



## Estructuras de madera

### 5.3. Protección por diseño

1. Uniones

2. Apoyos

3. Detalles de protección

4. Diseño

5.3. Protección por diseño  
de la madera

## UNIONES

### 1. UNIONES EXTERIORES



## UNIONES

### 1. UNIONES EXTERIORES



## UNIONES

### 1. UNIONES EXTERIORES

Evitar retención de agua



## UNIONES

### 1. UNIONES EXTERIORES

Evitar retención de agua



## UNIONES

### 1. UNIONES EXTERIORES

Evitar retención de agua



## UNIONES

### 1. UNIONES EXTERIORES

Evitar retención de agua





## UNIONES

### 1. UNIONES EXTERIORES

Evitar retención de agua



## UNIONES

### 1. UNIONES EXTERIORES

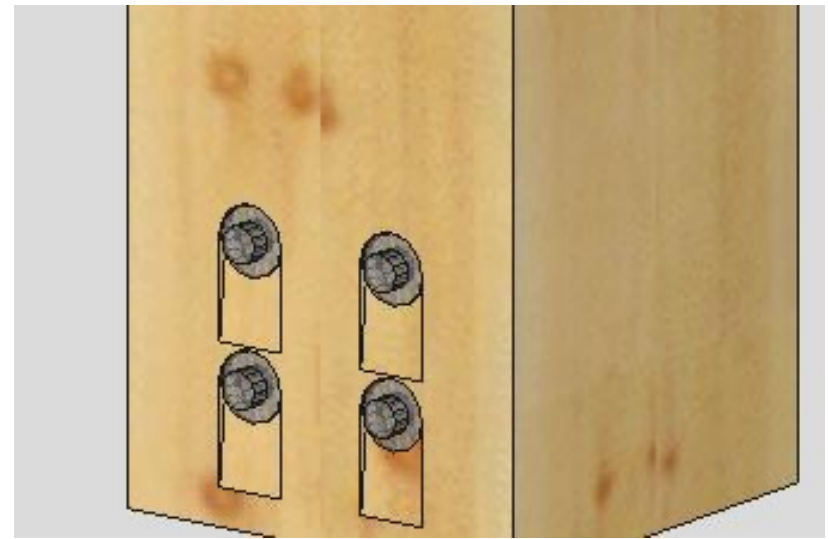
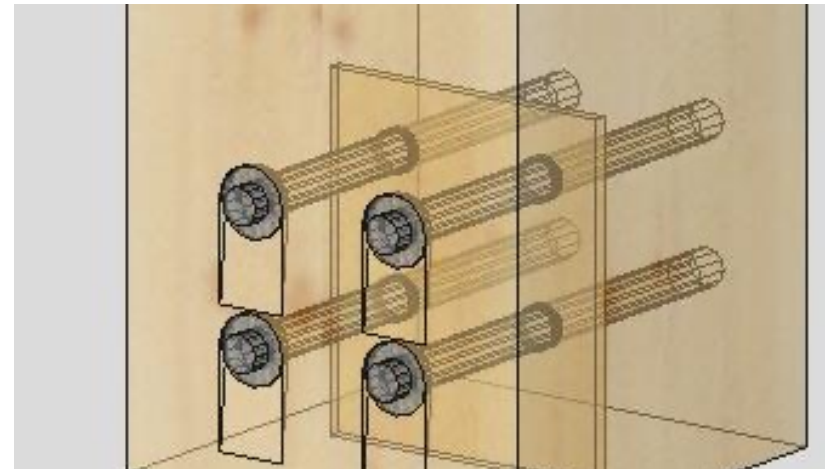
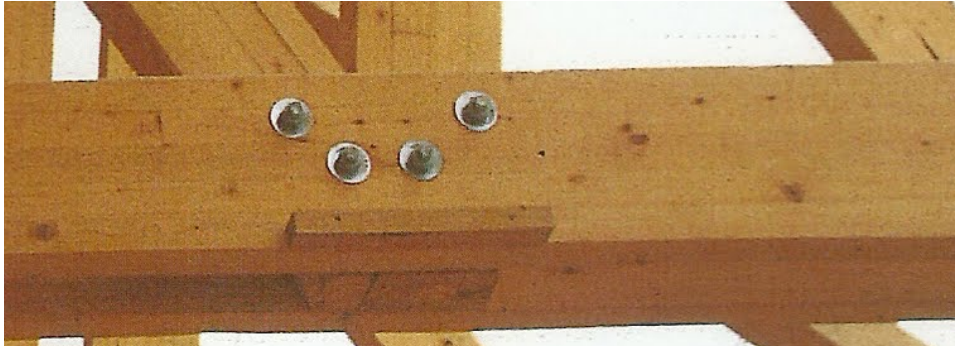
Evitar retención de agua



## UNIONES

## 1. UNIONES EXTERIORES

Evitar retención de agua



## UNIONES

## 2. PROTECCIÓN UNIONES

Tipo de revestimiento y tipo de acero en función de las clases de servicio

Tabla 3.2 Protección mínima frente a la corrosión (relativa a la norma ISO 2081), o tipo de acero necesario

Elemento de fijación	Clase de servicio		
	1	2	3
Clavos y tirafondos con $d \leq 4$ mm	Ninguna	Fe/Zn 12c <sup>(1)</sup>	Fe/Zn 25c <sup>(2)</sup>
Pernos, pasadores y clavos con $d > 4$ mm	Ninguna	Ninguna	Fe/Zn 25c <sup>(2)</sup>
Grapas	Fe/Zn 12c <sup>(1)</sup>	Fe/Zn 12c <sup>(1)</sup>	Acero inoxidable
Placas dentadas y chapas de acero con espesor de hasta 3 mm	Fe/Zn 12c <sup>(1)</sup>	Fe/Zn 12c <sup>(1)</sup>	Acero inoxidable
Chapas de acero con espesor por encima de 3 hasta 5 mm	Ninguna	Fe/Zn 12c <sup>(1)</sup>	Fe/Zn 25c <sup>(2)</sup>
Chapas de acero con espesor superior a 5 mm	Ninguna	Ninguna	Fe/Zn 25c <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Si se emplea galvanizado en caliente la protección Fe/Zn 12c debe sustituirse por Z 275, y la protección Fe/Zn 25c debe sustituirse por Z 350.

<sup>(2)</sup> En condiciones expuestas especialmente a la corrosión debe considerarse la utilización de Fe/Zn 40c, un galvanizado en caliente más grueso o acero inoxidable

## UNIONES

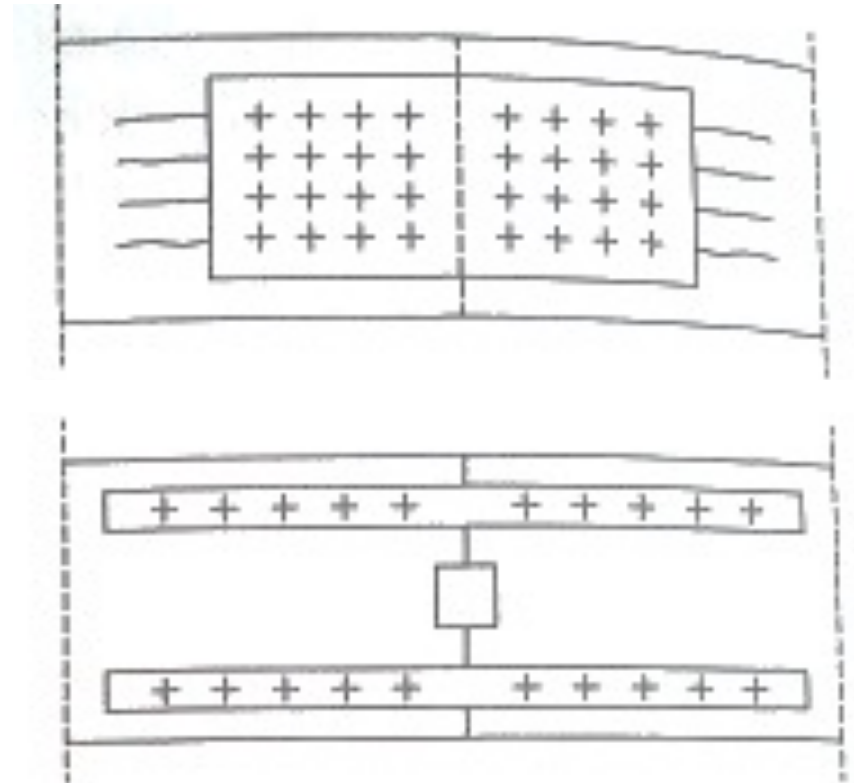
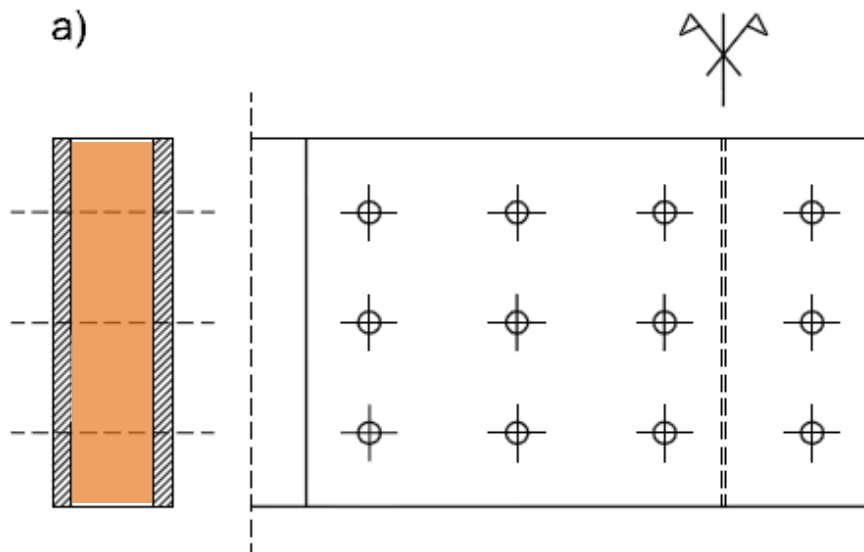
## 3. CAMBIOS DIMENSIONALES POR HINCHAZÓN Y MERMA

No restringidos por las uniones

PIEZAS CANTO &gt; 800 mm

No utilizar empalmes o nudos rígidos con placas de acero que coarten el movimiento de la madera

Empalme rígido entre 2 piezas de madera





## UNIONES

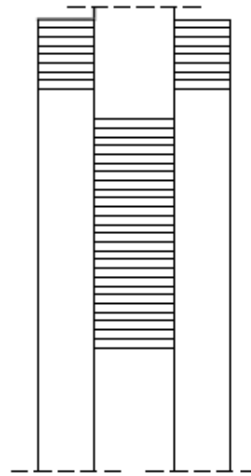
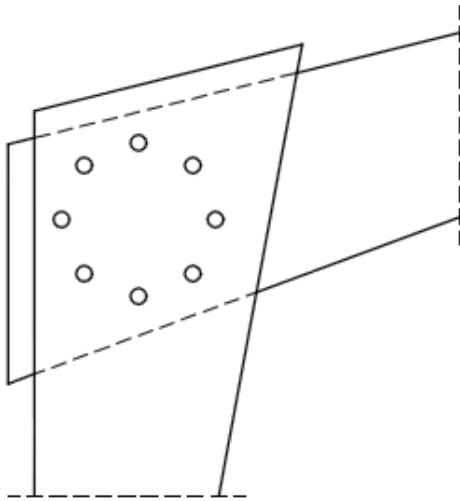
## 3. CAMBIOS DIMENSIONALES POR HINCHAZÓN Y MERMA

No restringidos por las uniones

PIEZAS CANTO &gt; 800 mm

No utilizar empalmes o nudos rígidos con placas de acero que coarten el movimiento de la madera

Nudo de esquina de pórtico con corona de pernos



## UNIONES

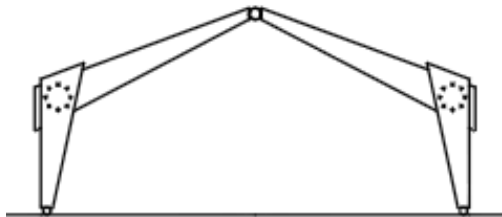
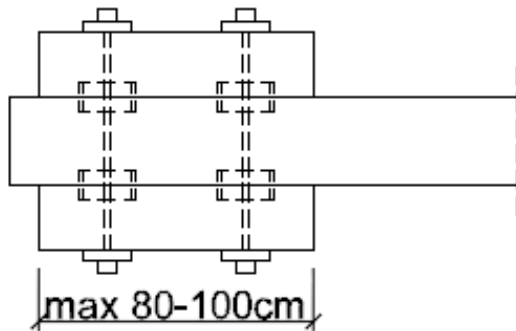
## 3. CAMBIOS DIMENSIONALES POR HINCHAZÓN Y MERMA

No restringidos por las uniones

PIEZAS CANTO &gt; 800 mm

No utilizar empalmes o nudos rígidos con placas de acero que coarten el movimiento de la madera

Nudo de esquina de pórtico con corona de pernos



**media maderas**  
ingenieros consultores



## UNIONES

### 3. CAMBIOS DIMENSIONALES POR HINCHAZÓN Y MERMA

No restringidos por las uniones



## UNIONES

### 3. CAMBIOS DIMENSIONALES POR HINCHAZÓN Y MERMA

No restringidos por las uniones



1. Uniones

2. Apoyos

3. Detalles de protección

4. Diseño

5.3. Protección por diseño  
de la madera

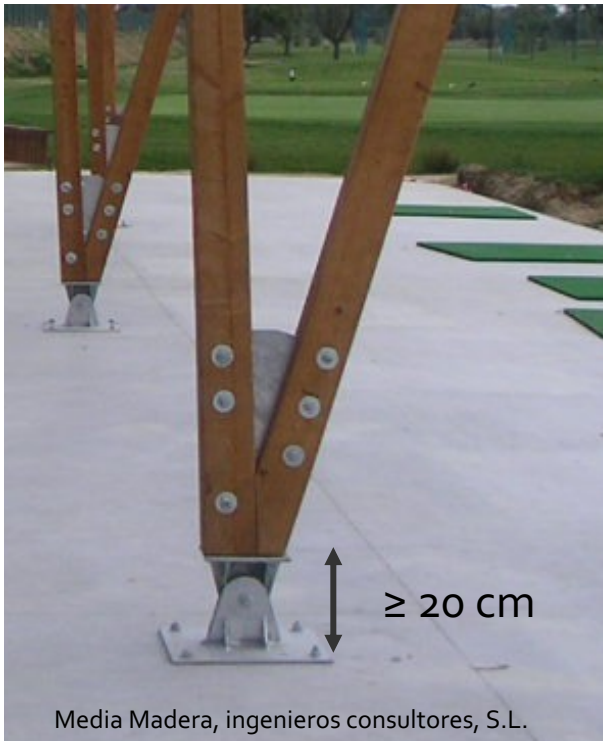
## APOYOS

## 1. PILARES

Evitar contacto con el suelo:

Distancia madera-suelo &gt; 20 cm

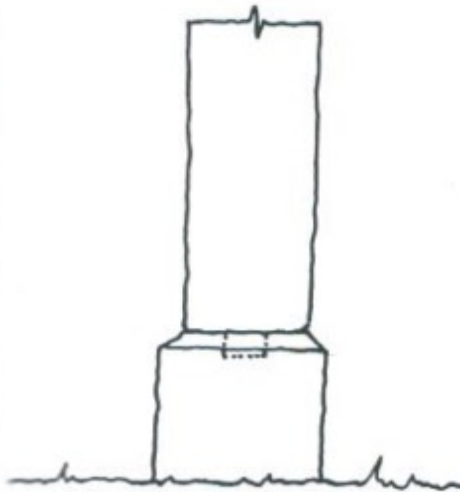
Barrera anti-humedad con material hidrófugo



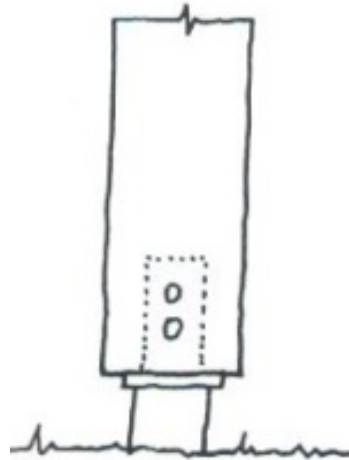
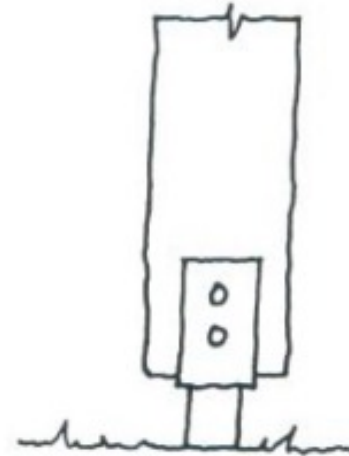
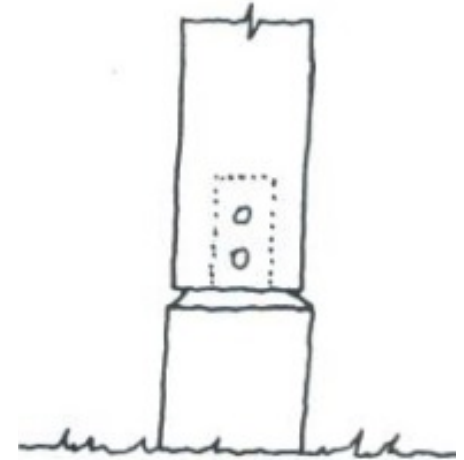
## APOYOS

## 1. PILARES

Soluciones constructivas:



Basa de piedra

Base metálica  
retranqueada y ocultaBase metálica en  
forma de UBasa de hormigón con  
herraje oculto y  
retranqueo en zona de  
contacto

## APOYOS

## 1. PILARES

Soluciones constructivas:

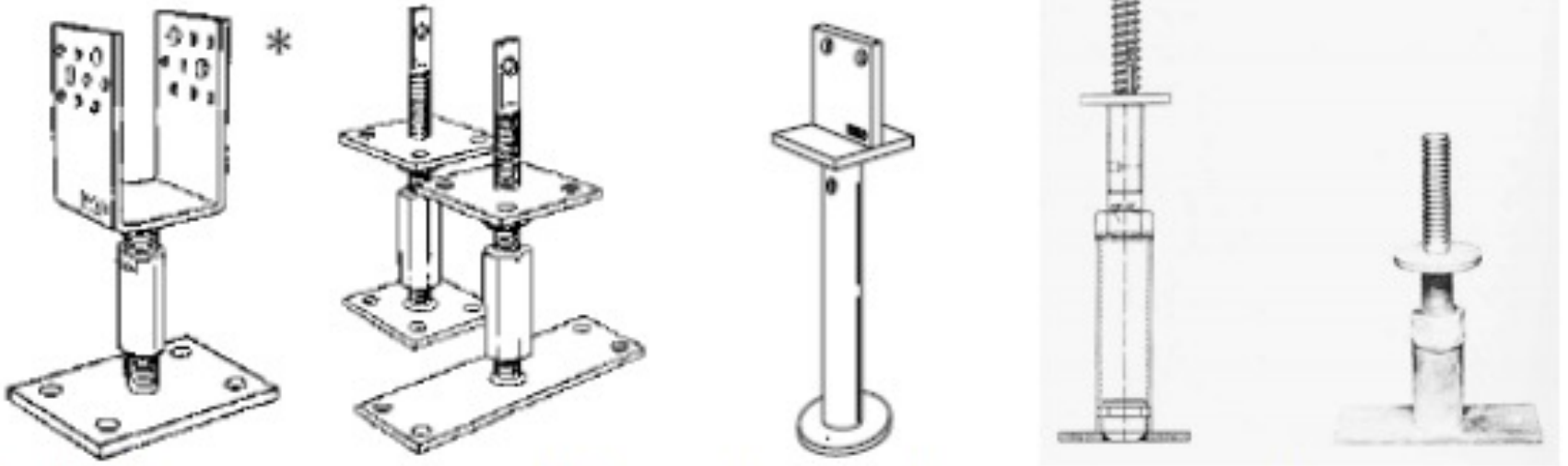


Fig. 73. Algunos tipos de bases regulables para pilares de madera: se apoyan sobre placas de montaje o se hormigonan directamente. Los tres primeros marca Bilo, los últimos dos son Top-Foot.

[www.upnfm.edu.hn](http://www.upnfm.edu.hn) TECNOLOGÍAS APLICADAS AL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA. EDEM

## APOYOS

### 1. PILARES

Soluciones constructivas:



Media Madera, ingenieros consultores, S.L.

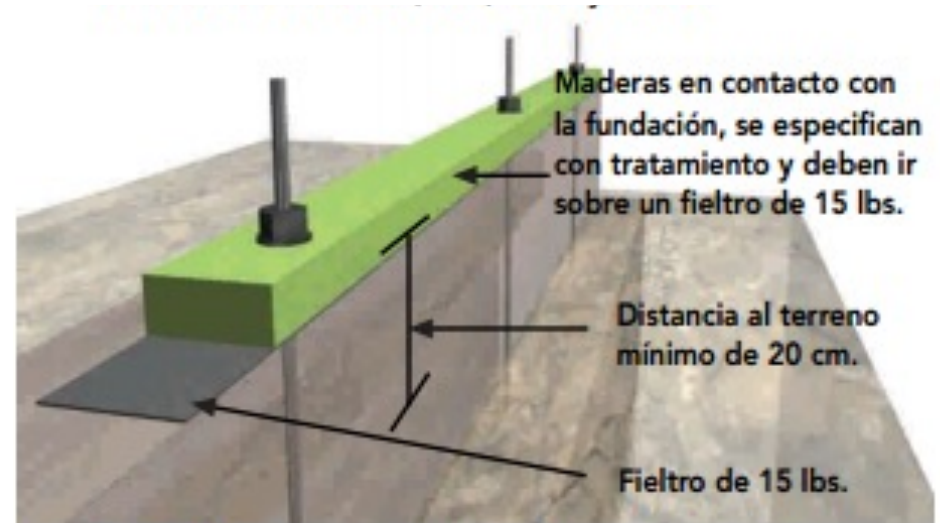
## APOYOS

### 1. PILARES

Soluciones constructivas:



Prevención contra termitas (CORMA)



**Figura 2 – 20:** Fundación continua de hormigón de altura mínima de 20 cm en punto más desfavorable.

[http://www.cttmadera.cl/wp-content/uploads/2007/03/unidad\\_2-patologias.pdf](http://www.cttmadera.cl/wp-content/uploads/2007/03/unidad_2-patologias.pdf)



## APOYOS

### 2. ENCUENTROS VIGA MADERA-MURO

Separación entre madera y muro

Distancia madera-muro > 15 mm

Barrera anti-humedad con material hidrófugo



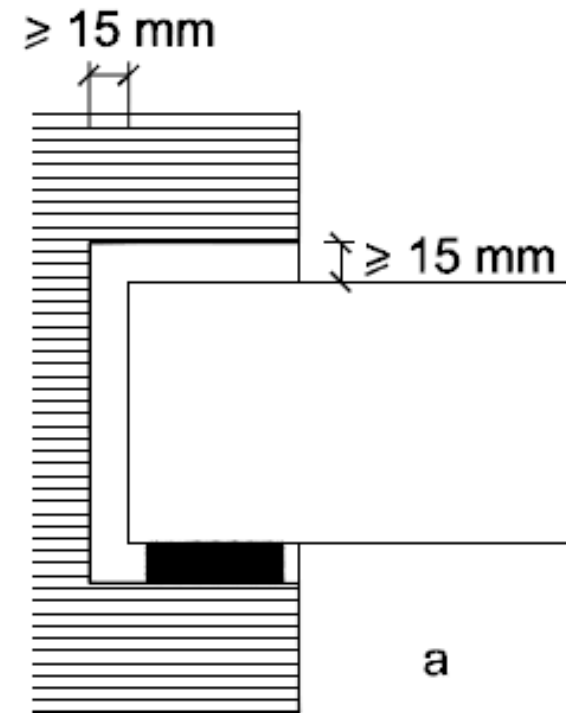
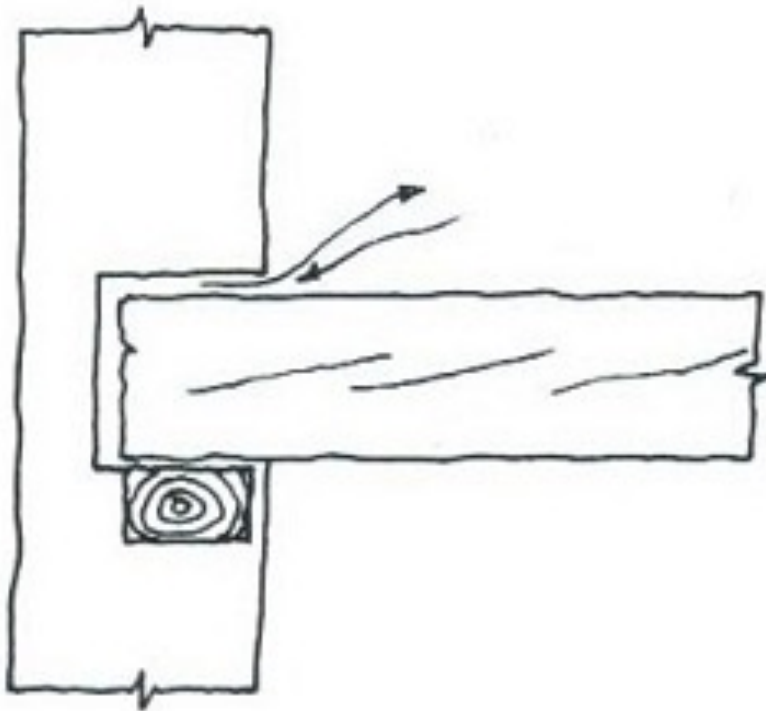
Media Madera, ingenieros consultores, S.L.

## APOYOS

## 2. ENCUENTROS VIGA MADERA-MURO

Soluciones constructivas

Apoyo de viga con ventilación al interior

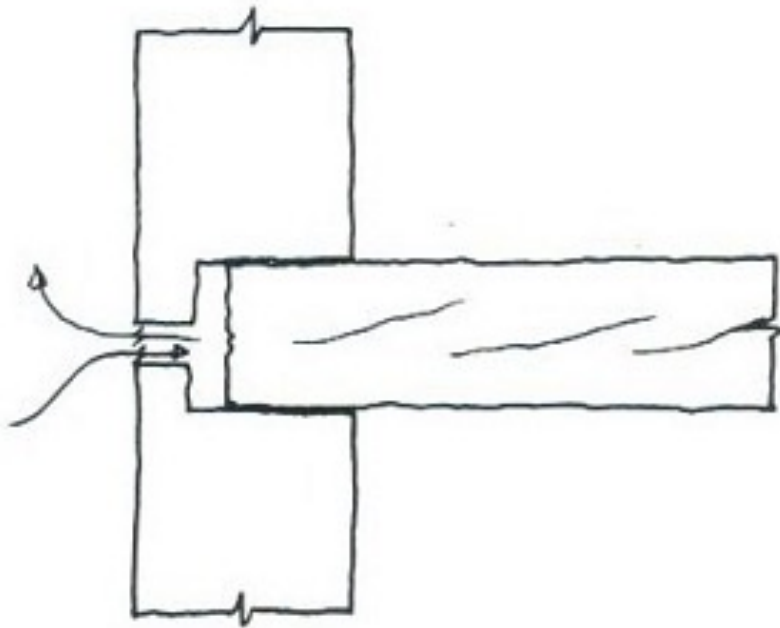


## APOYOS

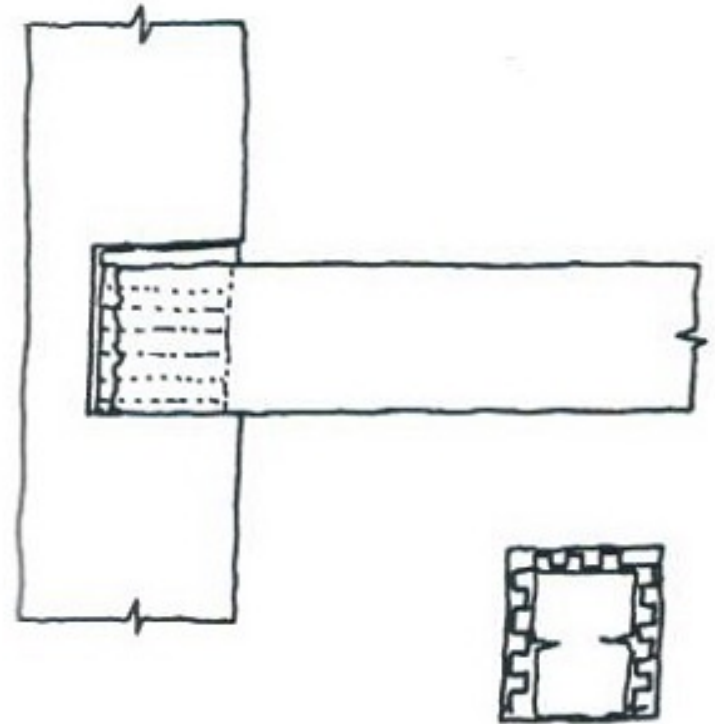
## 2. ENCUENTROS VIGA MADERA-MURO

## Soluciones constructivas

Apoyo de viga con ventilación al exterior



Aireación del apoyo de viga mediante envoltura de chapa grecada



1. Uniones

2. Apoyos

3. Detalles de protección

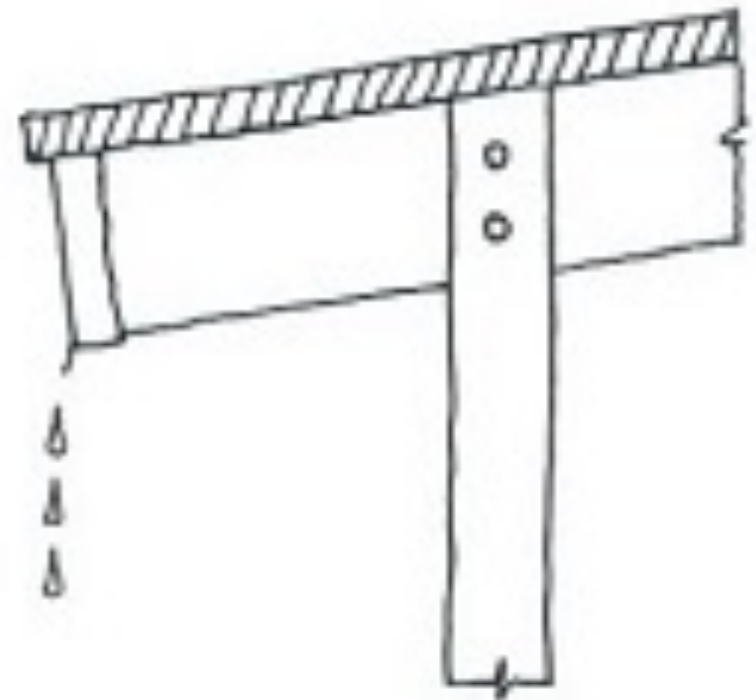
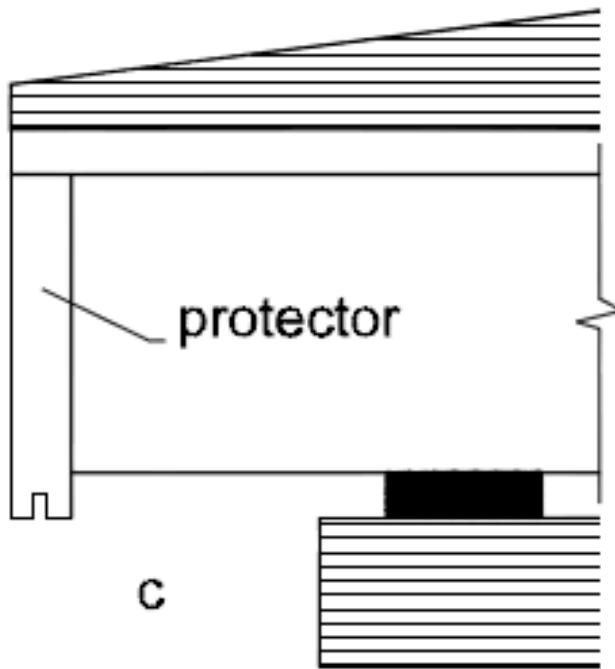
4. Diseño

5.3. Protección por diseño  
de la madera

## DETALLES CONSTRUCTIVOS DE PROTECCIÓN

## 1. TESTAS DE LAS PIEZAS DE MADERA

Evitar exposición a la lluvia



## DETALLES CONSTRUCTIVOS DE PROTECCIÓN

### 1. TESTAS DE LAS PIEZAS DE MADERA

Evitar exposición a la lluvia



## DETALLES CONSTRUCTIVOS DE PROTECCIÓN

### 1. TESTAS DE LAS PIEZAS DE MADERA

Evitar exposición a la lluvia



*Puente vehicular, Australia*

## DETALLES CONSTRUCTIVOS DE PROTECCIÓN

### 1. TESTAS DE LAS PIEZAS DE MADERA

Evitar exposición a la lluvia





## DETALLES CONSTRUCTIVOS DE PROTECCIÓN

### 1. TESTAS DE LAS PIEZAS DE MADERA

Evitar exposición a la lluvia



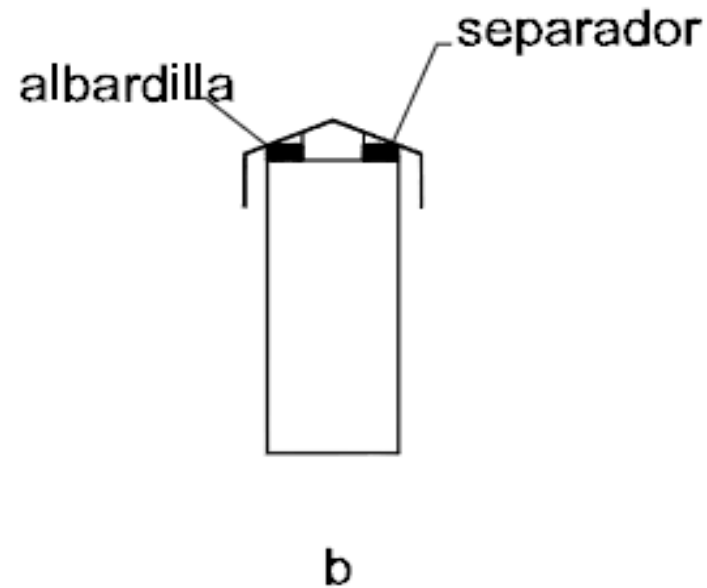
## DETALLES CONSTRUCTIVOS DE PROTECCIÓN

## 2. CARA SUPERIOR DE LOS ELEMENTOS DE MADERA

Evitar exposición a la lluvia o acumulación agua

Chapa metálica o de madera desechable

Aireación entre chapa y elemento de madera



## DETALLES CONSTRUCTIVOS DE PROTECCIÓN

### 2. CARA SUPERIOR DE LOS ELEMENTOS DE MADERA

Evitar exposición a la lluvia o acumulación agua

Chapa metálica o de madera desechable

Aireación entre chapa y elemento de madera



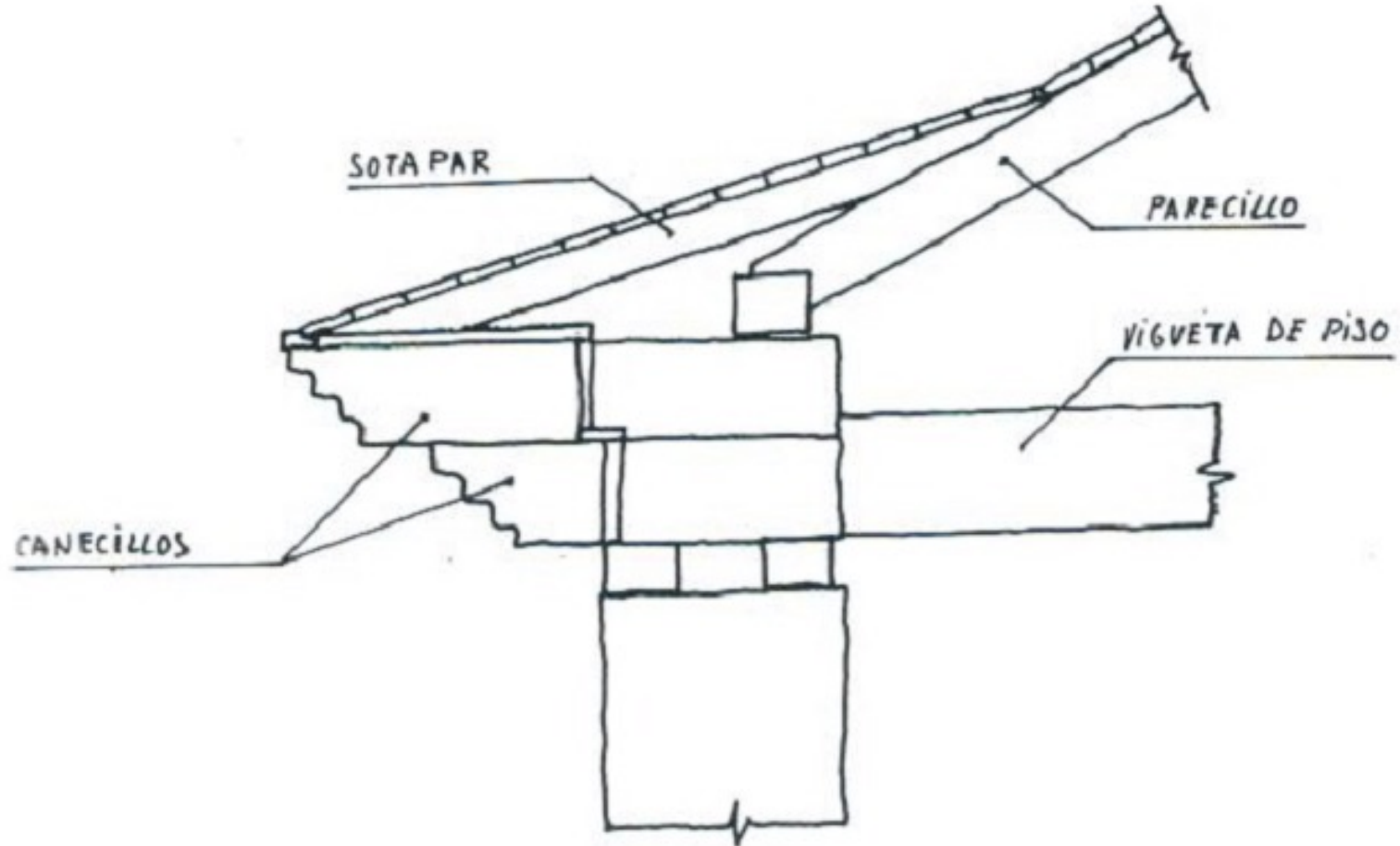
1. Uniones
2. Apoyos
3. Detalles de protección
4. Diseño

## 5.3. Protección por diseño de la madera

## DISEÑO CONSTRUCTIVO

## 1. ALEROS DE CUBIERTA

Protección de fachada y elementos estructura

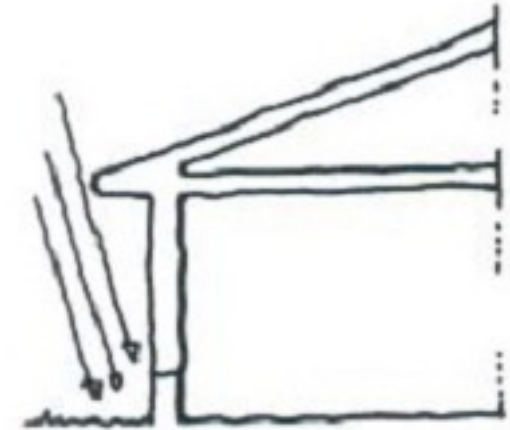
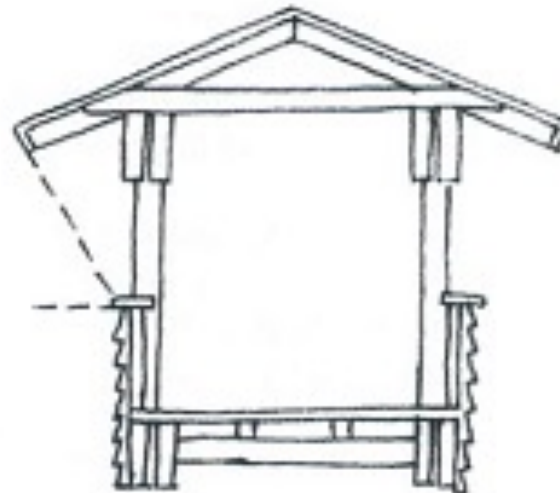
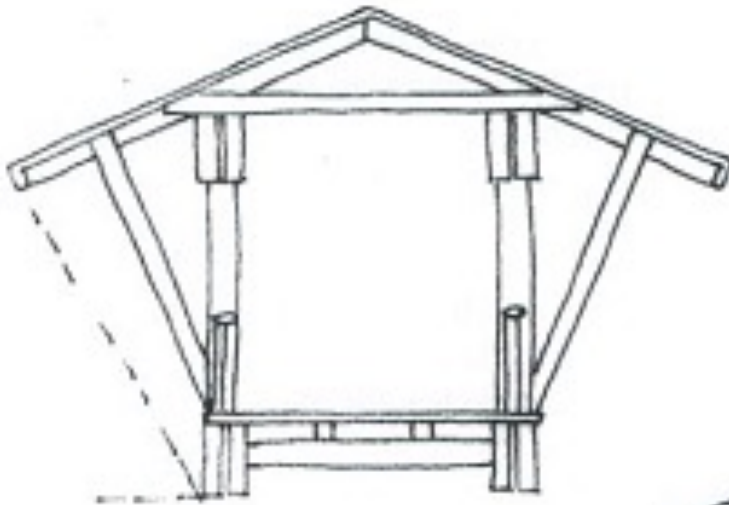


## DISEÑO CONSTRUCTIVO

## 1. ALEROS DE CUBIERTA

Protección de fachada y elementos estructura

Un vuelo de 60 cm protege una altura de fachada de hasta 3 m



## DISEÑO CONSTRUCTIVO

## 1. ALEROS DE CUBIERTA

protección  
por diseño

Madera protegida con tratamiento protector en profundidad para las clases de uso a las que se encuentra sometida (Sales CX10, con protección en clase de uso 4)

Cerramiento mediante **entablado entre los arcos**, permeable al paso del viento

**Cubierta**, con cerramiento de zinc-titanio, protege la mayoría de los elementos estructurales que forman la pasarela, estando limitada la longitud de los aleros por el ancho máximo de transporte por carretera.

Barandilla: **tablas** colocadas con un ángulo de inclinación de  $45^\circ$  con respecto a la vertical



## DISEÑO CONSTRUCTIVO

### 1. ALEROS DE CUBIERTA

Protección de fachada y elmtos. estructurales

Templo budista en Ikaruga, Nara - Japón



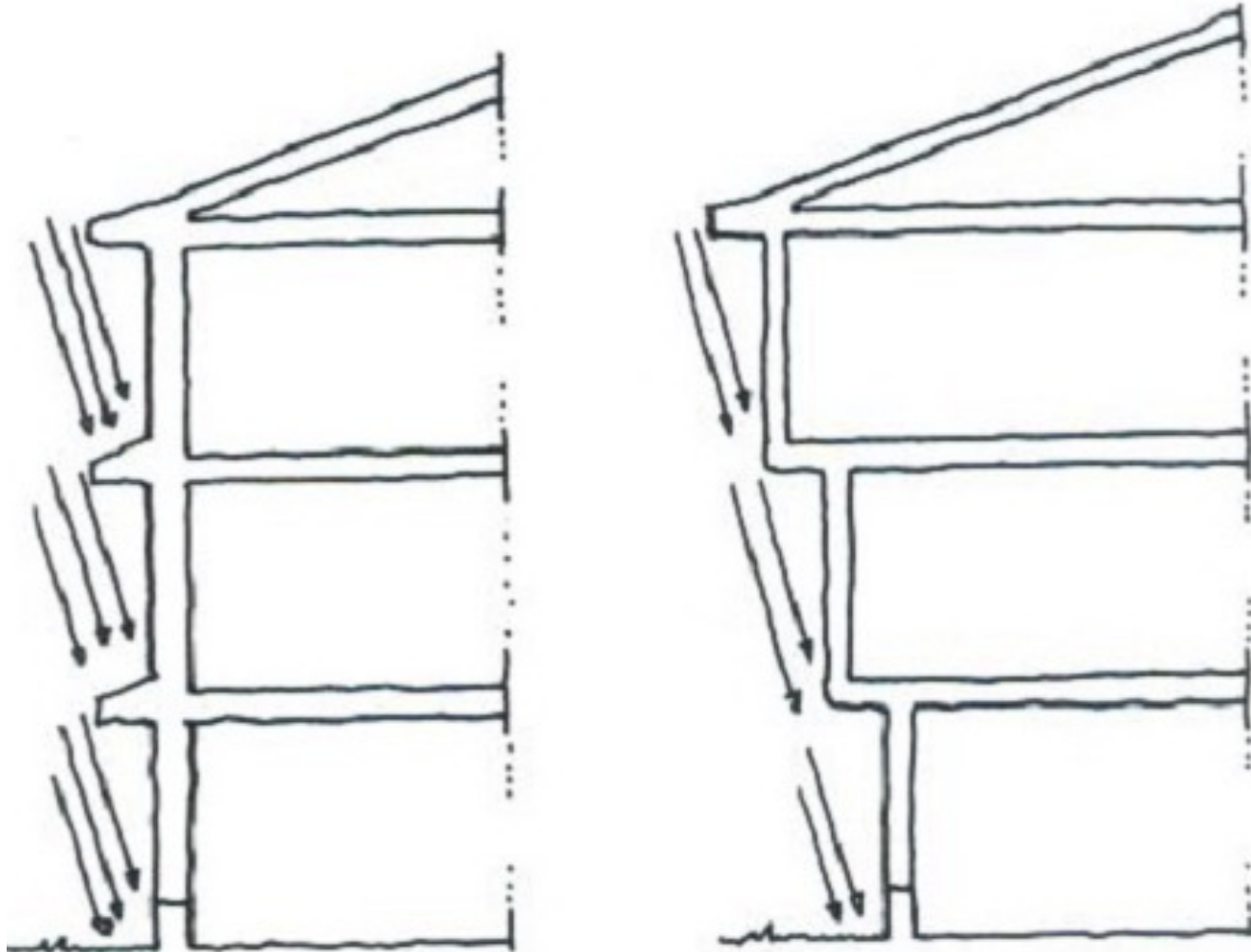
Fuente: wikipedia



## DISEÑO CONSTRUCTIVO

## 2. ALEROS DE FORJADO

Protección de fachada



"Intervención en estructuras de madera" F. Arriaga, F. Peraza, M. Esteban, I. Bobadilla y F. García. AITIM. 2002

## DISEÑO CONSTRUCTIVO

### 2. ALEROS DE FORJADO

Protección de fachada y elementos estructura



## DISEÑO CONSTRUCTIVO

### 2. ALEROS DE FORJADO

Hórreos en Noruega



## DISEÑO CONSTRUCTIVO

3. OTROS: separación de la estructura del suelo

Hórreos en Asturias, España



## DISEÑO CONSTRUCTIVO

### 3. OTROS: separación de la estructura del suelo

Casas en Suiza



## DISEÑO CONSTRUCTIVO

### 3. OTROS: separación de la estructura del suelo

Casas en Chiloé, Chile



<http://juancoensudamerica.blogspot.com>

## DISEÑO CONSTRUCTIVO

### 3. OTROS: cerramiento con lamas de madera

Casas en Chiloé, Chile



## DISEÑO CONSTRUCTIVO

### 3. OTROS: cerramiento con lamas de madera

Puentes en Suiza

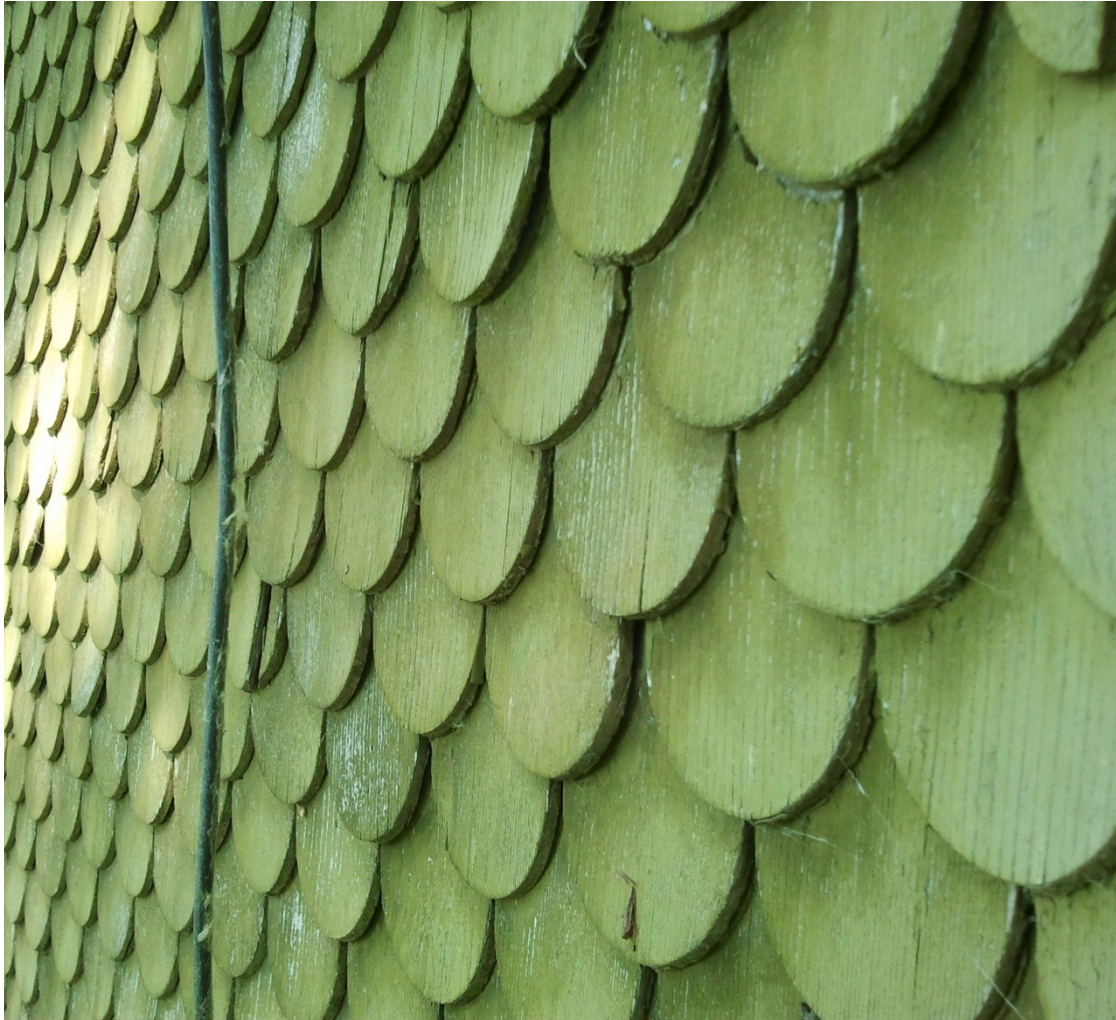




## DISEÑO CONSTRUCTIVO

### 3. OTROS: cerramiento con lamas de madera

Puentes en Suiza



Ejemplo puente:  
fallo por diseño



## Estado inicial

año

2004

antigüedad

7 años

especie

*Picea abies*

protección

superficial

Sustitución de pasarela  
peatonal sobre el río  
Mandeo, A Coruña

Estado inicial

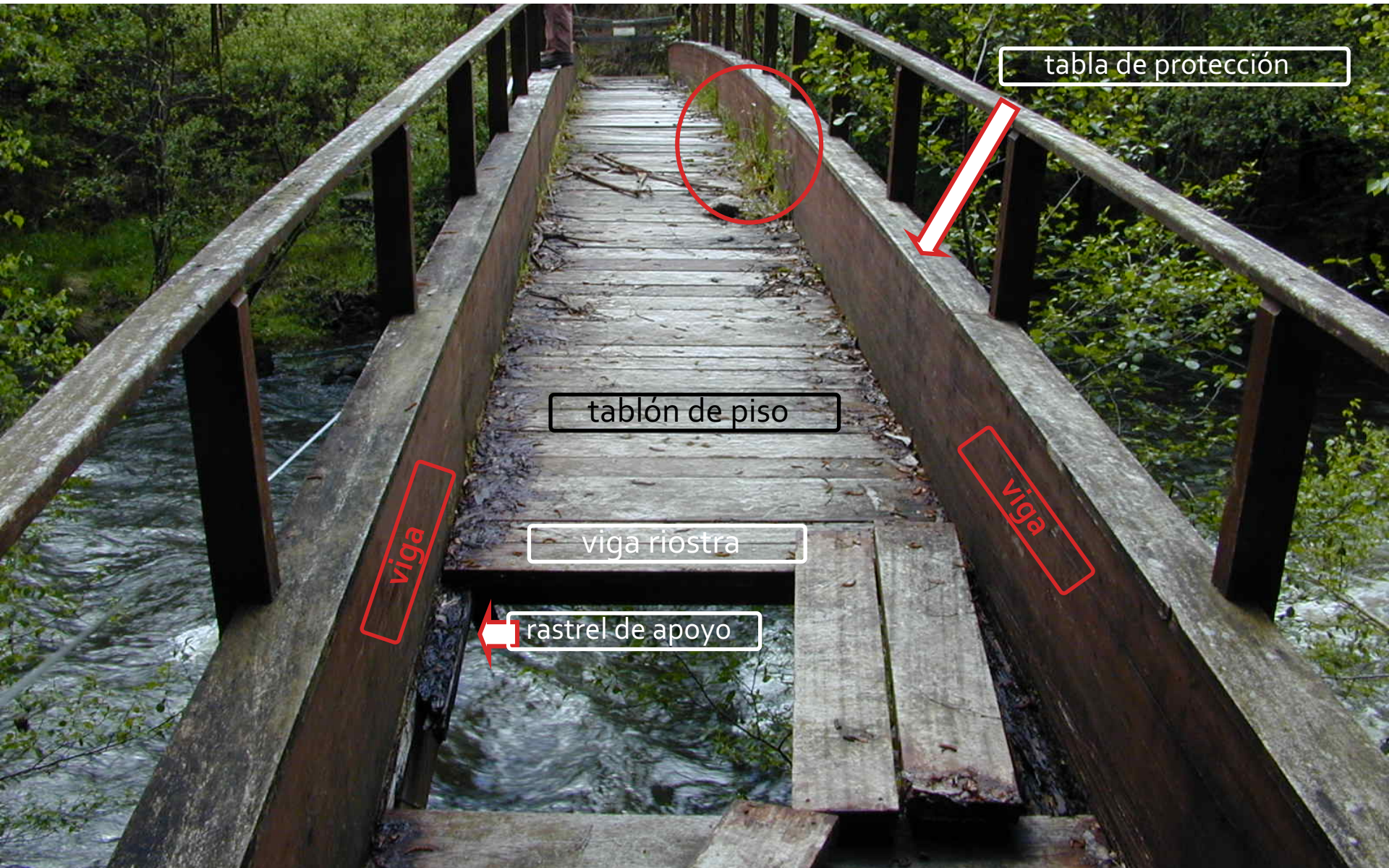


tabla de protección

tablón de piso

viga riostra

rastrel de apoyo

viga

viga

Estado inicial





## Sustitución

año

2004

especie

*Pinus sylvestris*

protección

profunda

tratamiento

sales hidrosolubl.



**media madera**  
ingenieros consultores

Sustitución

año

2004



7 años después

año

2011





## RESUMEN

### Fallos más corrientes

- 1 Rotura o defecto del material de cubierta debido a la acción del viento
- 2 Fallo de los elementos de fijación (ej. pizarra clavada)
- 3 Falta de mantenimiento y limpieza de los tejados
- 4 Defectos en canalones: fugas de agua hacia los aleros
- 5 Fallos de impermeabilización
- 6 Insuficiente ventilación de la cubierta: condensación

### Medidas a adoptar

- 1 Mantenimiento periódico
- 2 Pendiente adecuada en la cubierta
- 3 Cubiertas ventiladas interiormente: evitar condensación
- 4 Revisión periódica de la canalización de recogida de aguas
- 5 Diseño de aleros de suficiente longitud

Fuente: "Protección preventiva de la madera" Fernando Peraza Sánchez. AITIM.



GRACIAS POR  
LA ATENCIÓN

FACULTAD DE  
INGENIERIA

