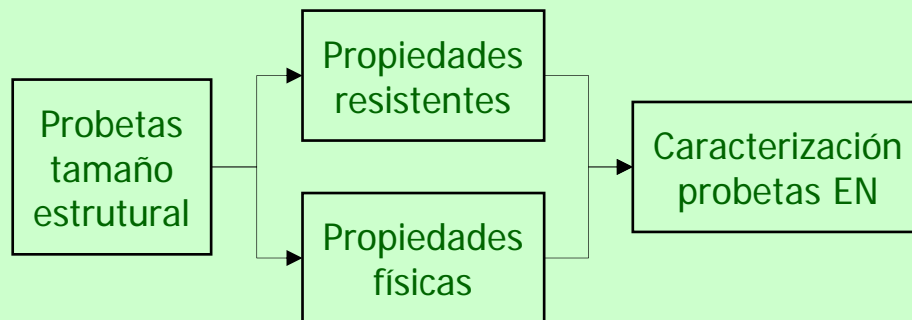
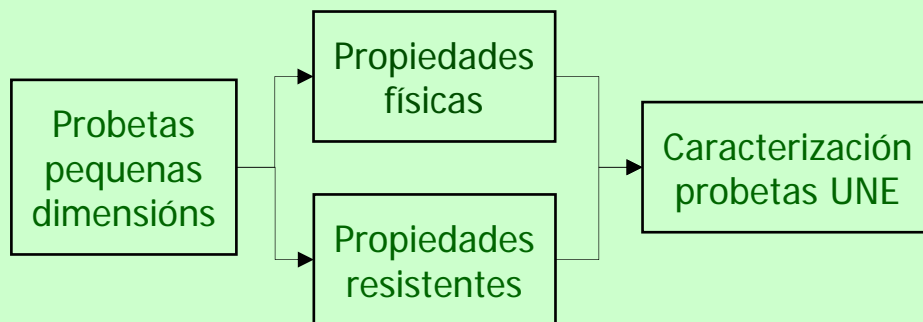
## ■ Esquema metodolóxico

*Análisis de las propiedades físico-mecánicas de la madera de castaño aserrada en la provincia de Lugo.*

Ano 1996

Ano 2007

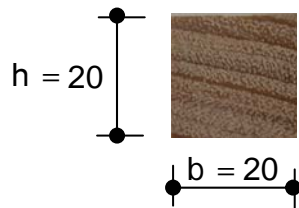
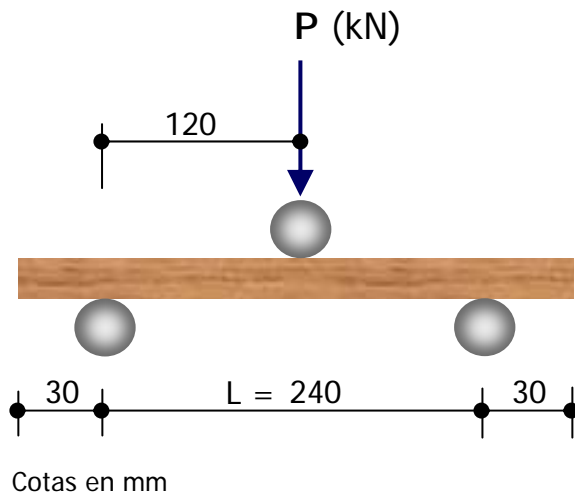
*Validación del resistógrafo como instrumento para la evaluación de madera estructural.*



# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

## ■ Probeta libre de defectos

- Introducción
- Metodoloxía
- Resultados
- Conclusións



$$f_m = \frac{3P_{\max} 10^3 L}{bh^2} \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$E_m = k \frac{10^3 L^3}{4bh^3} \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$k = \frac{\Delta P}{\Delta C} \left( \frac{\text{kN}}{\text{mm}} \right)$$



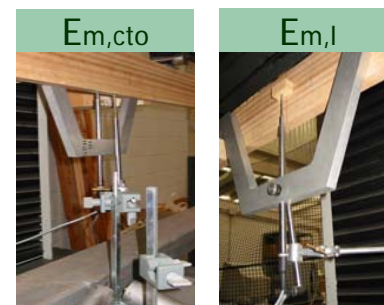
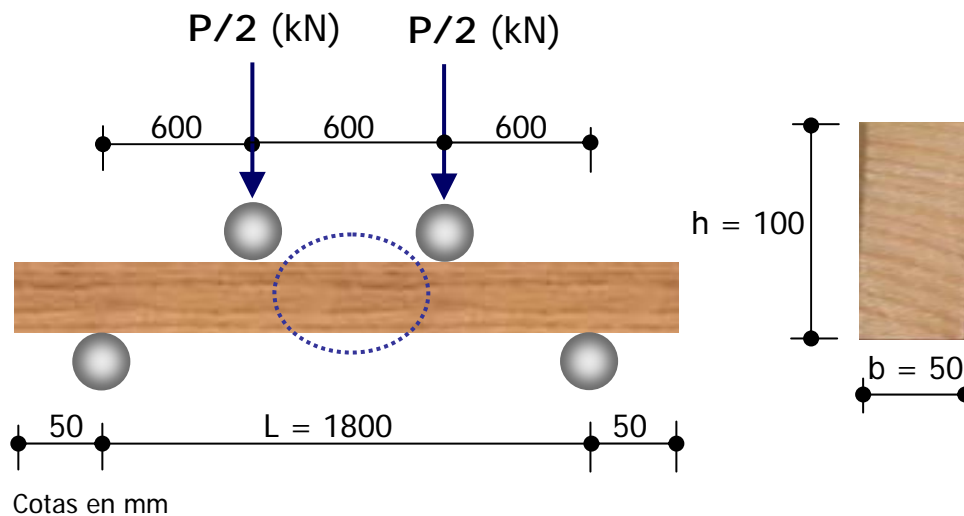
UNE 56537



# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

## ■ Probeta tamaño estrutural

- Introducción
- Metodoloxía
- Resultados
- Conclusións

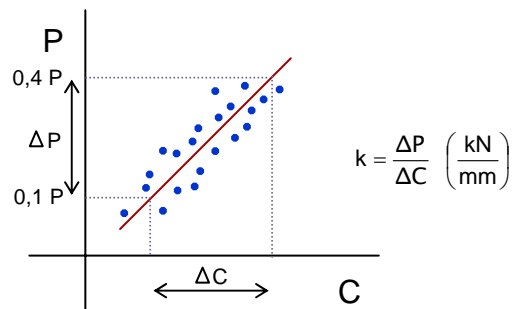


UNE-EN 408

$$f_m = \frac{P_{\text{máx}} 10^3 L}{bh^2} \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$E_{m,l} = k \frac{6,25 \cdot 10^3 L}{bh} \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$E_{m,g} = k \frac{23 \cdot 10^3 L^3}{108bh^3} \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$



# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

## ■ Probeta libre defectos. Densidade.

- Introducción
- Metodoloxía
- **Resultados**
- Conclusións

Ano 2007				
$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )				MUESTRA
$\bar{X}$	CV	$\rho^*_{05}$	$\rho^*_k$	
592,01	0,07	520,19	498,28	1
565,16	0,08	493,70		2
553,55	0,09	486,30		3
553,75	0,08	480,03		4
557,34	0,10	461,15		5
591,34	0,05	542,80		6
552,83	0,07	497,35		7
566,77	0,06	512,89		8
552,57	0,06	501,97		9
558,00	0,08	486,45		10
<b>564,33</b>	<b>0,08</b>	-	-	<b>n = 400</b>

Ano 1996		
$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )		n
$\bar{X}$	CV	
<b>578,25</b>	<b>0,10</b>	<b>100</b>

UNE-EN 384

# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

## ■ Probeta libre defectos. Resistencia a flexión.

- Introducción
- Metodoloxía
- Resultados
- Conclusións

Ano 2007				
fm (N/mm <sup>2</sup> )				MUESTRA
$\bar{X}$	CV	fm <sub>05</sub>	fm <sub>05,k</sub>	
73,99	0,25	46,83	62,90	1
87,22	0,15	64,71		2
81,87	0,16	58,65		3
80,52	0,18	52,81		4
90,59	0,12	72,91		5
74,78	0,17	52,58		6
81,93	0,11	69,32		7
86,87	0,12	71,56		8
80,59	0,14	61,77		9
89,23	0,17	77,85		10
<b>82,86</b>	<b>0,16</b>	-	-	<b>n = 400</b>

Ano 1996			
fm (N/mm <sup>2</sup> )			n
$\bar{X}$	CV	fm <sub>95%</sub>	
<b>80,42</b>	<b>0,21</b>	<b>52,41</b>	<b>146</b>

UNE-EN 384

# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

## ■ Probeta libre defectos. Módulo de elasticidade en flexión.

- Introducción
- Metodoloxía
- Resultados
- Conclusións

Ano 2007				
$E_m$ (N/mm <sup>2</sup> )				MUESTRA
$\bar{X}$	CV	$E_{0,m}$	$E_{0,05}$	
6409,97	0,23	8112,37	6814,39	1
8476,93	0,16			2
8191,12	0,17			3
8648,80	0,16			4
8839,10	0,13			5
6500,53	0,16			6
8184,78	0,12			7
8429,08	0,11			8
8666,30	0,15			9
8777,07	0,19			10
<b>8309,51</b>	<b>0,17</b>	-	-	<b>n = 400</b>

Ano 1996			
$E_m$ (N/mm <sup>2</sup> )			n
$\bar{X}$	CV	$E_{95\%}$	
<b>4008,44</b>	<b>0,22</b>	<b>2579,64</b>	<b>146</b>

UNE-EN 384



# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

## ■ Probeta estrutural. Densidade.

- Introducción
- Metodoloxía
- **Resultados**
- Conclusións

Ano 2007				
$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )				MUESTRA
$\bar{X}$	CV	$\rho^*_{05}$	$\rho^*_k$	
580,20	0,09	490,35	498,66	1
576,77	0,07	512,73		2
594,10	0,08	512,10		3
564,14	0,09	476,89		4
546,12	0,09	465,66		5
581,16	0,06	522,11		6
567,86	0,06	507,89		7
529,56	0,07	464,08		8
571,26	0,05	522,21		9
565,57	0,06	512,53		10
<b>567,67</b>	<b>0,08</b>	-	-	<b>n = 400</b>

Ano 1996		
$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )		n
$\bar{X}$	CV	
<b>578,25</b>	<b>0,10</b>	<b>100</b>

UNE-EN 384

# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

## ■ Probeta estrutural. Resistencia a flexión.

- Introducción
- Metodoloxía
- Resultados
- Conclusións

Ano 2007				
fm (N/mm <sup>2</sup> )				MUESTRA
$\bar{X}$	CV	fm <sub>05</sub>	fm <sub>05,k</sub>	
45,06	0,23	27,86	28,32	1
49,64	0,18	34,85		2
45,23	0,28	25,41		3
41,09	0,28	21,78		4
43,11	0,22	25,65		5
44,46	0,16	26,06		6
39,76	0,17	27,57		7
40,05	0,12	30,53		8
44,17	0,07	37,32		9
38,09	0,18	26,16		10
<b>43,07</b>	<b>0,21</b>	-	-	<b>n = 400</b>

Ano 1996			
fm (N/mm <sup>2</sup> )			n
$\bar{X}$	CV	fm <sub>95%</sub>	
40,71	0,35	17,11	48

UNE-EN 384

# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

## ■ Probeta estrutural. Módulo de elasticidade en flexión.

- Introducción
- Metodoloxía
- **Resultados**
- Conclusións

Ano 2007				
$E_{m,cto}$ (N/mm <sup>2</sup> )				MUESTRA
$\bar{X}$	CV	$E_{0,m}$	$E_{0,05}$	
6617,31	0,20	7255,23	6094,40	1
7109,97	0,17			2
6915,38	0,23			3
8380,36	0,10			4
6291,80	0,06			5
7562,75	0,14			6
7983,42	0,12			7
6496,50	0,11			8
7525,50	0,10			9
7669,34	0,13			10
<b>7650,18</b>	<b>0,16</b>	-	-	<b>n = 400</b>

Ano 1996			
$E_{m,l}$ (N/mm <sup>2</sup> )			n
$\bar{X}$	CV	$E_{95\%}$	
<b>10894,43</b>	<b>0,26</b>	<b>6114,98</b>	<b>48</b>

UNE-EN 384

# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

## ■ Estimación propiedades. (UNE/EN).

- Introducción
- Metodoloxía
- Resultados
- Conclusións

Ano 1996	
<b><math>f_m</math> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	
<b>LD</b>	<b>TE</b>
52,41	17,11
$K_{f_{m,k}} = \frac{f_{m,k} (T.E.)}{\bar{f}_m (L.D.)} = 0,32$	
<b><math>E_{0,medio,l}</math> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	
<b>LD</b>	<b>TE</b>
4008,44	10894,43
$K_{E_{m,k}} = \frac{E_{m,k} (T.E.)}{E_{m,medio} (L.D.)} = 2,71$	
<b><math>E_{0,05}</math> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	
<b>LD</b>	<b>TE</b>
2579,64	6114,98
$K_{E_{m,k}} = \frac{E_{m,k} (T.E.)}{E_{m,medio} (L.D.)} = 2,37$	

Ano 2007	
<b><math>f_m</math> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	
<b>LD</b>	<b>TE</b>
62,90	28,32
$K_{f_{m,k}} = \frac{f_{m,k} (T.E.)}{\bar{f}_m (L.D.)} = 0,45$	
<b><math>E_{0,medio,cto}</math> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	
<b>LD</b>	<b>TE</b>
8112,37	7255,23
$K_{E_{m,k}} = \frac{E_{m,k} (T.E.)}{E_{m,medio} (L.D.)} = 0,89$	
<b><math>E_{0,05,cto}</math> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	
<b>LD</b>	<b>TE</b>
6814,39	6094,40
$K_{E_{m,k}} = \frac{E_{m,k} (T.E.)}{E_{m,medio} (L.D.)} = 0,89$	

# Caracterización físico-mecánica da madeira de castiñeiro. Experiencias desenvolvidas en Galicia.

## ■ Conclusións

UNE-EN 338:2003			
CLASE RESISTENTE D30			
$f_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E_{0,05}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
30	10000	8000	530

prEN 338:2008			
CLASE RESISTENTE D24			
$f_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E_{0,05}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
24	11000	9200	520

1.- A diferenza entre os valores obtidos para os dous traballos pódese explicar polo nº de ensaios realizados e pola metodoloxía seguida na determinación dos valores característicos.

2.- Á vista dos resultados obtidos, e dacordo coa normativa vixente, non se podería introducir esta especie en ningunha clase resistente de frondosas, sendo restrictivas as tres propiedades estudadas.

3.- O proxecto de norma prEN 338:2008 amplía o nº de clases resistentes, incorporando as clases D18 e D24, ao tempo que modifica os valores para os módulos de elasticidade de frondosas. Aínda así, a única propiedade das estudadas que permitiría asignar clase resistente é a resistencia a flexión, mentras que as outras dúas serían propiedades restrictivas.