

# Desarrollo en el diseño y calidad de las puertas de madera

Por:

SANTIAGO VIGNOTE PEÑA

Dr. Ingeniero de Montes

y

JOSE ANTONIO MORENO

Ingeniero Técnico Forestal

---

*El presente artículo resume las principales conclusiones del Proyecto de Investigación: Estudio del comportamiento de las puertas de madera a diferentes niveles de sollicitación, y que corresponde al Plan de Trabajos de AITIM del año 1985.*

La puerta de madera, tal y como hoy día se la conoce, formada por tableros encolados sobre un bastidor y un alma alveolar es de hace apenas 30 años. Su fácil industrialización y su buen comportamiento funcional, sobre todo en cuanto a estabilidad dimensional, hizo que se impusiese en el mercado, relegando a la tradicional puerta de carpintería.

En un principio, las puertas estaban constituídas por un alma de listones de madera que, por su rigidez y por el efecto de telegrafado que podría ocurrir, obligaba a utilizar espesores elevados en el paramento.

La normalización dimensional y funcional, surgidas a mediados de los años 60, fue aliciente para el desarrollo del diseño y de la industrialización de la puerta de madera. La rigidez del alma era puesto de evidencia con el

ensayo de penetración dinámica; ello hizo que se sustituyesen primero con listones de tableros de fibras y, por último, almas alveolares de papel o cartón ondulado, con las que se conseguía una más fácil mecanización y una mejora de su comportamiento, sobre todo frente a impactos, permitiendo la reducción de los espesores de los paramentos.

El seguimiento del comportamiento de las puertas en las viviendas y los mayores requerimientos de calidad, consecuencia del desarrollo de la construcción, motivaron a la Unión Europea para la Apreciación Técnica de la Construcción (UEA tc) a establecer, en 1968, las directrices comunes de calidad de este producto.

A partir de esta iniciativa, los Institutos Nacionales e Internacionales de Normalización, desarrollaron estas directrices en normas. En 1971, se constituyó, dentro del Comité Europeo de Normalización (CEN), el Grupo de Trabajo 33 (GT 33) "Ensayos tecnológicos de puertas, ventanas, cierres y demás herrajes correspondientes". Sus primeros trabajos aparecieron en 1974-75, pero sólo a partir de 1980, consiguen impulsar la normalización,

teniendo actualmente 9 normas aprobadas y 1 en fase de proyecto definitivo y, con ello, prácticamente concluidos los ensayos mecánicos de reconocimiento de este producto.

Paralelamente a la normalización de ensayos, la Federación Europea de Sindicatos de Industrias de Carpintería (FEMIB), creó hace unos años un grupo de trabajo, denominado de Armonización de Puertas, cuyos objetivos son los siguientes:

- Establecer unos requerimientos de calidad idénticos para toda Europa.
- Homologar los laboratorios de control de calidad de puertas, de Europa.
- Establecer un distintivo de calidad único para la C.E.E.

Si bien el poder llevar a cabo este proyecto choca con los intereses comerciales de los diferentes países (es simplemente indicativo el hecho de que los países exportadores, tales como Italia y Portugal, apoyen este proyecto, mientras que Alemania y Francia, netamente importadores, pongan trabas a su desarrollo), pero sin lugar a dudas, y más teniendo en cuenta la nueva reforma de la Comunidad, el proyecto será realidad en un plazo seguramente no muy largo.

España, dentro de todo este contexto, no ha estado al margen, dado que desde el año 1968 tiene normalizado el producto, y garantizada su calidad con el sello de Calidad A I T I M y, posteriormente, en 1972, con la Marca de Calidad del Ministerio de Industria y Energía.

En la actualidad existen 67 empresas avaladas por el Sello de Calidad, con un volumen de producción superior al 80 % del total nacional. Si se compara esta cifra con el número de Sellos de Calidad que tiene, por ejemplo Francia, con sólo 22 empresas con Sello (de las cuales 5 son extranjeras) a pesar de la obligatoriedad de este distintivo, se comprende el esfuerzo que España ha desarrollado en este sentido.

También España ha seguido de cerca todo este aire renovador de la normativa: por una parte, A I T I M, a través del I R A N O R, ha participado en la C E N en la elaboración de las normas de ensayo; por otra parte, A I T I M y la Asociación Nacional de Fabricantes de Puertas de Madera, participan dentro de la FEMIB de los trabajos del grupo de

Armonización de Puertas.

En 1985, A I T I M, en colaboración con la Asociación de Fabricantes, inició el estudio del comportamiento de las puertas de fabricación nacional frente a la normativa europea.

Este estudio realizado sobre una muestra de 400 puertas de 49 empresas, tiene como objetivo, conocer los cambios de diseño necesarios en las puertas, para poder adaptarse a las exigencias que, por razón de mercado, debe asumirse en breve plazo.

De las muestras obtenidas de cada fabricante, se han realizado dos grupos:

El primero formado por 3 puertas de cada fabricante, al que se le han realizado los ensayos actualmente vigentes en el Sello de Calidad.

Sobre el resto de las puertas se realizarán los siguientes ensayos y determinaciones:

- EN 24 “Puertas. Medida de los defectos de planicidad general de las puertas planas”.
- EN 25 “Medida de las dimensiones y de los defectos de escuadría de las hojas de las puertas”.
- EN 108 “Métodos de ensayo de las puertas. Ensayo de deformación de la hoja en su plano”. Carga utilizada, 50 kg.
- EN 129 “Métodos de ensayos de puertas: Ensayo de deformación por torsión”. Cargas utilizadas, 100 N y 150 N.
- EN 130 “Métodos de ensayos de puertas: Ensayo de rigidez de las hojas de las puertas, por torsión repetida”. Deformaciones utilizadas, d y 2d.
- EN 85 “Método de ensayo de las puertas. Ensayo de choque de cuerpo duro sobre las hojas de las puertas”. Alturas de caída utilizadas, 300 y 500 mm.
- EN 162 “Método de ensayo de puertas. Ensayo de choque de cuerpos blandos y pesados sobre las hojas de las puertas”. Alturas de caída utilizadas, 200 y 400 mm.

Como puede apreciarse, los ensayos según métodos europeos, se realizaron según 2 grados de exigencias, en correspondencia con la diferente solicitud a que están expuestas las puertas, función de la situación que ocupen dentro de las viviendas. A este respecto, la

norma europea señala las siguientes clases de puertas:

- Puertas de interior  
aquellas que separan distintas estancias privadas del interior de un inmueble.
- Puertas de entrada a pisos  
aquellas que separan las estancias comunes de las privadas, en el interior de un inmueble.
- Puertas de exterior  
aquellas que separan las estancias comunes de las privadas, situadas al exterior.

Como se desprende, los porcentajes de cumplimiento que expresa el cuadro nº 1, las puertas actualmente fabricadas en España, del tipo standard se identifican, en general, con los grados de exigencia de las puertas de interior, por lo que la introducción de estas dos nuevas clases va a significar, sin duda, un cambio importante que, incluso, puede afectar a la estructura de la empresa fabricante.

CUADRO N.º 1.

Porcentaje de cumplimiento	Puertas con Sello de Calidad
Normas españolas .....	81 %
Normas europeas:	
Puertas de interior.....	60 %
Puertas de entrada a pisos	47 %

Porcentaje de cumplimiento	Puertas sin Sellos de Calidad
Normas españolas.....	48 %
Normas europeas:	
Puertas de interior.....	39 %
Puertas de entrada a pisos	29 %

Independientemente de la existencia de una normativa europea, la necesidad de unas puertas de entrada a piso de mayor calidad en razón de su uso, y de las necesidades de seguridad es evidente, estando la prueba en la aparición de un importante mercado de puertas especiales de seguridad.

La norma europea no llega a exigir en las puertas de entrada a pisos esa idea de blindaje que ofrecen las puertas de seguridad, pero sí cubre las mayores exigencias de calidad en

razón de su uso y hasta proporcional, con unos buenos herrajes, un mínimo de seguridad.

Establecidos estos niveles de calidad, el estudio de A I T I M se ha basado en relacionar los diferentes paramentos propios de cada ensayo en función de las características de material y espesor de los paramentos y del tipo de alma con que se constituye la puerta.

Los valores obtenidos se han ajustado a una recta de regresión, a partir de la cual se puede analizar el conjunto de resultados, habiéndose obtenido los siguientes:

**PUERTAS DE INTERIOR.**

Los ensayos correspondientes a la medida de la escuadría, alabeo, curvatura, planitud local y el comportamiento a la inmersión, han demostrado su carácter aleatorio frente a las características del paramento o del alma, debiéndose su comportamiento a factores de calidad, del proceso de fabricación, etc.

Con respecto al ensayo de impacto por cuerpo duro, dejado caer desde 300 mm de altura, los resultados se pueden dar en general como satisfactorios pues sólo 6 puertas ensayadas, de un total de 85, quedaron fuera de los mínimos exigidos. Puede resultar destacable el hecho de que, de 5 puertas con trillaje de listones ensayadas, 2 fallaron a este ensayo.

En los ensayos de torsión con carga de 100 N, e impacto por cuerpo blando y pesado, dejado caer desde 200 mm de altura, se han obtenido los siguientes datos característicos:

Tablero	Ecuación característica	Grado de ajuste
contrachapado		
torsión	$Y = 2,17 - 0,41 X$	$R = 0,14$
impacto	$Z = 432 - 127 X$	$R = 0,83$
de fibras duro		
torsión	$Y = 2,89 - 1,04 X$	$R = 0,56$
impacto	$Z = 211 - 57,9 X$	$R = 0,48$
aglomerado		
torsión	$Y = 0,98 - 0,11 X$	$R = 0,18$
impacto	$Z = 80,1 - 1,36 X$	$R = 0,03$

siendo:

X = espesor de los paramentos en mm  
Y = desplazamiento sufrido en el ensayo de

torsión, en mm

Z = porcentaje de puertas que no han superado el ensayo

En la figura nº 1 se representan las ecuaciones características obtenidas.

Del análisis de los resultados obtenidos se deducen las siguientes consideraciones;

### 1. ENSAYO DE TORSION.

- Teniendo en cuenta el escaso grado de ajuste obtenido, se puede establecer la existencia de otros factores que influyen en el valor de la deformación, como puede ser la sección del bastidor, el tipo de encolado, etc.

- Del valor de la pendiente de las rectas obtenidas se deduce que una pequeña variación del espesor del paramento lleva consigo una variación grande de la deformación por torsión, sobre todo con el tablero de fibras duro.

Para el caso del tablero aglomerado el resultado es un tanto contradictorio, como se verá en el resto de las variables estudiadas, seguramente por la influencia de la propia calidad del tablero aglomerado tan variable de unas puertas a otras.

- Para un límite de especificación de 2 mm de deformación, prácticamente la totalidad de la fabricación nacional estará conforme a normas (sólo 6 puertas de un total de 87 ensayadas, resultó con una deformación superior a 2 mm, todas ellas son de tablero contrachapado de espesor inferior a 3 mm.).

### 2. ENSAYO DE IMPACTO.

- El grado de ajuste obtenido es muy elevado (excepto tablero aglomerado) de lo que se deduce la importancia del espesor del paramento en la resistencia al impacto. En menor medida influyen otras variables, como sería la calidad de la cola y el encolado, la calidad de los materiales (en el caso del tablero aglomerado se considera la principal).

- La pendiente de la recta es muy elevada, de lo que se deduce la gran influencia del espesor del paramento en el porcentaje desfavorable de puertas aceptables.

- Para el grado de confianza del 80%, el espesor de los paramentos debe ser como

mínimo de 3 mm, tanto para el tablero contrachapado como para el tablero de fibras duro. En realidad esta conclusión ya se obtenía con el procedimiento de ensayo utilizado hasta ahora (UNE 56804). Sin embargo, con el método europeo, el citado espesor resulta crítico por lo que la fabricación deberá tenerlo en cuenta literalmente.

### PUERTAS DE ENTRADA A PISOS Y EXTERIORES.

Al igual que las puertas de interior, los ensayos de medida de las escuadrías, alabeo, curvatura, planitud local y comportamiento a la inmersión demuestran que son independientes de las características de diseño de la puerta.

Con respecto al ensayo de impacto por cuerpo duro lanzado desde 500 mm de altura, en este caso sí está correlacionado con el espesor del paramento, al igual que la torsión con carga de 150 N, e impacto por cuerpo blando y pesado lanzado desde 400 mm de altura. Para estos ensayos las ecuaciones obtenidas han sido las siguientes:

Tablero contrachapado	Ecuación característica	Grado de ajuste
torsión	$Y = 2,18 - 0,25 X$	R = 0,11
impacto cuerpo blando	$Z = 151 - 19,8 X$	R = 0,35
impacto cuerpo duro	$Z = 298 - 78,1 X$	R = 0,88

Tablero de fibras	Ecuación característica	Grado de ajuste
torsión	$Y = 0,32 + 0,08 X$	R = 0,03
impacto cuerpo blando	$Z = 191,5 - 51,5 X$	R = 0,38
impacto cuerpo duro	$Z = 40,5 - 11,9 X$	R = 0,41

Tablero de partículas	Ecuación característica	Grado de ajuste
torsión	$Y = 1,87 - 0,27 X$	R = 0,37
impacto cuerpo blando	$Z = 42,7 + 9,25 X$	R = 0,29
impacto cuerpo duro	$Z = 190 - 37,6 X$	R = 0,79

Del mismo modo que para puertas de interior, los resultados de los ensayos efectuados con tablero de partículas resultan contradictorios, quizás por la variabilidad de su calidad, por lo que a continuación sólo se analizará lo referido a los otros dos tipos de tableros:

### 1. TORSION.

El espesor de los paramentos justifica muy escaso porcentaje del valor de la deformación de la puerta, resultando en el tablero de fibras prácticamente independientes ambas variables.

La respuesta de las puertas fabricadas en España, ante esta acción, es muy buena, pues casi la totalidad de las puertas se deforman por debajo del valor especificado en las normas.

### 2. IMPACTO CUERPO BLANDO.

Al igual que las puertas de interior, el relativo alto valor del grado de ajuste obtenido, demuestra el elevado porcentaje que justifica el espesor del paramento en el porcentaje de puertas no aceptables. Además, lo elevado de la pendiente implica la alta influencia de ambos factores.

Si se dan un grado de confianza del 80%, los espesores de los paramentos resultantes son los siguientes:

Tablero contrachapado: 6,5 mm.

Tablero de fibras duro: 3,3 mm.

Sorprende, por una parte, que resulte en las puertas de paramentos de tableros de fibras, el mismo espesor que el de las puertas de interior, pero los resultados así lo indican, pues de 16 puertas ensayadas con paramentos entre 3 y 3,5, sólo 4 resultaron no aceptables.

Por otra parte, resulta también sorprendente el espesor necesario para con el tablero contrachapado, seguramente exagerado, pero de 36 puertas ensayadas con paramentos de entre 2,7 y 3,5 mm, sólo han resultado aceptables 5;

los resultados suponen una extrapolación, con los problemas que ello conlleva.

### 3. IMPACTO CUERPO DURO.

El hecho de aumentar la altura de caída hace que en la resistencia de la puerta intervenga, de una forma decisiva, el espesor del paramento, justificando cerca del 80% de los resultados. También el espesor influye notablemente en la aceptación del ensayo, pues una pequeña variación de éste, hace modificar de forma muy importante la probabilidad de aceptación.

Si se da un grado de confianza del 80%, los espesores de los paramentos resultantes son los siguientes:

Tablero contrachapado: 3,6 mm.

Tableros de fibras duro: 1,7 mm.

Tableros de partículas: 4,5 mm.

Como siempre, el comportamiento del tablero de fibras resulta más idóneo (no falló ninguna muestra ensayada) y respecto del tablero contrachapado resulta, al igual que en el ensayo anterior, un espesor del paramento superior al que hoy día se está utilizando.

### CONCLUSIONES.

La adopción de la normativa europea de puertas, va a suponer un cambio muy importante en el diseño y fabricación del producto para una gran mayoría de empresas.

Sin embargo, esta adaptación, puede llegar a no realizarse si el mercado no aprecia este esfuerzo por la calidad y se orienta, únicamente, por los costes.

Es, por ello, por lo que la Administración, y en cierta medida, los Organos profesionales de la construcción, deben apoyar de forma decidida este cambio, haciendo exigible primero éstos mínimos de calidad y, a partir de esos mínimos, hacer prevalecer los costes del producto.

---

LA MONOGRAFIA CORRESPONDIENTE  
A ESTE PROYECTO DE INVESTIGACION  
SE ENCUENTRA A DISPOSICION DE LOS  
ASOCIADOS.

PRECIO: 1.000,— Pesetas



