MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA
INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

Expediente.: 8/2006

ANTECEDENTES

Datos del peticionario: Sello de Calidad de AITIM de Madera Laminada, AITIM, Calle de la Flora nº 3, 28013 Madrid (España)

Suministrador: RUSTICASA Construcciones Lda., Zona Industrial de Campos P.O. Box 1, P-4920, Vila Nova de Cerveira, Portugal

Descripción y número de las muestras:
El 30 de marzo de 2006 se reciben las siguientes piezas:

- 18 muestras de 1250x50x175 mm para la realización de ensayos a flexion de lámina dentada según UNE EN 408.
- 1 muestra de 1040x160x160 mm para la realización de los ensayos de resistencia a la delaminación según UNE EN 391 y de resistencia al cortante en línea de cola, según UNE EN 392.

Fecha de recepción de las muestras: 30/03/2006
Fecha de comienzo de los ensayos: 10/04/2006
Fecha de finalización de los ensayos: 10/05/2006

Ensayos solicitados: Delaminación según UNE EN 391, cortante según UNE EN 392 y flexión según UNE EN 408.

Especificaciones a considerar: Las establecidas en las normas UNE-EN 14080, UNE-EN 1194, UNE-EN 385 y UNE-EN 386, así como en las notas interpretativas del Comité del Sello de Calidad de MLE de AITIM (incorporadas como anexos).

LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL PRESENTE INFORME HACEN REFERENCIA A LAS MUESTRAS ENSAYADAS, NO SIENDO EXTRAPOLABLES A TODA UNA PRODUCCIÓN.

ESTA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME

EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS GARANTIZA LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS DEL PRESENTE INFORME

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA LABORATORIO DE ESTRUCTURAS INIA

Fecha de emisión del informe: 22/05/2006

Número total de páginas del informe: 6 +22 de Anexos

Jefe de calidad	Director Técnico	VºBº Director del Laboratorio
	P.D.	
Fdo. Eva Hermoso Prieto	**Fdo. M. Rafael Díez Barra**	**Fdo. Juan I. Fernández-Golfín**

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA
INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

Expediente.: 8/2006

INFORME DEL ENSAYO

1.- ENSAYO SOLICITADO

Delaminación según UNE EN 391, resistencia al cortante en línea de cola según UNE EN 392 y flexión de láminas según EN 408.

2.- DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

2.1.- Descripción cualitativa

En su escrito de fecha 31 de marzo, el peticionario aporta la siguiente descripción:

- Ensayos de unión dentada (EN 408): 16 muestras + 2 contramuestras. Cada muestra consistirá en una lámina empalmada de longitud igual a 20 veces el espesor de la lámina, con la unión dentada en el centro, deben ser tomadas de diferentes turnos de trabajo.
- Ensayos de cortante (EN 392) y Ensayos de delaminación (EN 391): 1 muestra, con una longitud aproximada de 1 metro.

Recibidas las muestras en el laboratorio se procede a su comprobación, obteniéndose la siguiente información:

- 18 muestras para ensayo de flexión de lámina dentada según UNE EN 408, con las siguientes dimensiones:
  - Longitud: 1250 mm
  - Anchura (media): 50 mm
  - Espesor (medio): 175 mm
- 1 muestra de sección irregular para extracción de probetas normalizadas según UNE EN 391 y UNE EN 392, con las siguientes dimensiones:
  - Altura: 162 mm
  - Anchura: Sección irregular (ver fotografía 1). Media de 180 mm
  - Longitud: 1040 mm

2.2.- Procedencia de la muestra

La muestra procede directamente del fabricante (RUSTICASA).

2.4.- Selección y preparación de la muestra de ensayo

Una vez recibidas las muestras en el laboratorio, se procedió al marcado, corte y acondicionamiento de las probetas de ensayo, según lo establecido en la normas UNE-EN 391 , UNE-EN 392 y UNE EN 408.

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA LABORATORIO DE ESTRUCTURAS INIA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

2.5.- Condiciones de acondicionado y ensayo

Tal y como establecen las normas UNE EN 392 y UNE EN 408, todas las probetas preparadas para la realización del ensayo de resistencia al cortante en línea de cola fueron introducidas en la cámara de acondicionamiento a (20±2)ºC y (65±5)% Hr durante una semana para asegurar que su contenido de humedad se encuentre en el intervalo 8-13%.

Durante los ensayos de resistencia al cortante y de flexión las condiciones en la sala de ensayo fueron las siguientes:

- Temperatura: 20-23ºC
- Humedad relativa: 33-45%

3.- DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE ENSAYO

3.1.- Ensayos de integridad y resistencia de las líneas de adhesivo

De acuerdo con lo establecido en la norma UNE-EN 14080 (apartado 4.5.3. y Tabla 1), los ensayos de integridad del encolado deberán atender a lo establecido en el apartado 5.5. de la norma UNE EN 386. De acuerdo con lo establecido en el apartado 5.5.1. de la norma UNE-EN 386, los requisitos respecto a la integridad de las líneas de adhesivo deben basarse en ensayar dichas líneas sobre una muestra de una sección transversal completa, la cual se cortará de un elemento fabricado de madera laminada encolada. Las muestras deben ser representativas de la población.
Según el apartado 5.5.2. de esta misma norma, para estructuras en clase de servicio 3, se realizarán ensayos de delaminación de acuerdo con el método A de la norma UNE-EN 391. Para estructuras en clase de servicio 1 ó 2, se debe realizar o bien el ensayo de delaminación según el método A de la norma UNE-EN 391 o el ensayo de resistencia a cortante en línea de adhesivo según la norma UNE-EN 392.[1]

3.1.1.- Ensayo de delaminación

- **Método de ensayo seguido:** Para la realización del ensayo de delaminación se siguió el método A descrito por la norma UNE-EN 391 así como la metodología en ella descrita para la toma de datos y evaluación de las delaminaciones.

- **Descripción del equipo de ensayo**

  - <u>Para la medición previa de las probeta y líneas de cola</u>:
    - Calibre digital (anchura de viga, longitud de probeta), LM 06
    - Flexómetro digital (altura cara), LM 20
  - <u>Para la realización de los ciclos de vacío-presión-secado</u>:

[1] NOTA: Para controles de calidad rutinarios, los métodos de ensayo mencionados pueden sustituirse por los siguientes: El método de delaminación A puede sustituirse por el método de delaminación B de la norma UNE-EN 391. Para elementos que van a ser utilizados en clases de servicio 1 ó 2, los ensayos de esfuerzo cortante en línea de adhesivo pueden sustituirse por el método de delaminación C descrito en la norma UNE-EN 391.

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS
INIA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

- Autoclave de delaminación, LM-11
- Secadero, LM-12

- Para la evaluación de la longitud de las delaminaciones:
  - Calibre digital, LM 06
  - Lupa, galgas y formón
- Para la evaluación del contenido de humedad:
  - Balanza digital, LM 05
  - Estufa, LM 08

3.1.2.- Ensayo de esfuerzo cortante en línea de adhesivo

- **Descripción del método de ensayo:** Para la realización de los ensayos se siguió fielmente el procedimiento establecido en la norma de referencia UNE-EN 392. Para la evaluación del porcentaje de fallo por madera (PFM), ante la inexistencia de indicaciones al respecto en la norma de ensayo UNE-EN 392 y a requerimiento del peticionario se siguieron las establecidas en la norma UNE-EN 391, relativas a la evaluación de los fallos de encolado (Véase Anexo 5).

- **Descripción del equipo de ensayo**

  - Pórtico de ensayos IBERTEST PELFIB 150 W, LM 02 (con célula de carga de 50 kN, escala 1/1, y útil específico de cortante).
  - Calibre digital (ancho y grueso de probeta), LM 06
  - Cámara de acondicionamiento (20/65), LM 10

3.2.- Ensayos de resistencia del encolado de las uniones de testa presentes en láminas

- **Descripción del método de ensayo:** Para la realización de los ensayos se siguió fielmente el procedimiento establecido en la norma de referencia UNE EN 408, posicionando la unión dentada en el centro del vano.

- **Descripción del equipo de ensayo**
  - Pórtico de ensayos IBERTEST PELFIB 150 W (con célula de carga de 50 kN, escala 1/1), LM 01
  - Flexómetro digital (Longitud), LM 04
  - Calibre digital (Altura de cara y espesor), LM 19
  - Cámara de acondicionamiento (20/65), LM 10

4.- RESULTADOS DE ENSAYO

4.1.- Ensayos de delaminación

La tabla 1 recoge un resumen de los valores obtenidos. Los valores individuales para cada una de las probetas quedan reflejados en las fichas incluidas en el Anexo 2.

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

Tabla 1
Resultados del ensayo de delaminación (UNE-EN 391)

Probeta	Grueso lámina (mm)	Nº láminas	% delaminación		Observaciones
			Total (D_T)	Máxima (D_M)	
8/2006-1	42,5	4	0	0	
8/2006-2	42,5	4	0	0	
8/2006-3	42,5	4	0	0	

***Nota:** La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha obtenido conforme al documento EAL-R2 y G-ENAC-09.*

Comentario: Los valores obtenidos para las tres probetas son inferiores a los exigidos como máximos por la norma de referencia UNE EN 386.

4.2.- Ensayo de esfuerzo cortante en línea de adhesivo

La tabla 2 recoge un resumen de los valores obtenidos. Los valores individuales para cada una de las probetas quedan reflejados en las fichas incluidas en el Anexo 3.

Tabla 2
Resultados del ensayo de resistencia a cortante (UNE-EN 392)

Probeta	Tensión de rotura (N/mm^2)*		% fallo por madera		Observaciones
	Media (**)	Mínima	Medio (**)	Mínimo	
8-2006-C1	10,45±0,23(1,25)	9,52±0,21	100 (0,00)	100	
8-2006-C2	10,72±0,23(1,15)	9,40±0,21	95 (8,66)	85	
8-2006-C3	9,31±0,23(1,10)	8,08±0,21	100 (0,00)	100	

***Nota:** La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha obtenido conforme al documento EAL-R2 y G-ENAC-09.*

***Nota2:** Entre paréntesis figura el valor de la desviación típica, que puede ser considerada como el de la incertidumbre asociada a la heterogeneidad del propio material, valor que deberá ser tenido en cuenta para determinar si el valor de la media excede o no el exigido por la norma de referencia*

Comentario: Los valores obtenidos para las tres probetas cumplen con los exigidos como mínimos por la norma de referencia UNE EN 386.

4.3.- Ensayos de flexión sobre laminadas dotadas de uniones dentadas

La tabla 3 recoge un resumen de los valores obtenidos. Los valores individuales para cada una de las probetas quedan reflejados en las fichas incluidas en el Anexo 3.

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA LABORATORIO DE ESTRUCTURAS INIA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

Tabla 3
Resultados de los ensayos de flexión

Ref.	Cara (mm)	Espesor (mm)	f_m	Observaciones
E1	49	177	41,30±0,47	
E2	51	176	41,48±0,47	
E3	50	175	42,79±0,47	
E4	49	175	48,62±0,47	
E5	50	175	39,70±0,47	
E6	49	177	54,43±0,47	
E7	50	176	49,30±0,47	Rotura fuera finger
E8	50	175	44,85±0,47	
E9	50	177	37,02±0,47	
E10	50	177	33,76±0,47	
E11	50	177	34,98±0,47	Rotura fuera finger
E12	51	178	47,04±0,47	
E13	51	179	41,95±0,47	
E14	51	179	34,60±0,47	92% rotura en cola
E15	50	177	27,05±0,47	
E16	51	180	39,41±0,47	

***Nota:** La incertidumbre expandida de medida (Inc.) se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha obtenido conforme al documento EAL-R2 y G-ENAC-09.*

5.- ANEXOS

5.1.- Fotografías

Véase Anexo 1

5.2.- Datos individuales de los ensayos

Véanse Anexos 2, 3 y 4

Sello del Laboratorio	Director Técnico	Jefe de Calidad
	P.O.	
	Fdo. M. Rafael Díez Barra	Fdo. Eva Hermoso Prieto

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA LABORATORIO DE ESTRUCTURAS INIA

Fecha de emisión del informe: 22/05/2006

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

ANEXO 1
FOTOGRAFÍAS

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA
INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

Fotografías

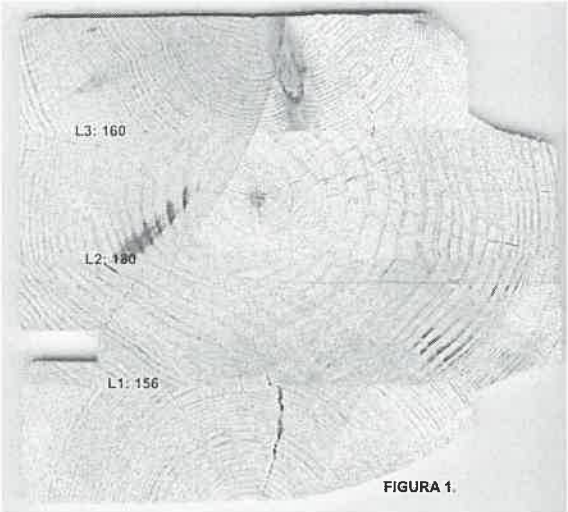


Fig 1. Detalle de sección transversal de la muestra

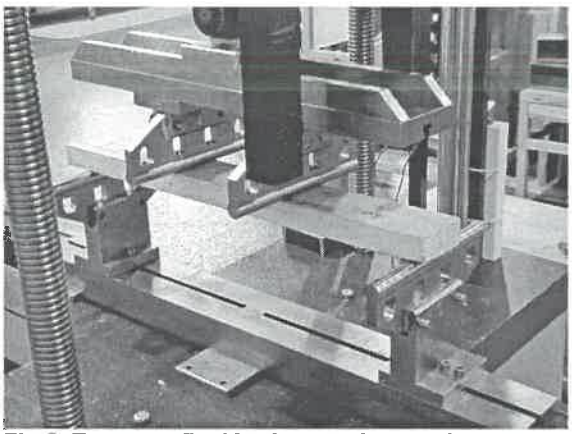


Fig 2. Ensayo a flexión de cara de empalmes

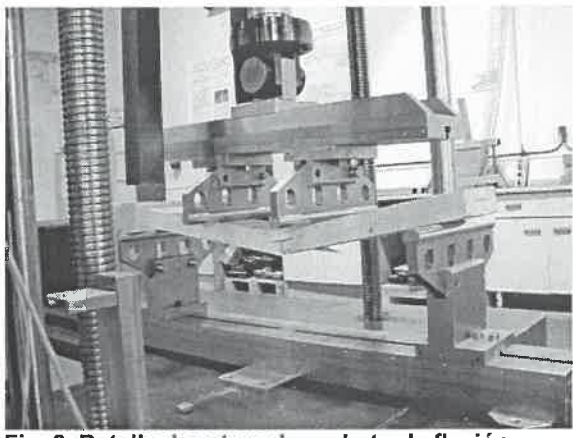


Fig. 3. Detalle de rotura de probeta de flexión

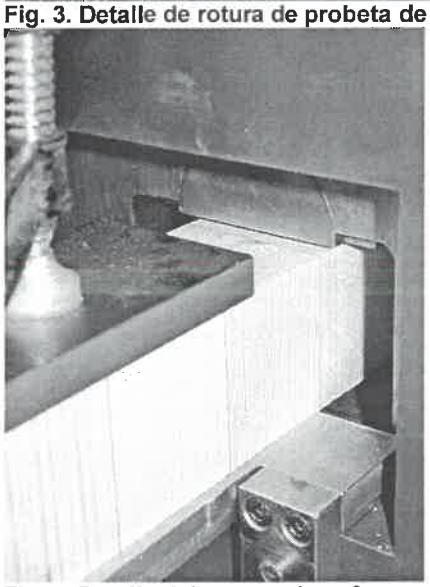


Fig. 4. Detalle del ensayo de esfuerzo cortante

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS
INIA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

INIA
Instituto Nacional de Investigación
y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y
ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE
INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

ANEXO 2
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DELAMINACIÓN (UNE-EN 391)

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA / INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria	Estadillo ITE-EN 391	Edición: 03
	Labto. Estructuras Madera	Página: de
		Fecha: Marzo 2006

MADERA LAMINADA ENCOLADA - ESTADILLO DE DATOS DE ENSAYO DE DELAMINACIÓN EN LÍNEAS DE COLA. NORMA UNE EN -391

DATOS GENERALES DE LA MUESTRA

Probeta.....:	8/2006-1
Madera.....:	
Adhesivo.....:	
Grueso de lámina (mm)....:	42,5 y 38,5*
Anchura Viga (mm).....:	Irregular
Altura Viga (mm).....:	162
Sección viga (cm2).....:	
Longitud probeta (75±5 mm):	75,2
Nº de líneas de cola.....:	3
Longitud de líneas de cola.:	496**
Temp. Agua (ºC).....:	12

Solicitante:	AITIM
Referencia:	8/2006
Obra/Identif:	
Fabricante:	

Fecha de ensayo.....:	17/04/2006
Observaciones.....:	* Laminas exteriores de 38,5 mm
**L1= 156mm, L2= 180mm, L3= 160mm	

		Fase 1				Fase 2*			
Delaminación en mm	Testa A	0							
		0							
		0							
	Testa B	0							
		0							
		0							

	Fase 1		Fase 2
Porcentaje Total de delaminación (DT):	0,00		0,00
Especificación:	< 5%		<10 %
Porcentaje Máximo de delaminación (DM):	0,00		
Especificación:	< 40%		

CONTROL DE CONTENIDO DE HUMEDAD	Masa en g		Contenido de humedad
Masa a la recepcion	994,8		12,5
Masa después del 1er ciclo de h.	1996,9		125,8
Masa después del primer secado	1082,4		22,4
Masa después del segundo ciclo de h.*			
Masa después del segundo secado			
Masa seca (al sacar de estufa)	884,2		

*Ciclo adicional
Fase I: Dos ciclos de vacío presión y un secado
Fase II: Si se superan los límites de la fase I, se realizará un ciclo más de vacío presión y un secado

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA LABORATORIO DE ESTRUCTURAS INIA

Técnico que hace el ensayo: JCR

VºBº DT ó JC: EMP

Comentarios:

MADERA LAMINADA ENCOLADA - ESTADILLO DE DATOS DE ENSAYO DE DELAMINACIÓN EN LÍNEAS DE COLA. NORMA UNE EN -391

DATOS GENERALES DE LA MUESTRA

Probeta.....:	8/2006-2
Madera.....:	
Adhesivo.....:	
Grueso de lámina (mm)....:	42,5 y 38,5*
Anchura Viga (mm).....:	Irregular
Altura Viga (mm).....:	162
Sección viga (cm2).....:	
Longitud probeta (75±5 mm):	73,8
Nº de líneas de cola.....:	3
Longitud de líneas de cola.:	496**
Temp. Agua (ºC).....:	12

Solicitante:	AITIM
Referencia:	8/2006
Obra/Identif.	
Fabricante:	

Fecha de ensayo.....:	17/04/2006
Observaciones.....:	* Laminas exteriores de 38,5 mm
**L1= 156mm, L2= 180mm, L3= 160mm	

		Fase 1				Fase 2*			
Delaminación en mm	Testa A	0							
		0							
		0							
	Testa B	0							
		0							
		0							

	Fase 1		Fase 2
Porcentaje Total de delaminación (DT):	0,00		0,00
Especificación:	< 5%		<10 %
Porcentaje Máximo de delaminación (DM):	0,00		
Especificación:	< 40%		

CONTROL DE CONTENIDO DE HUMEDAD	Masa en g		Contenido de humedad
Masa a la recepcion	990,4		12,5
Masa después del 1er ciclo de h.	1989,3		125,9
Masa después del primer secado	1075,4		22,1
Masa después del segundo ciclo de h.*			
Masa después del segundo secado			
Masa seca (al sacar de estufa)	880,5		

*Ciclo adicional

Fase I: Dos ciclos de vacío presión y un secado

Fase II: Si se superan los límites de la fase I, se realizará un ciclo más de vacío presión y un secado

Técnico que hace el ensayo: JCR

VºBº DT ó JC: EMP

Comentarios:

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA / INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria	Estadillo ITE-EN 391	Edición: 03
	Labto. Estructuras Madera	Página: d de
		Fecha: Marzo 2006

MADERA LAMINADA ENCOLADA - ESTADILLO DE DATOS DE ENSAYO DE DELAMINACION EN LÍNEAS DE COLA. NORMA UNE EN -391

DATOS GENERALES DE LA MUESTRA

Probeta.....:	8/2006-3
Madera.....:	
Adhesivo.....:	
Grueso de lámina (mm)....:	42,5 y 38,5*
Anchura Viga (mm).....:	Irregular
Altura Viga (mm).....:	162
Sección viga (cm2).....:	
Longitud probeta (75±5 mm):	74,9
Nº de líneas de cola.....:	3
Longitud de líneas de cola.:	496**
Temp. Agua (ºC).....:	12

Solicitante:	AITIM
Referencia:	8/2006
Obra/Identif:	
Fabricante:	

Fecha de ensayo.....:	17/04/2006
Observaciones.....:	* Laminas exteriores de 38,5 mm
**L1= 156mm, L2= 180mm, L3= 160mm	

		Fase 1				Fase 2*			
Delaminación en mm	Testa A	0							
		0							
		0							
	Testa B	0							
		0							
		0							

	Fase 1		Fase 2
Porcentaje Total de delaminación (DT):	0,00		0,00
Especificación:	< 5%		<10 %
Porcentaje Máximo de delaminación (DM):	0,00		
Especificación:	< 40%		

CONTROL DE CONTENIDO DE HUMEDAD	Masa en g		Contenido de humedad
Masa a la recepcion	995,2		12,9
Masa después del 1er ciclo de h.	1989,1		125,7
Masa después del primer secado	1087,8		23,4
Masa después del segundo ciclo de h.*			
Masa después del segundo secado			
Masa seca (al sacar de estufa)	881,3		

*Ciclo adicional

Fase I: Dos ciclos de vacío presión y un secado

Fase II: Si se superan los límites de la fase I, se realizará un ciclo más de vacío presión y un secado

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA LABORATORIO DE ESTRUCTURAS INIA

Técnico que hace el ensayo: JCR

VºBº DT ó JC: EHP

Comentarios:

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

INIA
Instituto Nacional de Investigación
y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y
ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE
INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

ANEXO 3
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ESFUERZO CORTANTE (UNE-EN 392)

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA / INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria	Estadillo ITE-EN 392	Edición: 02
	Labto. Estructuras Madera	Página: de
		Fecha: Marzo 2006

NORMA UNE EN 392 - MADERA LAMINADA ENCOLADA - ENSAYO DE ESFUERZO CORTANTE

Probeta..... .....:	8-2006-C1	Solicitante...:	AITIM
Madera.....:		Referencia..	8/2006
Adhesivo.....:		Obra.....	
Grueso de lámina.....:	42,5 y 38,5*	Fabricante...	
Nº de líneas de cola.....:	3	Sección.....	

Coeficiente de corrección por grueso (t)	Velocidad de carga.....:	**1 kN/s**
K = 0,78 + 0,0044 x t (t < 50 mm)	Fecha de ensayo.....:	10/05/2006

Línea de cola Pieza/pos/linea	Ancho (b) Grueso (t) Sección (mm2)	Carga rotura N	Coeficiente de corrección K	Tensión de rotura en N/mm2	Porcentaje de fallo por madera (%)	Tiempo (s)	Observaciones
AU1	50,3	29.420,0		11,87	100	29	
AU2	49,1		1,00				
AU3	2.469,7						
AC1	50,1	24.771,0		9,95	100	25	
AC2	49,6		1,00				
AC3	2.485,0						
AD1	50,1	23.904,0		9,52	100	24	
AD2	50,1		1				
AD3	2.510,0						
BU1							
BU2							
BU3							
BC1							
BC2							
BC3							
BD1							
BD2							
BD3							
CU1							
CU2							
CU3							
CC1							
CC2							
CC3							
CD1							
CD2							
CD3							

RESUMEN	**Tensión de rotura N/mm2**	**Porcentaje de fallo por madera**
Valor medio	10,45	100
Desviación típica	1,25	0,00
Valor mínimo	9,52	100

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA LABORATORIO DE ESTRUCTURAS INIA

Técnico que hace el ensayo: JCR

VºBº DT ó JC: RDB

COMENTARIOS:

* Laminas exteriores de 38,5 mm

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA / INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria	Estadillo ITE-EN 392	Edición: 02
	Labto. Estructuras Madera	Página: de
		Fecha: Marzo 2006

NORMA UNE EN 392 - MADERA LAMINADA ENCOLADA - ENSAYO DE ESFUERZO CORTANTE

Probeta..... .....:	8-2006-C2	Solicitante...:	AITIM
Madera.....:		Referencia..	8/2006
Adhesivo.....:		Obra.....	
Grueso de lámina.....:	42,5 y 38,5*	Fabricante...	
Nº de líneas de cola.....:	3	Sección.....	

Coeficiente de corrección por grueso (t)	Velocidad de carga.....:	**1 kN/s**
K = 0,78 + 0,0044 x t (t < 50 mm)	Fecha de ensayo.....:	10/05/2006

Línea de cola Pieza/pos/linea	Ancho (b) Grueso (t) Sección (mm2)	Carga rotura N	Coeficiente de corrección K	Tensión de rotura en N/mm2	Porcentaje de fallo por madera (%)	Tiempo (s)	Observaciones
AU1	50,2	28.537,0		11,53	85	28	
AU2	49,1		1,00				
AU3	2.464,8						
AC1	50,2	27.818,0		11,22	100	28	
AC2	49,2		1,00				
AC3	2.469,8						
AD1	49,9	23.049,0		9,40	100	22	
AD2	48,9		1,00				
AD3	2.440,1						
BU1							
BU2							
BU3							
BC1							
BC2							
BC3							
BD1							
BD2							
BD3							
CU1							
CU2							
CU3							
CC1							
CC2							
CC3							
CD1							
CD2							
CD3							

RESUMEN	Tensión de rotura N/mm2	Porcentaje de fallo por madera
Valor medio	10,72	95
Desviación típica	1,15	8,66
Valor mínimo	9,40	85

Técnico que hace el ensayo: JCR

VºBº DT ó JC: RDB

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA LABORATORIO DE ESTRUCTURAS INIA

COMENTARIOS:

* Laminas exteriores de 38,5 mm

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA / INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria	Estadillo ITE-EN 392	Edición: 02
	Labto. Estructuras Madera	Página: de
		Fecha: Marzo 2006

NORMA UNE EN 392 - MADERA LAMINADA ENCOLADA - ENSAYO DE ESFUERZO CORTANTE

Probeta..... .....:	8-2006-C3	Solicitante...:	AITIM
Madera.....:		Referencia..	8/2006
Adhesivo.....:		Obra.....	
Grueso de lámina.....:	42,5 y 38,5*	Fabricante...	
Nº de líneas de cola.....:	3	Sección.....	

Coeficiente de corrección por grueso (t)		Velocidad de carga.....:	**1 kN/s**
K = 0,78 + 0,0044 x t (t < 50 mm)		Fecha de ensayo.....:	10/05/2006

Línea de cola Pieza/pos/linea	Ancho (b) Grueso (t) Sección (mm2)	Carga rotura N	Coeficiente de corrección K	Tensión de rotura en N/mm2	Porcentaje de fallo por madera (%)	Tiempo (s)	Observaciones
AU1	50,4	25.284,0		10,21	100	25	
AU2	48,9		1,00				
AU3	2.464,6						
AC1	50,3	23.935,0		9,64	100	24	
AC2	49,2		1,00				
AC3	2.474,8						
AD1	50,3	20.041,0		8,08	100	19	
AD2	49,1		1,00				
AD3	2.469,7						
BU1							
BU2							
BU3							
BC1							
BC2							
BC3							
BD1							
BD2							
BD3							
CU1							
CU2							
CU3							
CC1							
CC2							
CC3							
CD1							
CD2							
CD3							

RESUMEN	**Tensión de rotura N/mm2**	**Porcentaje de fallo por madera**
Valor medio	9,31	100
Desviación típica	1,10	0,00
Valor mínimo	8,08	100

Técnico que hace el ensayo: JCR

VºBº DT ó JC:

RDB

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA LABORATORIO DE ESTRUCTURAS INIA

COMENTARIOS:

* Laminas exteriores de 38,5 mm

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

INIA
Instituto Nacional de Investigación
y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y
ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE
INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

ANEXO 4
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE FLEXIÓN (UNE-EN 408)

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA — INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA

DATOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN SEGÚN NORMA UNE EN-408

Técnico que hace el ensayo: RDB

VºBº (DT ó JC): EHP 11/04/06

Referencia expediente:	8/2006
Material:	Madera aserrada con unión finger
Fecha de inicio ensayos.....	10/04/2006
Fecha de fin ensayos.....	11/04/2006

Comentarios:.....

Máquina de ensayo.....	LM-1
Célula de carga.....	50 kN
Escala de trabajo.....	1/1
Extensómetros utilizados.....	No
Valor alarma regresión elasticidad:.....	No
Velocidad tramo elástico.....	No
Velocidad tramo rotura.....	0,05 kN/seg

REF.	Cara (mm)	Esp. (mm)	H (%)	Pend (mm/kN)	Crot (kN)	D.apoyos inf. (mm)	Dapoyos sup. (mm)	Tiempo (s)	Peso (g)	Volum (cm3)	*fm* (N/mm2)	*Emg* (N/mm2)	*Eml* (N/mm2)	*Dens (kg/cm3)*	Observaciones
E1	49	177	12,7		19,5	900	300	401			41,30				95% madera
E2	51	176	16,6		21,1	900	300	432			41,48				100% madera
E3	50	175	15,9		20,8	900	300	426			42,79				100% madera
E4	49	175	14,1		22,7	900	300	463			48,62				70% madera
E5	50	175	14,9		19,3	900	300	394			39,70				90% madera
E6	49	177	15,4		25,7	900	300	522			54,43				100% madera
E7	50	176	13,8		24,1	900	300	490			49,30				fuera finger
E8	50	175	13,8		21,8	900	300	444			44,85				85% madera
E9	50	177	14,8		18,2	900	300	371			37,02				70% madera
E10	50	177	13,5		16,6	900	300	345			33,76				70% madera
E11	50	177	16,3		17,2	900	300	362			34,98				fuera finger
E12	51	178	16,5		24,2	900	300	500			47,04				100% madera
E13	51	179	15,1		21,7	900	300	447			41,95				60% madera
E14	51	179	16,7		17,9	900	300	370			34,60				**8% madera**
E15	50	177	12,9		13,3	900	300	279			27,05				100% madera
E16	51	180	16,1		20,5	900	300	419			39,41				100% madera

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

INIA
Instituto Nacional de Investigación
y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y
ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE
INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

ANEXO 5
ESPECIFICACIONES APLICABLES A LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE DELAMINACIÓN

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA
INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

ANEXO 5

ESPECIFICACIONES A CONSIDERAR EN LA EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DELAMINACIÓN (EN 391), DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN UNE-EN 386 (Tabla 1)

Criterio general

- Valor máximo admisible de D_T después del ciclo segundo: 5%
- Valor máximo admisible de D_M: 40%

Forma de valoración

a) Si después de los dos ciclos+secado $D_M \leq 40\%$, dos posibilidades:
   - $D_T \leq 5\%$=> CUMPLE
   - $5\% < D_T \leq 10\%$ => Hay que llevar a cabo un ciclo adicional de vacío-presión-secado (Programa 2 del autoclave+secado) y volver a evaluar:
     - Si $D_T \leq 10\%$ **y $D_M \leq 40\%$** => CUMPLE
     - Si $D_T \leq 10\%$ **y $D_M > 40\%$**=> **NO CUMPLE**
     - Si $D_T > 10\%$ **ó $D_M > 40\%$** => **NO CUMPLE**

b) Si después de los dos ciclos+secado $D_M > 40\%$ ó $D_T > 10\%$ => **NO CUMPLE**

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

INIA
Instituto Nacional de Investigación
y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y
ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE
INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

ANEXO 6
ESPECIFICACIONES APLICABLES A LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ESFUERZO CORTANTE

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA
INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

ANEXO 6

ESPECIFICACIONES A CONSIDERAR EN LA EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ESFUERZO CORTANTE (UNE-EN 392), DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMA UNE-EN 386 (Tabla 1)

En el apartado 5.5.4. de la norma UNE EN 386 se establece textualmente que "*El resultado del ensayo de esfuerzo cortante en línea de adhesivo sobre cada probeta de la sección transversal debe cumplir los siguientes requisitos en cuanto a resistencia a cortante y porcentaje de fallo por madera.*
La resistencia a cortante en cada línea de adhesivo debe ser como mínimo 6,0 N/mm². Para coníferas y chopos, una resistencia de 4,0 N/mm² debe considerarse aceptable sólo si el porcentaje de fallo por madera es de 100, véase tabla 2 para valores individuales.
El valor medio del porcentaje de fallo por madera, en la sección transversal de una probeta, así como cualquier valor individual debe superar los valores indicados en la tabla 2:

Tabla 2
Valor mínimo del porcentaje de fallo por madera, PFM, en función de la resistencia a cortante f_v. Para valores intermedios se debe interpolar linealmente

	Valores medios			Valores individuales		
Resistencia a cortante, f_v, en N/mm²	f_v=6,0	f_v=8,0	f_v≥11,0	4,0≤f_v≤6,0	f_v=6,0	f_v≥10,0
Valor mínimo del porcentaje de fallo por madera, en %(1)	90	72	45	100	74	20
(1) Para los valores medios, el porcentaje mínimo de fallo por madera es de PFM=144-(9.f_v). Para valores individuales el porcentaje mínimo de fallo por madera en % para la resistencia a cortante f_v≥6,0 N/mm² es PFM= 153,3-(13,3.f_v)						

De acuerdo con esto, y a efectos prácticos se deberá, de acuerdo con las recomendaciones establecidas por AITIM:

- Además de los valores de resistencia mecánica obtenidos del ensayo de las probetas de acuerdo con lo especificado en el apartado 3.10 de la norma UNE-EN 386, deberá el Porcentaje de Fallo por Madera de acuerdo con lo establecido en la norma UNE-EN 392, para lo que valdrán los criterios generales aportados en la metodología del ensayo de delaminación UNE-EN 391, que en esencia son los siguientes:
  - Se considerarán como fallos del encolado:
    - Todas las roturas que claramente se produzcan en la línea de cola (cuando no aparece madera pegada en la línea de cola).
    - Todas las roturas que se produzcan en la zona de unión entre madera y cola siempre que no queden fibras de madera adheridas a la cola.
    - El caso anterior, cuando quede una ligera capa de células de madera (apreciable como si fuese una pelusa) siempre que se observe que no sigue la dirección de la fibra o del anillo de crecimiento (es decir, si la fibra no es recta debe apreciarse una variación en el grosor de la capa de fibras adheridas a la cola).
  - NO se considerarán como fallos de encolado:
    - Las roturas que claramente se producen en la madera y que siguen la dirección de la fibra o de los anillos de crecimiento.

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

- Las roturas aisladas por línea de cola con longitud inferior a 2,5 mm y separadas más de 5 mm de la delaminación más cercana.
- Las roturas observadas en la línea de cola pero en las que se aprecia la cercanía de un nudo o bolsa de resina aunque estos estén ocultos y no se aprecien directamente en la superficie de la tabla. En esyos casos, el resultado de la rotura se considerará nulo.

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

INIA
Instituto Nacional de Investigación
y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y
ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE
INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

ANEXO 7
ESPECIFICACIONES APLICABLES A LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE CARA DE TABLAS EMPALMADAS LONGITUDINALMENTE

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA
INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

ANEXO 7

ACLARACIÓN SOBRE LA ESPECIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS EMPALMES DE LAS UNIONES DENTADAS EN LA FABRICACIÓN DE LA MADERA LAMINADA ENCOLADA (NOTA AITIM 18-08-04 de interpretación normativa)

La norma UNE-EN 14080 establece en su apartado 4.5.2. que las especificaciones establecidas en el apartado 6.3.2. de la norma UNE-EN 1194:1999 deben ser cumplidas.

La norma UNE-EN 1194, que define las clases resistentes de madera laminada encolada así como las normas a seguir para la determinación de los valores característicos, especifica en su apartado 6.3.2 que las uniones dentadas de todas las láminas deben cumplir al menos uno de los siguientes requisitos (a o b):

Requisito (a (ensayo a tracción):

$$f_{t,j,k} \geq 5 + f_{t,0,l,k}$$

donde

$f_{t,j,k}$ es la resistencia característica en tracción de las uniones dentadas con toda la anchura de lámina, determinada según la norma UNE-EN 408, pero con muestras exentas de nudos y de una longitud de 200 mm, en N/mm^2.

$f_{t,0,1,k}$ es la resistencia característica a tracción de las láminas, tal y como se define en el apartado 6.3.1. en N/mm^2

Requisito (b (ensayo a flexión):

$$f_{m,j,k} \geq 8 + 1{,}4 \cdot f_{t,0,l,k} \qquad \text{(ec. 1)}$$

donde

$f_{m,j,k}$ es la resistencia característica en flexión <u>de las uniones dentadas</u> con toda la anchura de la lámina, determinada según la norma UNE-EN 386, en N/mm^2, y $f_{t,0,l,k}$ es la resistencia característica a tracción de las láminas.

$f_{t,0,1,k}$ es la resistencia característica a tracción de las láminas, tal y como se define en el apartado 6.3.1. en N/mm^2

Por otra parte, en el anexo A de la norma UNE-EN 1194:1999 se incluyen diversas expresiones matemáticas que permiten obtener las propiedades mecánicas de la madera laminada a partir de la resistencia a tracción de las láminas. De acuerdo con esto, la resistencia característica a flexión $f_{m,g,k}$ <u>de la madera laminada</u> en función de $f_{t,0,1,k}$ se obtiene por la siguiente expresión:

$$f_{m,g,k} = 7 + 1{,}15 \cdot f_{t,0,1,k}$$

de donde despejando el valor de $f_{t,0,1,k}$,

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

$$f_{t,0,1,k} = \frac{f_{m,g,k} - 7}{1{,}15} \qquad \text{(ec. 2)}$$

sustituyendo el valor de $f_{t,0,1,k}$ de la ecuación 2 en la ecuación 1, se tiene,

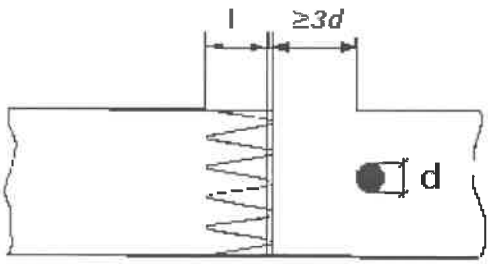
$$f_{m,j,k} \geq 8 + 1{,}217 \cdot (f_{m,g,k} - 7)$$

De tal forma que para cada resistencia característica a flexión de la madera laminada ($f_{m,g,k}$) se requiere una resistencia característica a flexión de la unión dentada ($f_{m,j,k}$),

Para GL24 $f_{m,j,k} \geq 28{,}6$ N/mm^2
Para GL28 $f_{m,j,k} \geq 33{,}5$ N/mm^2
Para GL32 $f_{m,j,k} \geq 38{,}4$ N/mm^2
Para GL36 $f_{m,j,k} \geq 43{,}3$ N/mm^2 (ecs. 3)

Especificación de fabricación (UNE-EN 385 y UNE-EN 386)

La norma UNE-EN 385 especifica en su apartado 5.2.2. que "No deben admitirse nudos, fendas o desviación importante de la fibra en la misma entalladura. En la proximidad de la unión dentada, la distancia entre un nudo y el empalme no debe ser menor que l+3d, donde d es el diámetro del nudo medido perpendicularmente a la dirección de la fibra (ver figura)



La norma UNE-EN 386 especifica en su apartado 5.4 que la resistencia característica a flexión de los empalmes por unión dentada $f_{m,k}$ obtenida por medio de ensayos a flexión de cara debe cumplir el siguiente requisito:

$$f_{m,k} = f_{m,dc,k}$$

donde $f_{m,dc,k}$ es la resistencia característica requerida a flexión de la unión dentada. Es decir, es el valor deducido en el apartado anterior.

Los ensayos deben realizarse de acuerdo con la norma UNE-EN 385. Esta norma en su apartado 7.1.3 da algunas recomendaciones y dice que el método de ensayo será el de la

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Carretera de la Coruña Km. 7,2 28040 Madrid
Tfno 913476878, Fax 913476883, e-mail. golfin@inia.es

norma UNE-EN 408. Permite reducir la relación luz/grueso de 18 a 15. El ensayo no requiere determinar ni la densidad ni la humedad. La medición de la carga se debe realizar con una precisión ±3%.

El valor característico de la resistencia a flexión de los empalmes se debe determinar admitiendo una distribución de probabilidad Log-Normal.

Criterios de Conformidad con norma (normas UNE-EN 386 y UNE-EN 385)

La norma UNE-EN 386 en su apartado 7.1.2.2 especifica que la resistencia a flexión de los empalmes dentados se considera aceptable si se cumple una de las dos condiciones siguientes:

a) En los últimos 100 empalmes ensayados, la resistencia a la flexión f_m individual de cada empalme debe cumplir en relación al valor límite $f_{m,dc,k}$ (ecs. 3) las siguientes condiciones:

- No más de 5 empalmes deben arrojar valores de resistencia inferiores al valor límite; y
- Ningún valor será inferior al 90 % del valor límite.

b) La resistencia característica a la flexión de los 15 últimos empalmes por unión dentada ensayados $f_{m,15,k}$ es mayor o igual que la resistencia característica a la flexión de los empalmes por unión dentada declarada por el fabricante $f_{m,dc,k}$ (ecs. 3).

La resistencia característica a flexión $f_{m,15,k}$ debe determinarse según apartado 7.1.4 de la norma UNE-EN 385,

$$f_{m,15,k} = k_{15} \cdot f_{m,15,medio}$$

donde $f_{m,15,medio}$ es el valor medio de los 15 resultados de los ensayos y k_{15} es un coeficiente estadístico que depende del coeficiente de variación de la muestra:

Coeficiente de variación	**0,10**	**0,15**	**0,20**	**0,25**	**0,30**
k_{15}	0,84	0,77	0,70	0,64	0,58
Nota: no debe tomarse un coeficiente de variación inferior a 0,10					