



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

Método paramétrico de asignación de clases de uso a los productos de madera

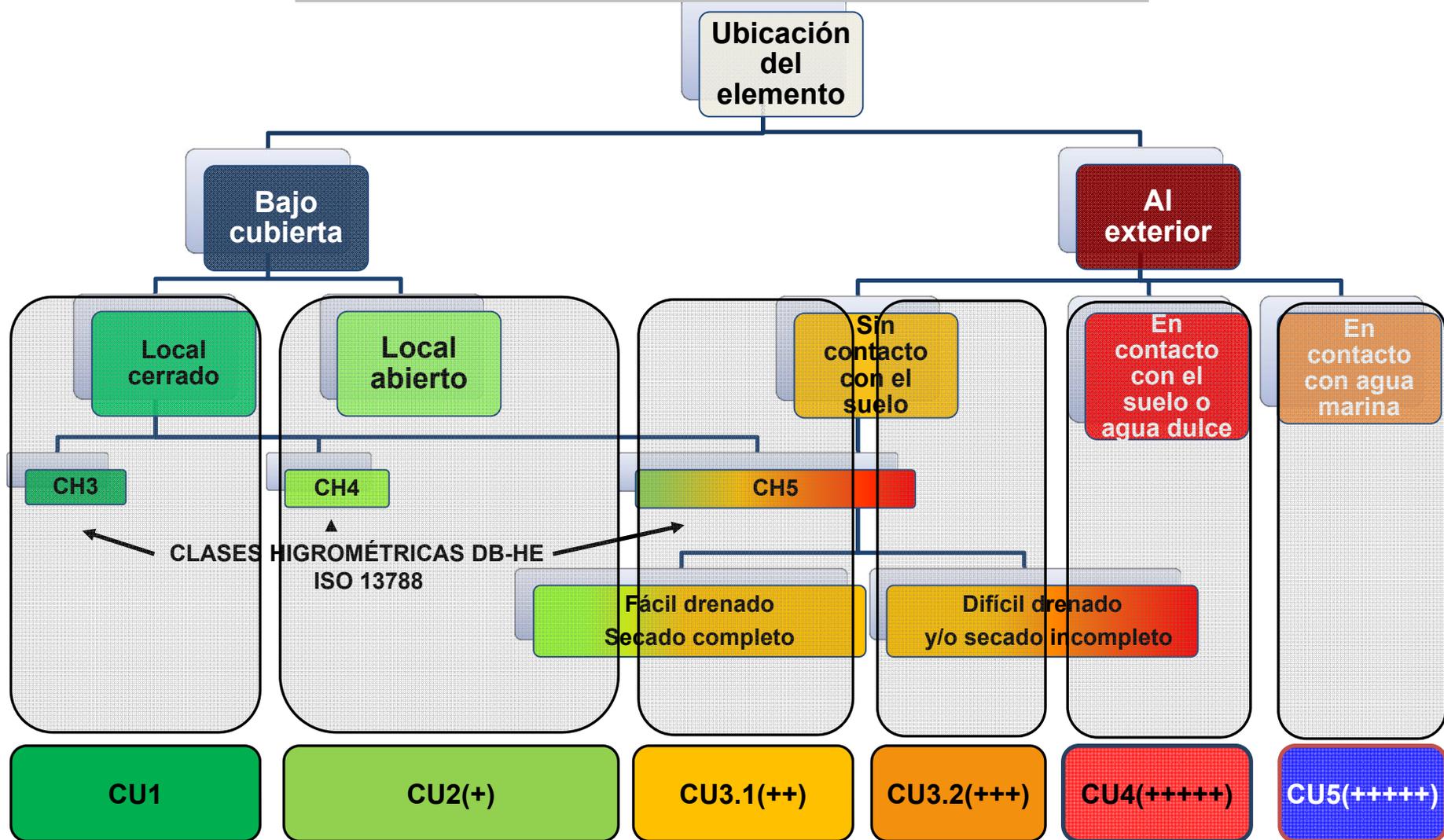
Juan I. Fernández-Golfin Seco

INIA-CIFOR, Lab. Estructuras de Madera

Plasencia, 29 de junio de 2017

Nueva metodología para la asignación de Clases de Uso

UNE-EN 335:2013+ISO 13788:2016+CTE



(+) Nivel de tratamiento/durabilidad natural requerido

Protección paramétrica



Índice de
exposición básica
(I_{s0})

Severidad
climática (k_{s1})

Espesor
(k_{s2})

Aleros y cornisas
(k_{s3})

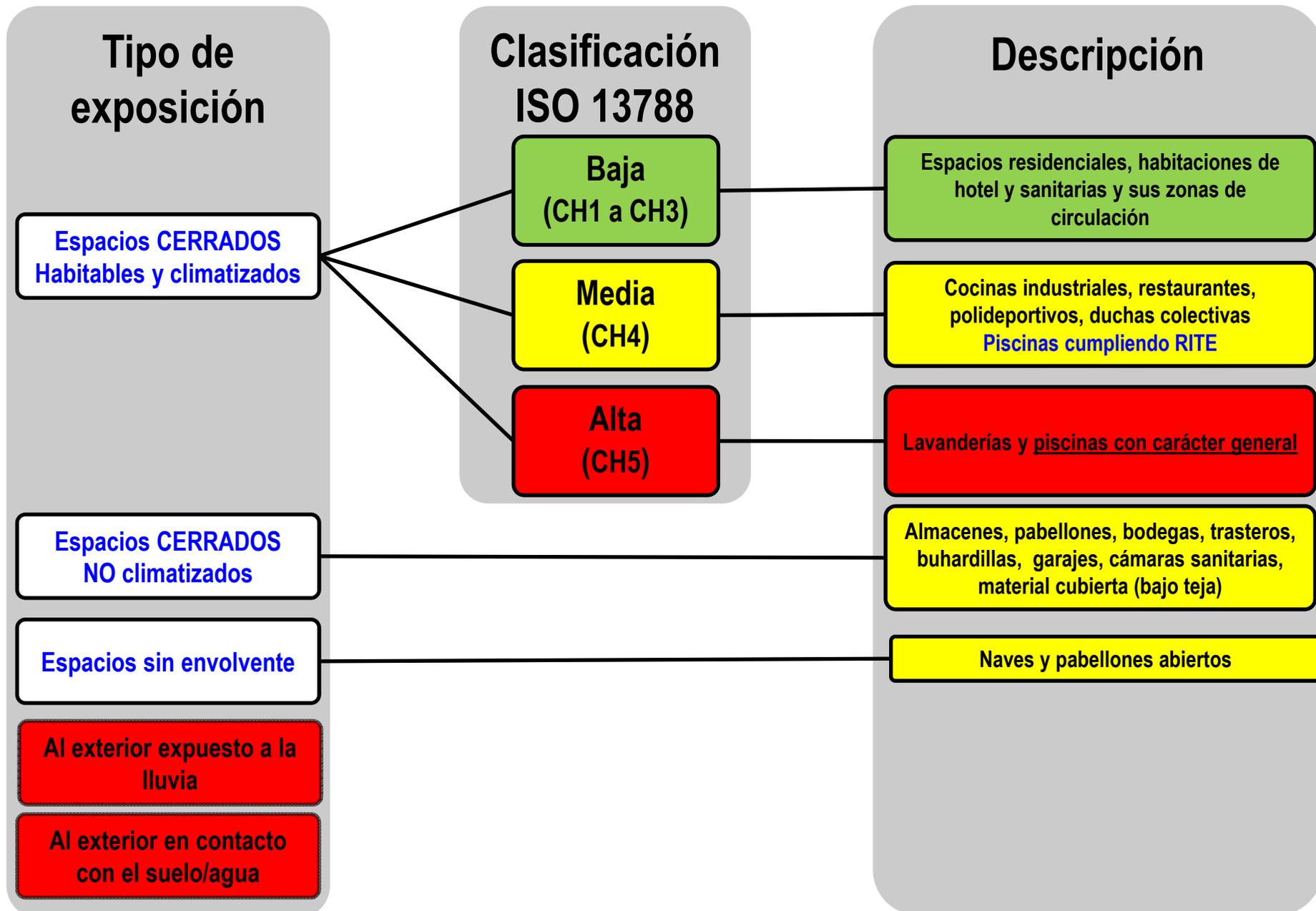
Distancia al suelo
(k_{s4})

Diseño
constructivo (k_{s5})

Riesgos especiales
(k_{s6})

VALORES ACTUALMENTE EN DESARROLLO

Índice de exposición básica (I_{s0})



Índice de exposición básica (I_{S0})

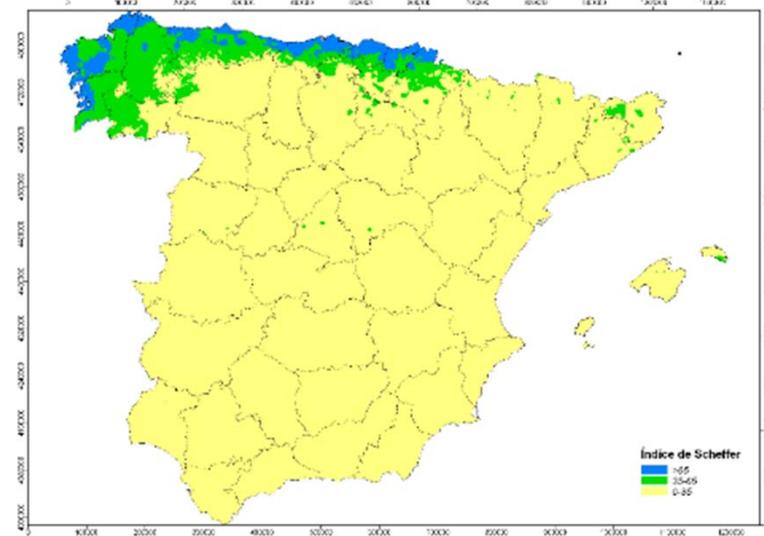
Clase de higrometría Interior	I_{S0}
1	1,0
2	1,0
3	1,0
4	2,0
5	3,0

Espacios CERRADOS
Habitables y climatizados

Espacios CERRADOS
NO climatizados

Capital	Índice de exposición básica I_{S0}	Capital	Índice de exposición básica I_{S0}
ALBACETE	1,7	LUGO	2,0
ALICANTE	2,0	MADRID	1,0
ALMERÍA	2,0	MÁLAGA	2,3
ÁVILA	1,7	MURCIA	1,0
BADAJOS	1,0	ORENSE	2,0
BARCELONA	2,6	OVIEDO	2,0
BILBAO	2,0	PALENCIA	1,9
BURGOS	2,0	PALMA DE M.	2,0
CÁCERES	1,0	PAMPLONA	2,0
CÁDIZ	2,0	PONTEVEDRA	2,0
CASTELLÓN	1,0	S. SEBASTIÁN	2,3
CIUDAD REAL	2,0	S.C. TENERIFE	1,0
CÓRDOBA	1,0	SALAMANCA	1,7
CUENCA	1,7	SANTANDER	2,0
GERONA	2,3	SEGOVIA	2,0
GRANADA	1,0	SEVILLA	1,7
GUADALAJARA	1,6	SORIA	2,0
HUELVA	2,0	TARRAGONA	2,0
HUESCA	1,9	TERUEL	2,0
JAÉN	1,7	TOLEDO	1,0
LA CORUÑA	2,6	VALENCIA	2,9
LAS PALMAS	2,3	VALLADOLID	1,2
LEÓN	1,9	VITORIA	2,0
LÉRIDA	2,8	ZAMORA	2,0
LOGROÑO	2,0	ZARAGOZA	1,0

Espacios sin envolvente



$$I_{S0} = \sum_{jan}^{dec} \frac{(T - 2) ((D + N * C) - 3)}{16.7}$$

Valor del índice Scheffer	Denominación	Puntuación (I_{S0})
$I_{S0} \leq 35$	Estación seca	3
$35 < I_{S0} \leq 65$	Estación húmeda	3,3
$I_{S0} > 65$	Estación muy húmeda	3,5

Al exterior expuesto a la lluvia

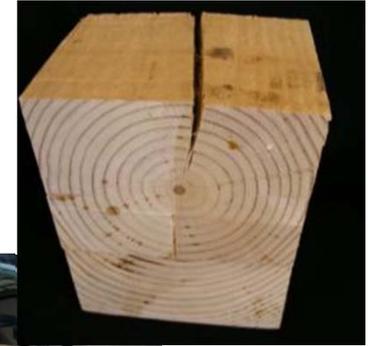
Factor de Severidad climática (k_{s1})

Severidad climática	Descripción	Factor (k_{s1})
Baja	Las condiciones climáticas tienen poco impacto sobre el comportamiento de los elementos de madera ya que todas las variables son protectoras : <ul style="list-style-type: none"> • Existe protección frente a vientos dominantes por accidentes geográficos, edificaciones colindantes U ORIENTACIÓN • Existe larga distancia a grandes fuentes de humedad (grandes ríos, lagos o mar) > 5 km 	0,8
Media	Las condiciones climáticas tienen impacto moderado sobre el comportamiento de los elementos de madera ya que al menos se da al menos una de las dos siguientes situaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Existe exposición a vientos dominantes de lluvia por estar la edificación aislada fuera de entorno urbano o carecer de protección por accidentes del terreno • Existe una distancia media a grandes fuentes de humedad (grandes ríos, lagos o mar) de 3 a 5 km 	1,0
Elevada	Las condiciones climáticas tienen impacto elevado sobre el comportamiento de los elementos de madera ya que concurren al menos dos de las cuatro siguientes situaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Existe exposición a vientos dominantes de lluvia por estar la edificación aislada fuera del entorno urbano y sin protección por accidentes del terreno, y/o • La edificación se encuentra situada en el fondo de valles angostos con limitación en el número de horas de soleamiento, y/o • Existe proximidad (1 a 3 km) a grandes fuentes de humedad (grandes ríos, lagos o mar), y/o • Existe en la localidad presencia de nieblas persistentes durante 30 a 60 días/año. 	1,1
Severa	Las condiciones mesoclimáticas tienen impacto severo sobre el comportamiento de los elementos de madera, ya que concurren al menos tres de las cinco siguientes situaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Existe exposición a vientos dominantes de lluvia por estar la edificación aislada fuera del entorno urbano y sin protección por accidentes del terreno, y/o • La edificación se encuentra situada en el fondo de valles angostos, por el que discurre una corriente de agua y en el que existe una limitación en el número de horas de soleamiento, y/o • Existen en la proximidad accidentes topográficos y/o de situaciones que generan un microclima especialmente húmedo, y/o • Existe cercanía a grandes fuentes de humedad (mar) inferior a 1 km, y/o • Existe en la localidad presencia de nieblas persistentes durante más de 60 días/año 	1,2



Efecto del Espesor del elemento (k_{s2})

Solo exterior sin protección a la lluvia



PEQUEÑO



MEDIO



GRANDE



Elemento	Clasificación en función del espesor (mm)		
	Pequeño	Medio	Grande
Madera maciza o con empalmes de testa	$e \leq 28$	$28 < e \leq 75$	$e > 75$
Madera laminada y Madera Maciza encolada (dúos, tríos), con espesor de lámina > 35 mm	-	$70 < e \leq 150$	$e > 150$
Madera laminada con espesor de lámina ≤ 35 mm	$e \leq 28$	$28 < e \leq 210$	$e > 210$
	Coefficiente (k_{s2}) *		
Valoración	0,9	1,0	1,1

Los elementos de reducido espesor se secan con facilidad aunque pueden atejarse. Los de fuerte espesor se agrietan y en estas grietas se acumula agua y hongos

(*) Queda excluida la aplicación de este coeficiente a los tableros, cualquiera que sea su naturaleza (LVL, contrachapados, madera maciza, partículas, fibras), ya que se supone que se ha elegido la clase técnica de tablero adecuada para la aplicación final por lo que la incidencia de los efectos de la exposición es menor.

Protección por aleros y cornisas (k_{s3})

Solo exterior sin protección a la lluvia

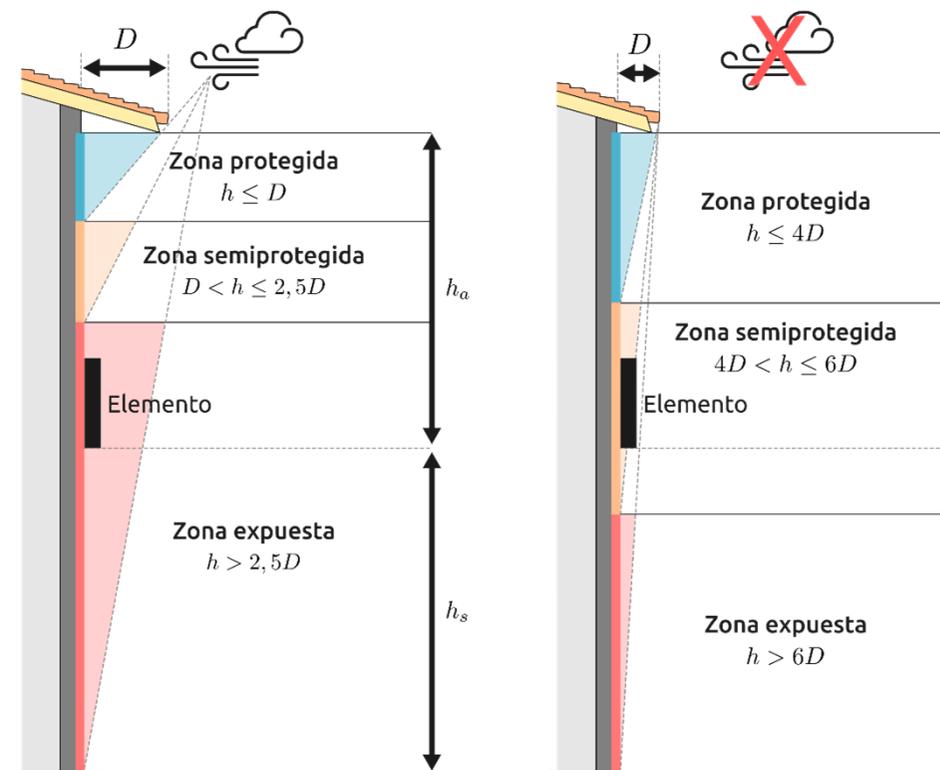


a

Zona	Factor alero (K_{s3})
Protegida	0,7
Semiprotegida	0,85
Expuesta	1,0

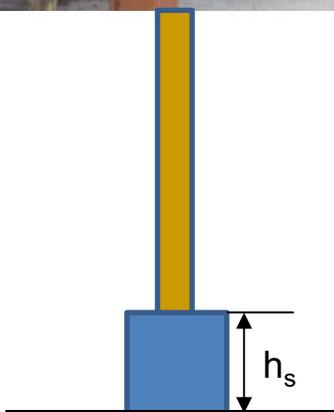
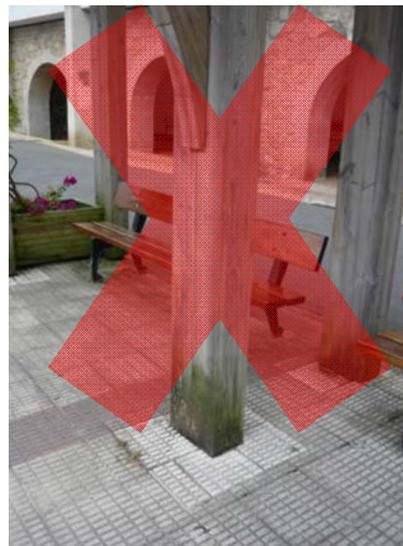


b



Protección por distancia al suelo (K_{S4})

Solo exterior sin protección a la lluvia

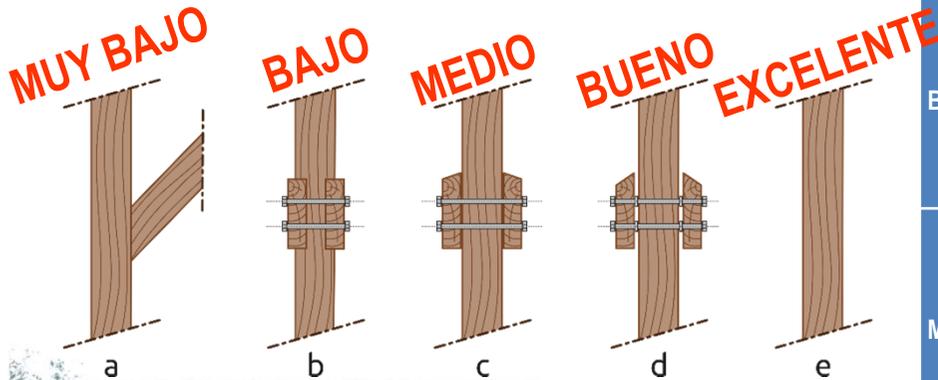


Altura desde el suelo	Factor suelo (K_{S4})
$h_s \geq 300$ mm	1,0
$100 < h_s \leq 300$ mm	1,5
$h_s < 100$ mm	2,0

Diseño constructivo (k_{s5})

Estructuras

Solo exterior sin protección a la lluvia



Nivel de protección	Elementos estructurales	
	Descripción	k_{s5}
Excelente	Elementos verticales o con inclinación respecto de la horizontal superior a 45° así como elementos horizontales provistos de albardillas. Los elementos se encuentran aislados y no tienen ni uniones ni restricciones para la evacuación del agua. Elementos de forjado que vuelan al exterior con sus testas al abrigo o protegidas por diseño que impide el almacenamiento de agua.	0,9
Bueno	Típicamente elemento vertical u horizontal, de cualquier escuadría, con una reducida posibilidad de desarrollar fendas o alabeos en cara superior y/o que está protegido por pieza de sacrificio en cara superior y que forma parte de una estructura en la que las uniones expuestas entre elementos verticales y horizontales emplean separadores que permiten su drenaje y ventilación (Fig. 3.3.d).	1,0
Medio	Típicamente elemento vertical u horizontal, de cualquier escuadría, que no presenta fendas ni alabeos en cara superior y/o que está protegido por pieza de sacrificio en cara superior y que forma parte de una estructura en la que el diseño de las uniones expuestas entre elementos verticales y horizontales no emplea separadores pero permite drenaje (Fig. 3.3c).	1,2
Bajo	Típicamente elemento vertical u horizontal, de cualquier escuadría, que sea susceptible de presentar fendas o alabeos en cara superior y que carezca de cualquier tipo de protección de barrera en su cara superior y que forma parte de una estructura en la que el diseño de las uniones expuestas entre elementos verticales y horizontales no fomenta el drenaje (Fig. 3.3b). También los elementos de entramado pesado que se apoyan directamente en muros expuestos al exterior en fachadas no sometidas a vientos dominantes de lluvia y que tienen diseños o características compositivas (ej. adobe, ladrillo de tejar, etc.) que no permiten garantizar su impermeabilidad.	1,4
Muy bajo	Elemento (tirante, tornapuntas) que presenta uniones de testa a "cara tocante" con posibilidad de embalsamiento de agua (Fig. 3.3a). También los elementos de entramado pesado que apoyan directamente en muros expuestos al exterior en fachadas sometidas a vientos dominantes de lluvia y que tienen diseños o características compositivas (ej. adobe, ladrillo de tejar, etc.) que no permiten garantizar su impermeabilidad.	1,6

Diseño constructivo (k_{s5})

Fachadas

Solo exterior sin protección a la lluvia



Disposición del entablado



Ventilación trasera

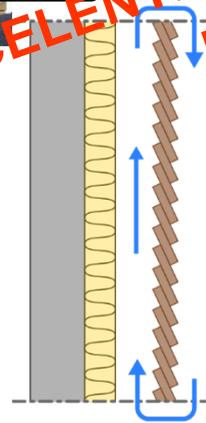


Espesor de elementos

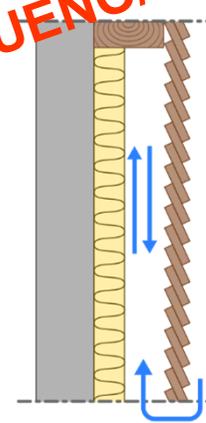
Nivel de protección	Elementos de carpintería dispuestos verticalmente Fachadas	
		k_{s5}
Excelente	Entablado con disposición vertical, contracara totalmente ventilada. Testas y esquinas selladas y/o protegidas	0,8
Bueno	Entablado con disposición vertical, contracara con cámara parcialmente ventilada. Testas ventiladas. No hay zonas de acumulación de agua.	0,9
Medio	Entablado con disposición horizontal, contracara con cámara parcialmente ventilada. Testas ventiladas. No hay zonas de acumulación de agua	1,1
Bajo	Entablado con disposición que permite acumulación de agua (ej. inclinado) y/o contracara con cámara no ventilada. Se admiten testas no ventiladas pero con sellado superficial	1,3
Muy bajo	Entablado con disposición que permite acumulación de agua (ej. inclinado), compuesto con elementos de madera de espesor superior a 28 mm y/o contracara sin cámara de aire. Se admiten testas sin ventilación ni sellado	1,5

Tipos de soluciones de fachadas

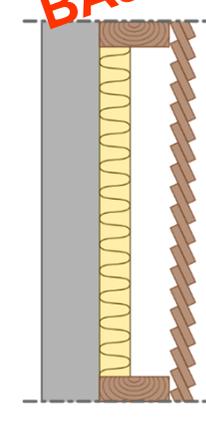
EXCELENTE BUENO/MEDIO BAJO MUY BAJO



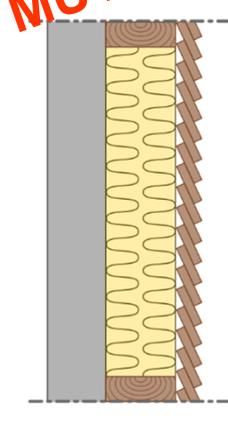
Totalmente ventilada



Parcialmente ventilada



NO ventilada con cámara de aire

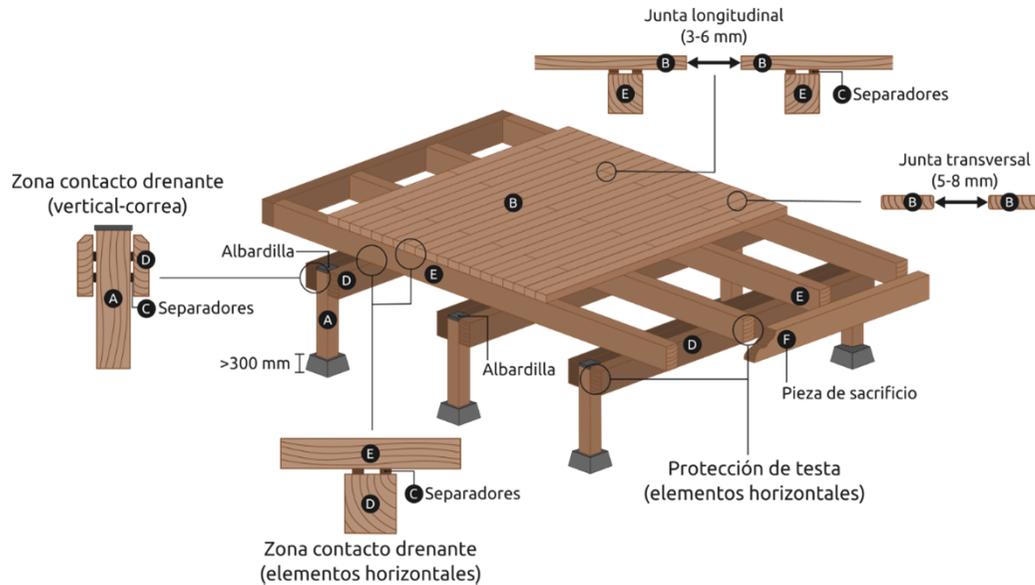


Sin ventilación sin cámara

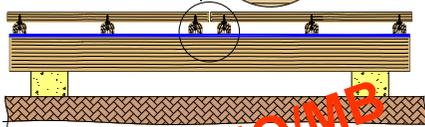
Diseño constructivo (k_{S5})

Suelos

Solo exterior sin protección a la lluvia



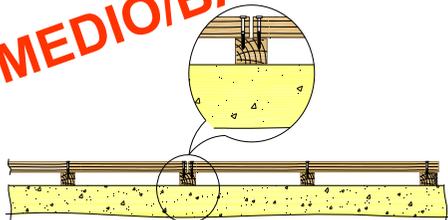
BUENO



BUENO



MEDIO/BAJO/MB



MUY BAJO



Nivel de protección	Elementos de carpintería dispuestos horizontalmente Suelos, terrazas, bancos, escaleras**	
	Descripción	k_{S5}
Excelente	<p>Elementos verticales o dispuestos con un ángulo superior a 45°:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Separados del suelo más de 300 mm b. Testas protegidas, al abrigo o con pieza de sacrificio/albardilla (A en figura 3.4)) c. Separadores con elementos horizontales (D en la figura 3.4). 	0,9
Bueno	<p>Elementos horizontales o que no cumplen criterios "Excelente"</p> <p>Tablas de tarima (todas las condiciones a la vez):</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Dispuestas con pendiente mínima del piso del 4%. b. Aristas redondeadas, separadas 5-8 mm (B en la figura 3.4) c. Uniones de testa no soportadas, separadas 3-6 mm (B). d. Separadores entre tablas y estructura de soporte (B-D). <p>Estructura de apoyo (todas las condiciones):</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Aristas superiores redondeadas (D) b. Separadores con elementos verticales (D-A) y horizontales (C) de la estructura o tarima (D-B). c. Testas protegidas (E-F) 	1,0
Medio	<p>Elementos horizontales</p> <p>Tablas de tarima:</p> <p>Disposición similar a "Bueno" pero con:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Uniones por testa sobre rastrel con junta de 3-6 mm. <p>Estructura de apoyo</p> <p>Disposición similar a "Bueno" pero:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Sin separadores entre elementos pero con pendiente mínima del 4% y aristas redondeadas. Fácil drenado. <p>Rastreles sobre solera</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Solera con pendiente mínima del 4%. b. Rastreles que se unen a solera con separadores. 	1,2
Bajo	<p>Elementos horizontales</p> <p>Tablas de tarima:</p> <p>Disposición similar a "Medio" pero con pendiente inferior a 4%.</p> <p>Estructura de apoyo</p> <p>Disposición similar a "Medio" pero con uniones entre elementos que no aseguran rápido drenado</p> <p>Rastreles sobre solera</p> <p>Disposición similar a "Medio" pero con rastreles que se unen a solera sin separadores</p>	1,4
Muy bajo	<p>Elementos horizontales</p> <p>Tablas de tarima:</p> <p>Disposición similar a "Bajo" pero con tablas de piso sin separación transversal (< 3 mm) ni juntas de testa.</p> <p>Estructura de apoyo</p> <p>Disposición similar a "Bajo" pero con uniones entre elementos que pueden embalsar agua. Riesgo de condensaciones varios meses al año.</p> <p>Rastreles sobre solera</p> <p>Disposición similar a "Bajo" pero con rastreles que se unen a solera sin separadores y con pendiente inferior al 4%.</p> <p><i>En este nivel de protección "Muy bajo" se incluirán las tablas de gran anchura dispuestas al exterior en posición horizontal (por ejemplo en bancos y huellas de escaleras al exterior)</i></p>	1,6

Riesgos especiales (k_{s6})

Rehabilitación y CH4&5

Solo Interior



Clase higrométrica del local

Uniones (drenaje)

Contacto con mamposterías

Escuadrías elemento



Descripción	Factor (k_{s6})
Elementos estructurales ubicados al interior de locales con clasificación higrométrica 4 que se encuentran o entregan con obras de mampostería secas (Ejemplo vigas, pilares, etc.)	1,0
Elementos estructurales de gruesa escuadría ubicados al interior de locales con clasificación higrométrica 4 , que presentan uniones no ventiladas sin posibilidad de embalsamiento de agua (uniones no ventiladas a cara tocante o de testa).	1,2
Elementos estructurales de gruesa escuadría ubicados al interior de locales con clasificación higrométrica 5 , que presentan uniones dotadas de separadores (uniones ventiladas).	
Elementos estructurales de gruesa escuadría ubicados al interior de locales con clasificación higrométrica 4 que se entregan en muros de fachadas no expuestas a vientos dominantes de lluvia pero que tienen características compositivas (ej. adobe, ladrillo de tejar, etc.) que no permiten garantizar su impermeabilidad durante todo el año.	1,4
También los elementos estructurales de gruesa escuadría ubicados al interior de locales con clasificación higrométrica 4 que presentan uniones de testa o a "cara tocante*" con posibilidad de embalsamiento de agua (Ej. tirante, tornapuntas).	
Elementos estructurales de gruesa escuadría ubicados al interior de locales con clasificación higrométrica 5 , que presentan uniones de testa o a "cara tocante*" con posibilidad de embalsamiento de agua (Ej. tirante, tornapuntas).	2,0
Elementos de reducida escuadría ubicados al interior de locales de cualquier clase higrométrica que se encuentran con obras de mampostería que permanecen, total o parcialmente, húmedas varios meses al año (Ej. Precercos, elementos de suelos, perfiles de puertas y ventanas, etc.)	
Elementos estructurales de gruesa escuadría que se entregan en o están en contacto directo con obras de mampostería que permanecen húmedas varios meses al año (Ejemplo vigas de forjado empotradas en muros húmedos, ménsulas, frisos, etc.), cualquiera que sea la clasificación higrométrica del local.	2,5

Aplicación criterios

Índice de exposición mesoclimática

≈ Acciones

Índice de exposición característica

$$[I_{S0} * k_{s1}] * k_{s2} * k_{s3} * k_{s4} * k_{s5} * k_{s6} * \dots * k_{si} = I_{sk}$$

Actualmente

Asignación de clases de uso	
I_{sk}	Clase de uso (UNE-EN 335:2011)
0-1,4	1
1,5-2,4	2
2,5-3,4	3.1
3,5-4,4	3.2
>4,5	4 ó 5

Índice de resistencia de diseño

Índice de resistencia característica

Durabilidad
Permeabilidad
Estabilidad

Futuro

$$I_{Sd} = I_{Sk} \cdot \gamma_d \leq IR_d$$

Clase de consecuencia	γ_d
1. Pequeña (casos en los que puede ser aceptable remplazar un número limitado de elementos de la estructura si se produce pudrición)	0,8
2. Media (casos en los que el fallo se espera que produzca consecuencias económicas y prácticas relevantes)	0,9
3. Alta (elementos de la estructura principal cuyo fallo puede implicar riesgos para las vidas humanas)	1,0

Clase de consecuencia

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA PDF Acrobat

Calibri 11 A A Ajustar texto General

Cortar Copiar Copiar formato

Portapapeles Fuente Alineación Número

Formato condicional Dar formato como tabla

Normal Buena Celda de co... Celda vir

E11 : fx 5

A B C D E F G H I J K L M N O P



Asignación paramétrica de Clases de Uso de la norma UNE-EN 335

Proyecto BIA 2013-42434R Fernández-Golfín, J.I. et al. 2017

Parametros	Valor
I_{20}	3,0
k_{s1}	1,0
k_{s2}	1,0
k_{s3}	1,00
k_{s4}	1,0
k_{s5}	1,0
k_{s6}	1,0
I_s	3,00
I_{sk}	3,0
Clase Uso 3.1	

Índice de exposición Básica, I_{s0}

Interior seco (CH1, 2, 3) ALBACETE

Interior semiseco (CH4) ALICANTE

Interior húmedo (CH5) ALMERÍA

Bajo cubierta (Localidad)= => ÁVILA

Exterior (Localidad)= => BADAJOZ

Valor propio (casilla azul) BARCELONA

Valor propio **5**

Severidad climática, k_{s1}

No aplica

Baja

Media

Elevada

Severa

Instrucciones en la pestaña de "Leyenda" o más detalladas en la Monografía de INIA

Índice de exposición mesoclimática, I_{s0}

I_s 3,0

Espesor del elemento, k_{s2}

Tipo de elemento

No aplica

Madera maciza o con emplames de testa

Madera laminada, duos y trios lamina > 35 mm

Madera laminada, duos y trios laminas < 35 mm

Espeor del elemento

No aplica

Pequeño

Medio

Grande

Aleros y cornisas, k_{s3}

Tipo de exposición

No aplica

Expuesta

No expuesta

(D) vuelo del alero respecto de la fachada

Fachada expuesta (ha distancia respecto del alero)

SALTAR DATO

Distancia al alero (ha) \leq Alero (D)

Alero (D) < ha \leq 2,5*Alero (D)

Distancia al alero (ha) > 2,5*Alero (D)

Fachada NO expuesta (ha distancia al alero)

SALTAR DATO

Distancia al alero (ha) \leq 4*Alero (D)

4*Alero (D) < ha \leq 6*Alero (D)

Distancia al alero (ha) > 6*Alero (D)

Distancia al suelo, k_{s4}

No aplica

\geq 300 mm

100-300 mm

\leq 100 mm

Riesgos especiales, k_{s6}

No aplica

Reducidos

Medios

Elevados

Muy elevados

Extremos

Detalles constructivos, k_{s5}

Tipo de elemento

No aplica

Estructuras

Carpinterías horizontales

Carpinterías verticales

Tipo diseño

No aplica

Excelente

Bueno

Medio

Bajo

Muy bajo

ADVERTENCIA:
La presente calculadora es una herramienta que puede resultar de utilidad para los prescriptores a la hora de evaluar la clase de uso en la que va a trabajar la madera de acuerdo con el diseño aplicado, así como la optimización de este. No se trata de un instrumento de uso obligatorio, por lo que su empleo se hará de acuerdo con el criterio del prescriptor y/o diseñador.



NO OS OLVIDÉIS DE PRESCRIBIR LA CLASE DE USO **Y LA CLASE DE
SERVICIO**

Para más información
Juan I. Fernández-Golfín Seco (golfin@inia.es)

Calculadora libremente descargable en:

https://www.dropbox.com/sh/5097uzoarw0bjon/AABN4F60Glf2dwTRGDF6W_x6a?dl=0



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía



26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura



www.congresoforestal.es