

ADVANCES AND HANDICAPS OF USING WOOD-BASED MATERIALS IN CONSTRUCTION IN SPAIN: AN OVERVIEW

24 february 2016

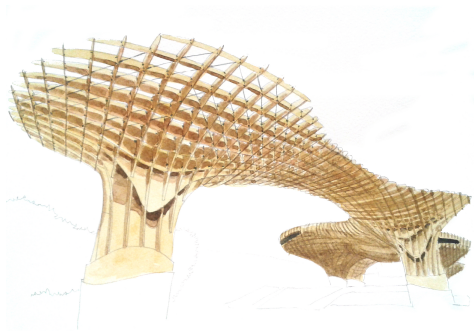
Luis Vega¹

Juan Queipo de Llano²

Carlos Villagr a²

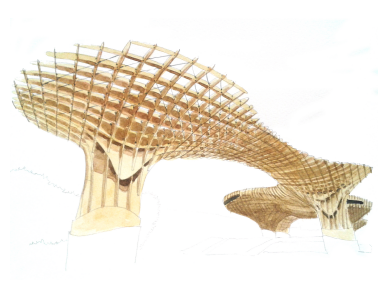
¹ Ministry of Public Works and Transport

² Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja
CSIC



Introduction

ADVANCES IN WOOD-BASED PRODUCTS



COMPETITIVENESS WITH OTHER MATERIALS

- ▷ Similar strength-to-weight ratio than steel.



BUILDING RENOVATION

- ▷ Due to its low weight, timber is appropriate to rehabilitate and even build new flats on existing buildings



SUSTAINABILITY

A key factor in assessing sustainability of a construction material is its **fitness for purpose** and **working life**. In these aspects, wood-based materials have to make a bigger research effort.

RIGHT DESIGN

Extend the life of wood based products by means of a **right design** is a fundamental aspect that is gaining importance in research fields.



Evaluation of functional behaviour of solid wood in outdoor above ground applications

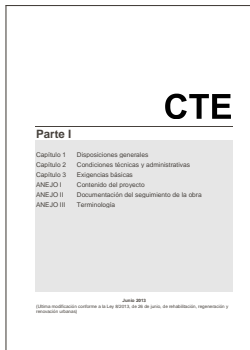
PAST AND CURRENT SITUATION IN SPAIN

- ▷ Little use of timber
- ▷ Legal/administrative obstacles (Structural safety)
- ▷ Other obstacles
- ▷ Economic crisis

Regulation framework

ACTIONS TAKEN

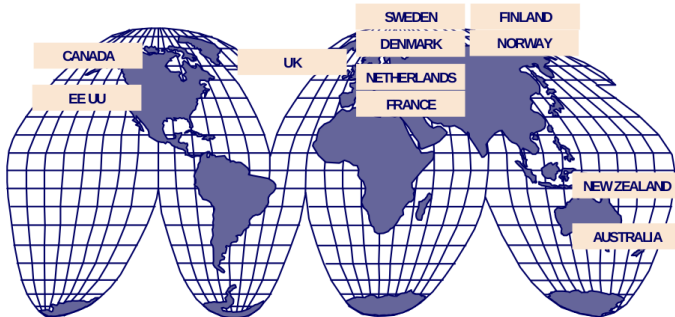
Spanish Technical Building Code (2006)



PERFORMANCE BASED CODE

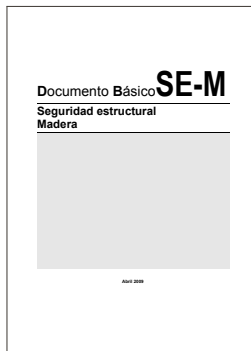
Performance

«Objectively identifiable qualitative or quantitative characteristics of the building which help determine its aptitude to fulfil the different functions for which it was designed».



STRUCTURAL SAFETY

- ▷ No previous regulation in Spain
- ▷ Based on Eurocode
- ▷ All kinds of timber (lumber, laminated, microlaminated, etc)



SAFETY IN CASE OF FIRE

Fire reaction requirements (euroclasses)

Tabla 4.1 Clases de *reacción al fuego* de los elementos constructivos

Situación del elemento	Revestimientos ⁽¹⁾	
	De techos y paredes ^{(2) (3)}	De suelos ⁽²⁾
Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C-s2,d0	E _{FL}
Aparcamientos	A2-s1,d0	A2 _{FL} -s1
<i>Pasillos y escaleras protegidos</i>	B-s1,d0	C _{FL} -s1
Recintos de riesgo especial ⁽⁵⁾	B-s1,d0	B _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos, suelos elevados, etc.	B-s3,d0	B _{FL} -s2 ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

⁽²⁾ Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

⁽³⁾ Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

⁽⁴⁾ Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En *uso Hospitalario* se aplicarán las mismas condiciones que en *pasillos y escaleras protegidos*.

⁽⁵⁾ Véase el capítulo 2 de esta Sección.

⁽⁶⁾ Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) esta condición no es aplicable.

SAFETY IN CASE OF FIRE

Fire resistance requirements

Tabla 1.2 *Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio* ⁽¹⁾⁽²⁾

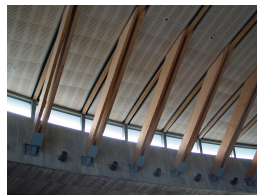
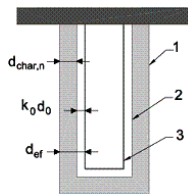
Elemento	Sector bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Sector sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI ₂ t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			



Tabla 3.1 *Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales*

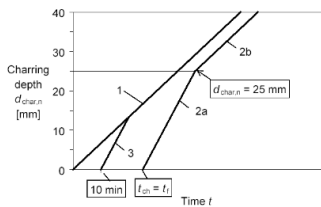
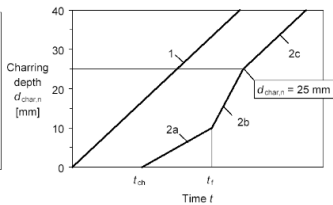
Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		<15 m	<28 m	≥28 m
		Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

SAFETY IN CASE OF FIRE

Documento Básico SI
Seguridad en caso de incendio

- SI1: Protección pasiva
- SI2: Protección activa
- SI3: Evacuación de personas
- SI4: Medios de protección contra incendios
- SI5: Información de los edificios
- SI6: Resistencia estructural de la edificación

norma EN

Con protección ($t_f = t_{ch}$)Con protección ($t_f > t_{ch}$)

ENERGY CONSERVATION (BEFORE 2013)

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m² K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos ⁽²⁾	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA A3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

$$U_{Mlim}: 0,94 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Transmitancia límite de suelos

$$U_{Slim}: 0,53 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Transmitancia límite de cubiertas

$$U_{Clim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Factor solar modificado límite de lucernarios

$$F_{Lim}: 0,29$$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U _{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F _{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	4,7 (5,6)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	4,1 (4,6)	5,5 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)	5,7	5,7	-	-	-	0,48	-	0,51
de 41 a 50	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)	5,7	5,7	0,57	-	0,60	0,41	0,57	0,44
de 51 a 60	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)	5,7	5,7	0,50	-	0,54	0,36	0,51	0,39

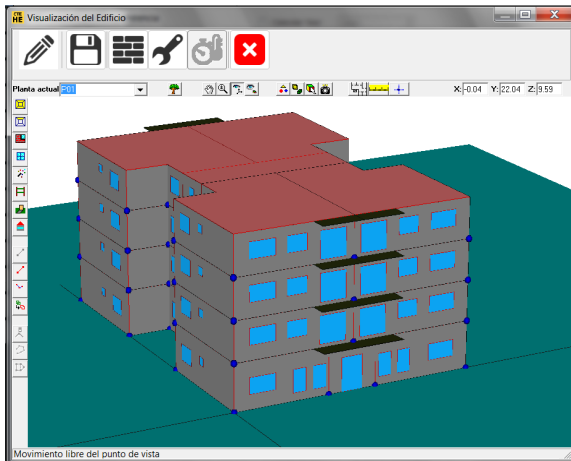
Documento Básico HE

Ahorro de energía

- HE1: Cerramientos exteriores
- HE2: Suelos de contacto exterior
- HE3: Suelos de contacto interior
- HE4: Cubiertas de contacto exterior
- HE5: Cubiertas de contacto interior
- HE6: Ventanas y marcos de contacto exterior
- HE7: Ventanas y marcos de contacto interior
- HE8: Factor solar modificado de los cerramientos de contacto exterior
- HE9: Factor solar modificado de los cerramientos de contacto interior
- HE10: Transmisión térmica de los cerramientos de contacto exterior
- HE11: Transmisión térmica de los cerramientos de contacto interior

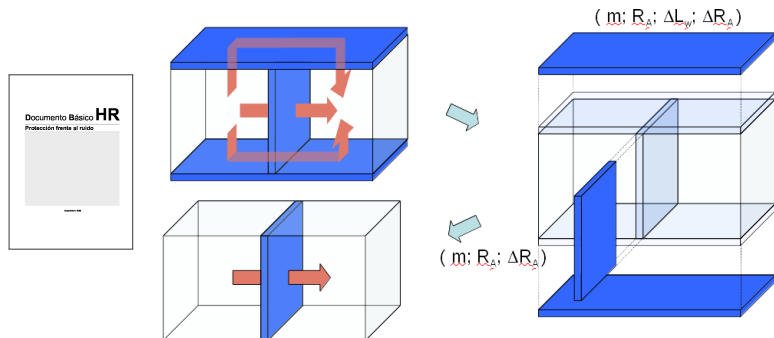
Reglamento de Edificación (RE) - Documento Básico HE - Ahorro de energía - Tabla 2.1

ENERGY CONSERVATION (2013 DOCUMENT)



PROTECTION FROM NOISE

Simplified method



Acceptable solutions

CONSTRUCTION ELEMENTS CATALOGUE

4.2.7. Fábrica con revestimiento discontinuo, ventilada, aislamiento por el interior

FACHADA Hoja principal de fábrica con revestimiento discontinuo.
CON CÁMARA DE AIRE VENTILADA
Aislamiento por el interior

R revestimiento exterior
HP hoja principal
LC fábrica de ladrillo cerámico
BH fábrica de bloque de hormigón
BC fábrica de bloque cerámico
C cámara de aire ventilada de espesor 23 cm y ≤ 10 cm con un sistema de recogida y evacuación del agua; aberturas de ventilación con un área efectiva ≥ 120 cm² por cada 10 m² de fachada entre forjados repetidos al 50% entre la parte superior y la inferior.
AT alante
LH fábrica de ladrillo hueco
RI revestimiento interior
YL placa de yeso laminado
E enfriado

Código	Sección	HS		HE ¹⁵		HR	
		GI	U (W/m ² K)	F _R (dBA)	F _{Rw} (dBA)	m (kg/m ²)	
F 7.1		5	1/(0,376+R _{v1})				
F 7.2		5	1/(0,376+R _{v1})				
F 7.3		5	1/(0,376+R _{v1})				
F 7.4		5	1/(0,320+R _{v1})				
F 7.5		5	1/(0,320+R _{v1})				
F 7.6		5	1/(0,320+R _{v1})				

CONSTRUCTION ELEMENTS CATALOGUE

4.2.7. Fábrica con revestimiento discontinuo, ventilada, aislamiento por el interior						
FACHADA Hoja principal de fábrica con revestimiento discontinuo						
CON CÁMARA DE AIRE VENTILADA						
Aislamiento por el interior						
<p>R revestimiento exterior</p> <p>HP hoja principal</p> <p>LC fábrica de ladrillo cerámico</p> <p>BH fábrica de bloque de hormigón</p> <p>BC fábrica de bloque cerámico</p> <p>C cámara de aire ventilada de espesor ≥ 3 cm y ≤ 10 cm con un sistema de recogida y evacuación del agua; aberturas de ventilación con un área efectiva ≥ 120 cm² por cada 10 m² de fachada entre forjados repartidas al 50% entre la parte superior y la inferior.</p> <p>AT aislante</p> <p>LH fábrica de ladrillo hueco</p> <p>RI revestimiento interior</p> <p>YL placa de yeso laminado</p> <p>E enlucido</p>						
Código	Sección	HS	HE ⁽¹⁾	HR		
		Gi	U (W/m ² K)	R _s (dBA)	R _{av} (dBA)	m (kg/m ²)
F 7.1		5	$1/(0,376+R_{sT})$			

CONSTRUCTION ELEMENTS CATALOGUE

4.1.13 Inclinada. Ligera. No ventilada

CUBIERTA INCLINADA					
PANEL CON NÚCLEO AISLANTE					
T Tajo de (Tajas, placas y placas) PS panel sándwich con núcleo aislante ⁽¹⁾ M láminas metálicas NM láminas no metálicas (paneles de madera) MW núcleo de lana mineral PU núcleo de poliestireno extruido I capa de impermeabilización C cámara no ventilada AT material absorbente acústico ⁽²⁾ FT falso techo					
Código	Sección	Panel con núcleo aislante PS		HE ⁽³⁾	
				U (W/m ² K)	HR m (kg/m ³) R _a dB(A)
C 13.1		M	MW	1/(0,14+R _{sa})	15 ⁽⁴⁾ 21 ⁽⁵⁾ 34 ⁽⁶⁾ 36 ⁽⁶⁾
C 13.2		M	MW	1/(0,16+R _{sa})	52 ⁽⁵⁾ 37 ⁽⁶⁾
C 13.3		NM	XPS	1/(0,16+R _{sa})	54 40 ⁽⁶⁾
C 13.4		M	MW	1/(0,38+R _{sa} +R _{sd})	63 51 ⁽⁶⁾



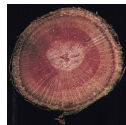
CONSTRUCTION ELEMENTS CATALOGUE

3.3 Maderas

3.3.1. Maderas

Maderas				
Material	HE			
	$\rho^{(1)}$ kg / m ³	λ W / m·K	c_p J / kg·K	μ
Frondosa				
Frondosa, muy pesada	$\rho > 870$	0,29	1600	50
Frondosa, pesada	$750 < \rho \leq 870$	0,23	1600	50
Frondosa, de peso medio	$565 < \rho \leq 750$	0,18	1600	50
Frondosa, ligera	$435 < \rho \leq 565$	0,15	1600	50
Frondosa, muy ligera	$200 < \rho \leq 435$	0,13	1600	50
Conifera				
Conifera, muy pesada	$\rho > 610$	0,23	1600	20
Conifera, pesada	$520 < \rho \leq 610$	0,18	1600	20
Conifera, de peso medio	$435 < \rho \leq 520$	0,15	1600	20
Conifera, ligera	$\rho \leq 435$	0,13	1600	20
Balsa	$\rho \leq 200$	0,057	1600	20

⁽¹⁾ Normalmente, el valor de densidad de la madera y de los productos de madera viene dado a una temperatura de 20°C y con una humedad relativa del 65%, no es por tanto la densidad seca.



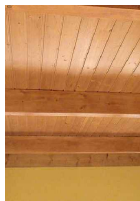
CONSTRUCTION ELEMENTS CATALOGUE



3.16 Marcos

Marcos			
Producto	HE		
	ρ kg / m ³	$U_{H,m}$ (W/m ² ·K) vertical	$U_{H,m}$ (W/m ² ·K) horizontal
Metálico			
Normal	-	5,7	7,2
Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	-	4	4,5
Con rotura de puente térmico > 12 mm	-	3,2	3,5
Madera			
Madera de densidad media alta	700	2,2	2,4
Madera de densidad media baja	500	2	2,1
PVC			
PVC (dos cámaras)	-	2,2	2,4
PVC (tres cámaras)	-	1,8	1,9

CONSTRUCTION ELEMENTS CATALOGUE



Acabados de interiores paredes, techos y suelos				
Tipo	HR			
	α			α_m
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	
Hormigón visto	0,03	0,04	0,04	0,04
Hormigón pintado	0,06	0,07	0,09	0,07
Bloque de hormigón visto	0,05	0,08	0,14	0,09
Bloque de hormigón pintado	0,08	0,09	0,10	0,09
Ladrillo cerámico vistos	0,03	0,04	0,05	0,04
Ladrillo cerámico pintados	0,02	0,02	0,02	0,02
Enfoscado de mortero	0,06	0,08	0,04	0,06
Enlucido de yeso	0,01	0,010	0,02	0,01
Placa de yeso laminado	0,05	0,09	0,07	0,06
Placas de escayola	0,04	0,05	0,05	0,05
Piedra	0,01	0,02	0,02	0,02
Madera y paneles de madera	0,08	0,08	0,08	0,08
Parquet	0,04	0,05	0,05	0,05
Tarima	0,08	0,09	0,10	0,09
Tarima sobre rastreles	0,06	0,05	0,05	0,05
Corcho	0,08	0,19	0,21	0,06

Other actions

OTHER ACTIONS

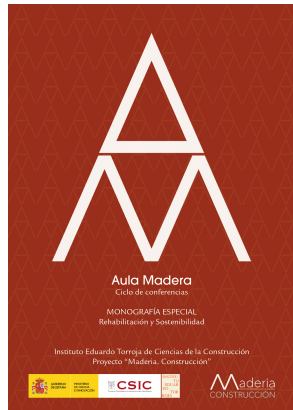
Guides

- ▷ Aimed for non-specialist architects
- ▷ To give help in the design and construction process
- ▷ Topics:
 - ▷ Basic concepts of timber construction
 - ▷ Wood products for construction
 - ▷ Behaviour in case of fire
 - ▷ Construction control and maintenance
 - ▷ Unions

OTHER ACTIONS

Aulamadera

- ▶ Formative action
- ▶ 6 sessions in 2010 in Madrid
- ▶ Then all over Spain (Bilbao, Valladolid, Santiago, Pamplona, etc.)



OTHER ACTIONS

Studies of timber components protection from noise performances

- ▷ Many tests in new and existing timber buildings
- ▷ Objectives
 - ▷ Define solutions for existing buildings
 - ▷ Define robust solutions for new buildings
 - ▷ Develop a simplified method for timber

THE FUTURE

- ▷ Despite the crisis, the actions have been effective
- ▷ Continue the current actions and
- ▷ Next actions should address:
 - ▷ Education in schools of architecture
 - ▷ Improving knowledge of the Public Administration

Thank you for your attention