

Soluciones constructivas para la  
**Rehabilitación de viviendas  
de alta montaña**



**La información contenida en el texto  
de esta publicación corresponde a  
la fecha de su edición.**





# Soluciones constructivas para la rehabilitación de viviendas de alta montaña



INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA

**Revisión y adaptación:**  
Eduard Permanyer i Pintor

**Asesoramiento general:**  
Fructuós Mañà i Reixach

**Bajo la dirección de:**  
J.M. Valeri

La información contenida en el texto de esta publicación corresponde a la fecha de su edición. Es posible, por tanto, que en la actualidad algunos datos (precios, normativa, leyes, etc.) se hayan modificado, lo cual debe tenerse en cuenta al hacer uso de ella.



## Presentación

---

Las soluciones constructivas propuestas en este documento tienen como finalidad llenar un vacío específico en el análisis de problemas que aparecen frecuentemente en las construcciones de alta montaña y ofrecer algunos métodos concretos y experimentados que faciliten las intervenciones en el momento de plantear una rehabilitación.

Sea cual sea el edificio que se quiere rehabilitar debe conocerse muy bien su funcionamiento a fin de aprovechar las ventajas de las técnicas actuales respetando sin embargo las formas de la construcción tradicional.

Las técnicas recogidas en este trabajo pretenden ser una documentación donde inspirarse para encontrar las más adecuadas a las obras que las ha de recibir.

Ya que existen muchas más soluciones que las propuestas, cada caso en particular deberá ser analizado muy cuidadosamente.

Muchas técnicas constructivas y soluciones de rehabilitación no han sido recogidas en este trabajo, tanto por el hecho de ser comunes en el alta montaña, en la planicie o en la costa, como por el hecho de que la técnica es la misma para la obra nueva que para la obra de rehabilitación.



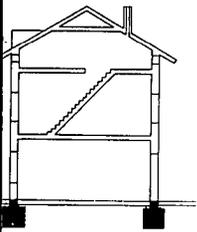
## Índice

---

<b>Cimientos</b>		
C-1	Trabazón entre cimientos corridos _____	10
C-2	Refuerzo de cimientos corridos con pozos de recalce (I) _____	12
C-3	Refuerzo de cimientos corridos con pozos de recalce (II) _____	14
C-4	Anclaje de paredes y muros con micropilotes _____	16
<b>Elementos verticales de estructura</b>		
EV-1	Relleno de las juntas de una pared de mampostería _____	20
EV-2	Reparación de grietas estabilizadas en paredes exteriores _____	22
EV-3	Reparación de grietas estabilizadas en paredes interiores _____	24
EV-4	Reparación de humedades por capilaridad mediante drenaje del terreno perimetral _____	26
EV-5	Reparación de humedades por capilaridad mediante inyección de productos químicos hidrófugos _____	28
<b>Elementos horizontales de estructura</b>		
EH-1	Restitución de una dovela caída a su lugar de origen _____	32
EH-2	Aumento de la sección resistente de una viga de madera con tabloncillos adosados _____	34
EH-3	Refuerzo de una viga de madera con perfiles de acero laminado (I) _____	36
EH-4	Refuerzo de una viga de madera con perfiles de acero laminado (II) _____	38
EH-5	Refuerzo de un envigado de madera, por acortamiento de la luz de las vigas _____	40
EH-6	Refuerzo del apoyo de una viga de madera (I) _____	42
EH-7	Refuerzo del apoyo de una viga de madera (II) _____	44
EH-8	Colocación de un tensor o de un zuncho de pletinas de hierro _____	46
EH-9	Reparación de un dintel de piedra fisurado _____	48
EH-10	Tratamiento curativo de elementos lineales de madera _____	50
EH-11	Transmisión de las cargas de una viga de madera dañada a las colindantes _____	52
EH-12	Refuerzo de un envigado de madera aumentándole el canto con una chapa de hormigón _____	54
<b>Cerramientos verticales</b>		
CV-1	Mejora del aislamiento térmico de las ventanas (I) _____	58
CV-2	Mejora del aislamiento térmico de las ventanas (II) _____	60
CV-3	Mejora del aislamiento térmico de las ventanas (III) _____	62
CV-4	Aislamiento térmico de las paredes por la cara exterior _____	64
CV-5	Aislamiento térmico de las paredes por la cara interior _____	66
<b>Cubiertas</b>		
CU-1	Colocación de tensores en cerchas de madera _____	70
CU-2	Aumento de la estanqueidad de la cumbrera en cubiertas de pizarra _____	72
CU-3	Reparación del encuentro de una pared con una cubierta de pendiente paralela a la pared (I) _____	74
CU-4	Reparación del encuentro de una pared con una cubierta de pendiente paralela a la pared (II) _____	76
CU-5	Reparación del encuentro de una pared con una cubierta de pendiente perpendicular a la pared _____	78
CU-6	Refuerzo de la estanqueidad en el punto donde la chimenea atraviesa la cubierta _____	80
CU-7	Aislamiento térmico de la cubierta en buhardillas no habitables _____	82
CU-8	Aislamiento térmico de la cubierta en buhardillas habitables (cubierta caliente) _____	84
<b>Red de saneamiento</b>		
RS-1	Instalación de un sanitario sin columna de desagüe _____	88
<b>Pavimentación</b>		
P-1	Nivelado de un pavimento deformado con materiales ligeros _____	92
P-2	Reparación de un pavimento de cantos rodados (guijarros) _____	94
P-3	Reparación de un pavimento de losas de piedra _____	96
<b>Calefacción</b>		
CL-1	Instalación de un recuperador de calor en un hogar _____	100
<b>Escaleras</b>		
ESC-1	Construcción de una escalera entre planta baja y planta piso _____	104
ESC-2	Construcción de una escalera paralela al sentido del envigado entre dos plantas _____	106
ESC-3	Construcción de una escalera perpendicular al sentido del envigado entre dos plantas _____	108







## Trabazón entre cimientos corridos

---

### Descripción de las anomalías

Aparición de grietas que señalan la tendencia de los cimientos corridos a abrirse y separarse.

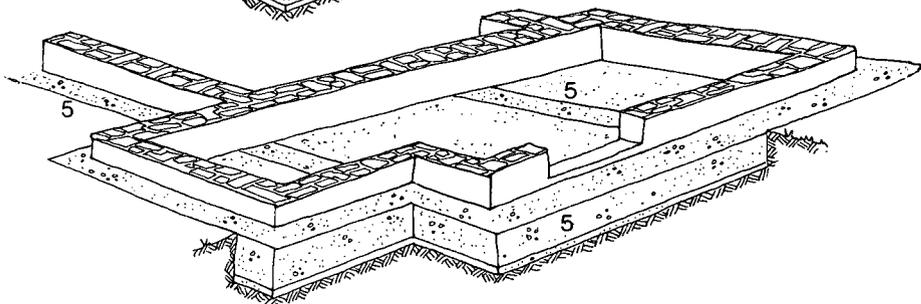
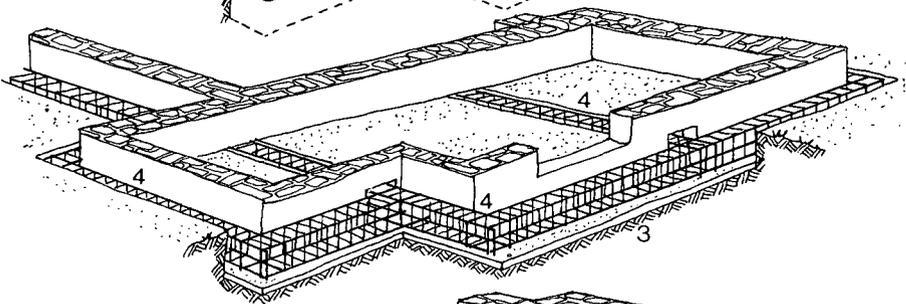
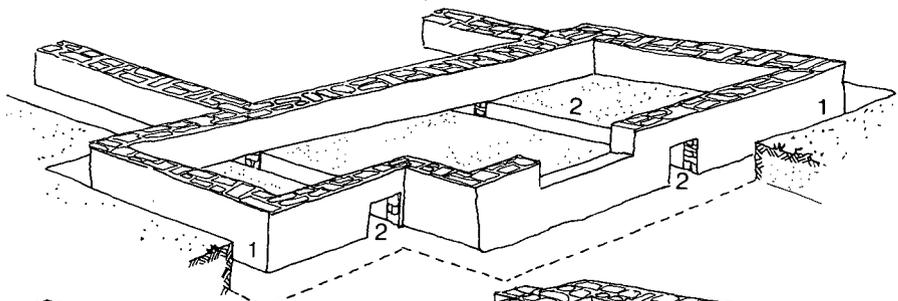
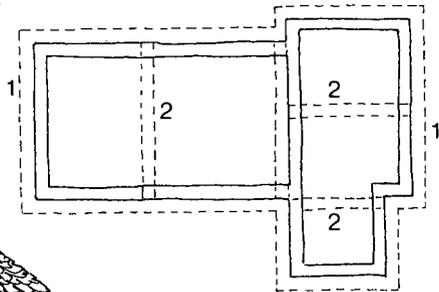
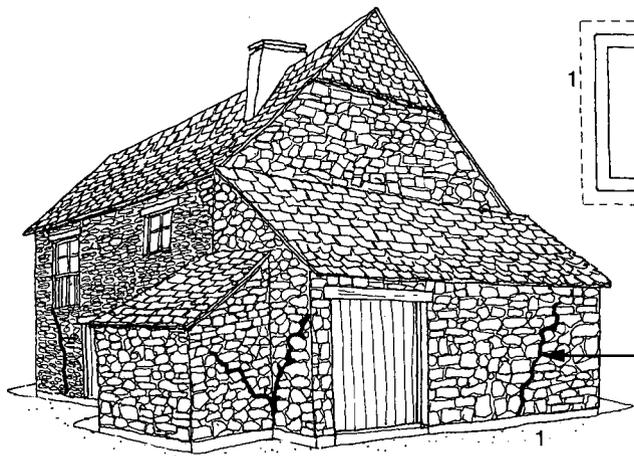
Motivos: Movimientos horizontales del terreno producidos preferentemente por arcillas expansivas o por la proximidad de taludes no consolidados.

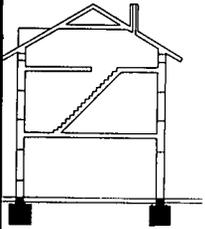
### Comentarios

Es frecuente en edificaciones de alta montaña el hecho de no encontrar cimientos; la misma pared hace de cimiento, debido a su grosor. En este caso se procederá según el método descrito.

### Descripción del método

1. Se abrirá en el terreno, alrededor de los cimientos y por el exterior del edificio, una zanja según las medidas que el cálculo de empujes determine para el zuncho perimetral.
2. Se trabará el zuncho perimetral transversalmente, abriendo zanjas en el interior del edificio perpendiculares al zuncho, agujereando incluso los cimientos existentes.
3. Se verterán 5 cm de hormigón de limpieza de  $f_{ck}150$  kg/cm<sup>2</sup>.
4. Se colocará la armadura determinada por el cálculo, solapando correctamente los hierros en las entregas entre zuncho y traba.
5. Se hormigonará el conjunto para acabar la construcción del zuncho.





## Refuerzo de cimientos corridos con pozos de recalce (I)

### Descripción de las anomalías

Aparición de grietas en las paredes o en los tabiques. Los cimientos son insuficientes. Falta de cimientos. Descomposición de los cimientos.

Motivos: Asentamientos diferenciales. Necesidad de cambio de uso o de aumento de la carga y de la sobrecarga. En edificios de alta montaña es frecuente que la misma pared, debido a su anchura, haga las veces de cimiento. Es frecuente encontrar cimientos rellenos de piedras con mortero de cal de mala calidad.

### Descripción del método

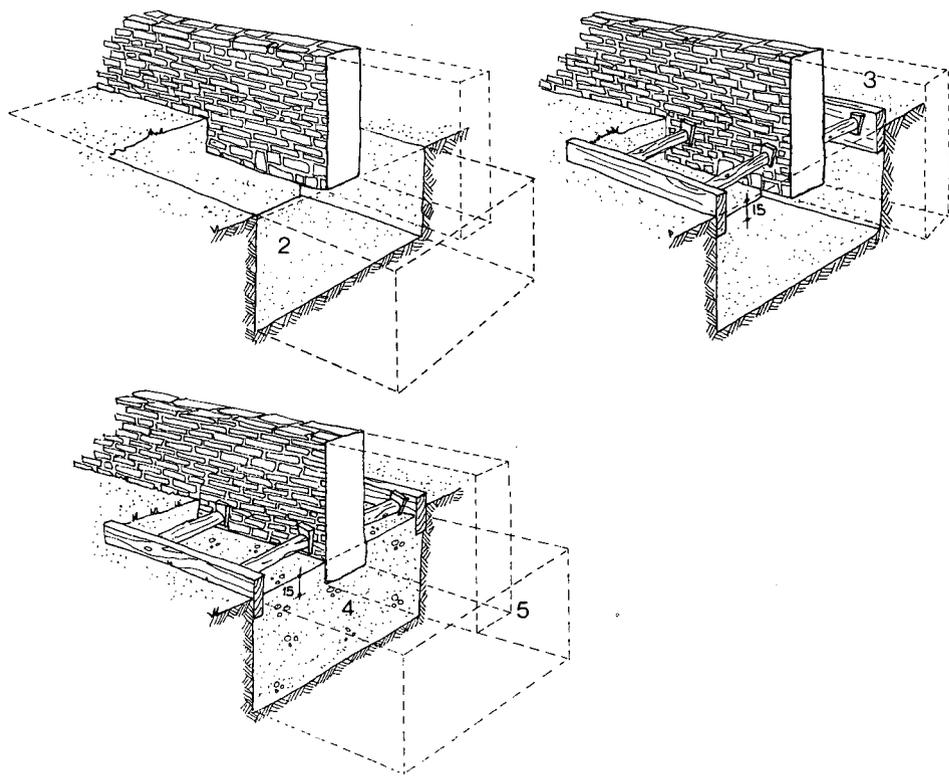
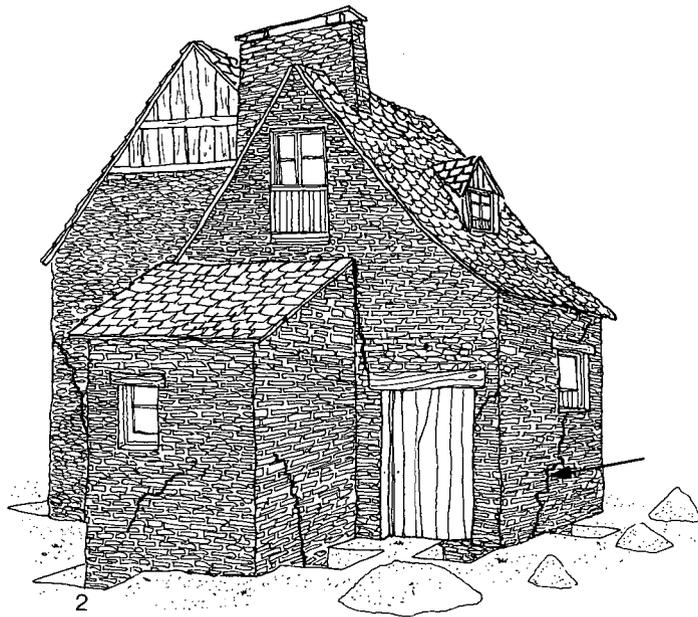
1. El recalce se dimensionará con cimiento nuevo, o bien se calculará sólo la medida del recalce necesario.
2. Se excavarán pozos para recalzar, cuya longitud, anchura y profundidad vendrá determinada por el cálculo del recalce.
3. Se encofrarán las esquinas de la excavación 15 cm por encima de la base de la pared que se pretende apoyar.
4. Se hormigonará con hormigón en masa de  $f_{ck} 150 \text{ kg/cm}^2$ , rebasando en 15 cm la base original de la pared.
5. Se repetirá la operación anterior en los demás pozos de recalce excavados.

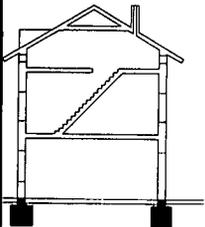
### Comentarios

La distancia entre pozos de recalce, y el ritmo de excavación variará según la anchura del muro, según su rigidez o según el tipo de mortero con que esté hecha y, sobre todo, según la capacidad y la cohesión del propio terreno.

En el caso de que la pared haga las veces de cimientos se procederá según el método descrito.

Si el terreno no es lo bastante coherente, se apuntalarán mediante enanos las esquinas de los pozos.





## Refuerzo de cimientos corridos con pozos de recalce (II)

### Descripción de las anomalías

Aparición de grietas en las paredes o en los tabiques. Los cimientos son insuficientes. Falta de cimientos. Descomposición de los cimientos. Deficiencias del terreno.

Motivos: Asentamientos diferenciales. En los edificios de alta montaña es frecuente que la misma pared debido a su anchura haga las veces de cimientos. Necesidad de cambio de uso y aumento de las sobrecargas. Es frecuente encontrar cimientos de mampostería con mortero de cal de mala calidad. Puede ser necesario excavar hasta encontrar un terreno más firme.

### Descripción del método

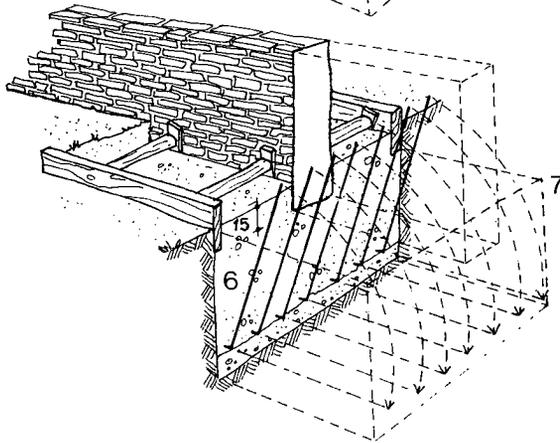
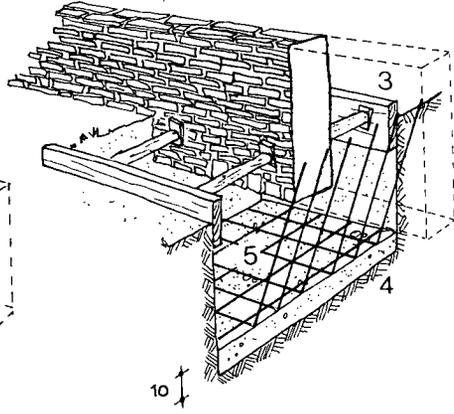
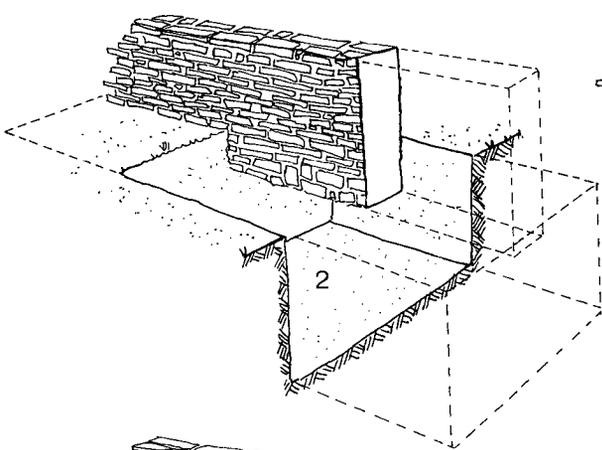
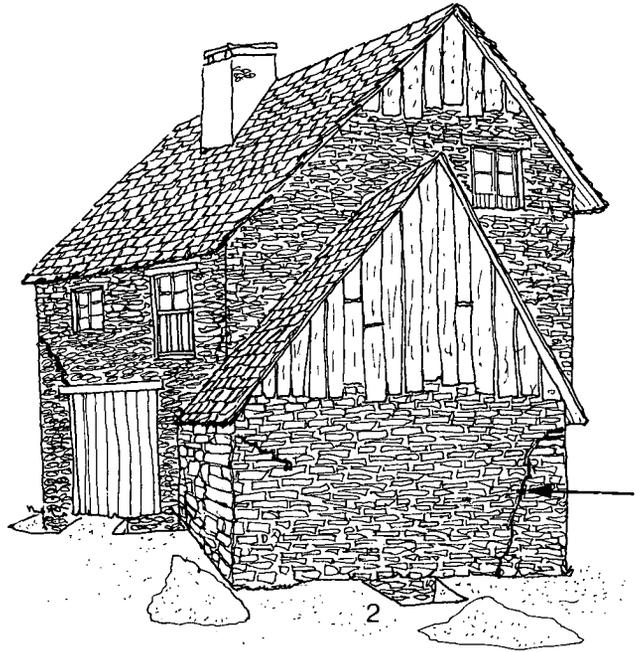
1. El recalce se dimensionará como cimiento nuevo, o bien se calculará la medida de recalce estrictamente necesaria.
2. Se excavarán pozos de recalce, cuya longitud, anchura y profundidad vendrá determinada por el cálculo del recalce.
3. Se encofrarán las esquinas de la excavación 15 cm por encima de la base de la pared que se debe recalzar.
4. Se verterán 10 cm de hormigón de limpieza.
5. Encima de este hormigón se colocarán las armaduras dejándolas dobladas con el fin de conectarlas con las armaduras del pozo de recalce siguiente.
6. Se hormigonará con hormigón  $f_{ck} \geq 175 \text{ kg/cm}^2$ , rebasando en 15 cm el apoyo de la pared original.
7. Se repetirá la misma operación con los demás pozos de recalce uniéndose sucesivamente las armaduras después de haberlas enderezado.

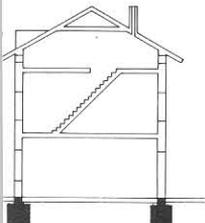
### Comentarios

La distancia entre pozos de recalce y el ritmo de excavación podrá variar según la anchura de la pared, según su rigidez o según el tipo de mortero con el que esté hecha y, sobre todo, según la capacidad y la cohesión del propio terreno.

Si el terreno no es lo bastante cohesivo, se apuntalarán las esquinas de los pozos, mediante rollizos o enanos.

Cuando el recalce de los cimientos haya que hacerlo en un edificio entre medianeras, se deberá tener en cuenta la excentricidad de la carga a la hora de colocar la armadura, o bien deberá hacerse un cimiento profundo a fin de hacerlo trabajar por fricción.





## Anclaje de paredes y muros con micropilotes

### Descripción de las anomalías

Grietas en paredes o muros de contención, existencia de muros desplomados en contacto con el terreno. Desplazamientos de muro.

Motivos: Empujes del terreno que provocan la deformación del muro. Tendencia del muro a desplazarse por resbalamiento sobre el terreno en pendiente. Falta de cimientos del muro.

### Descripción de método

1. Se construirán contrafuertes de hormigón, cuyas dimensiones y distancias vendrán determinadas por el cálculo.
2. Si la calidad del muro no ofrece aún suficientes garantías, deberán construirse nervios de hormigón armado entre estos contrafuertes.
3. Se taladrarán los contrafuertes, el muro y el terreno hasta sobrepasar con seguridad la cuña de deslizamiento de este último, introduciendo a continuación la vaina de inyección en el orificio.
4. Se introducirá la armadura en el interior de la vaina.
5. Se inyectará el mortero, de manera que se forme un bulbo en el extremo de la armadura.
6. Se realizará el anclaje entre la armadura de los micropilotes y los contrafuertes con atornillado manual o mecánico.

### Comentarios

Para aplicar estos métodos debe consultarse con empresas especializadas, ya que la distancia entre agujeros, el análisis del terreno, la tensión de los tornillos, etc. tienen una compleja determinación.

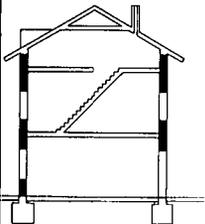
Si el muro es de piedra y se puede romper fácilmente, se pueden amarrar las cabezas de los micropilotes formando zunchos a diferentes alturas.

En el interior de núcleos urbanos, no es recomendable emplear este sistema y en muchos casos fuera de ordenanzas.

Antes de aplicar este método deberá realizarse un minucioso estudio de coste a fin de saber si es mejor aplicarlo o bien utilizar otras técnicas, como pueden ser la mejora del suelo por inyección a fin de hacerlo más estable o bien la demolición y la ejecución del muro de nueva planta.







## Relleno de las juntas de una pared de mampostería

---

### Descripción de las anomalías

Falta de impermeabilidad y de aislamiento de la pared. Disminución del espesor de la pared portante. Descomposición progresiva del mortero con caída de piedras.

Motivos: Erosión del mortero de las juntas a causa de los agentes atmosféricos. Descomposición del mortero a causa de una calidad deficiente.

### Descripción del método

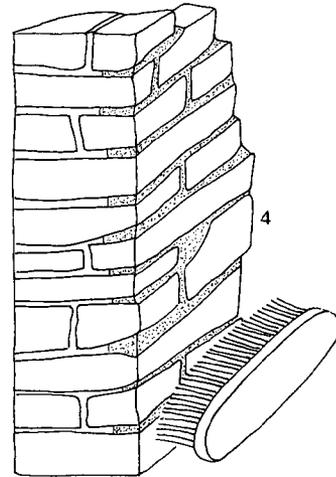
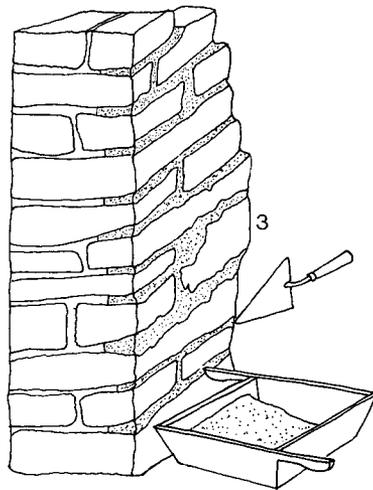
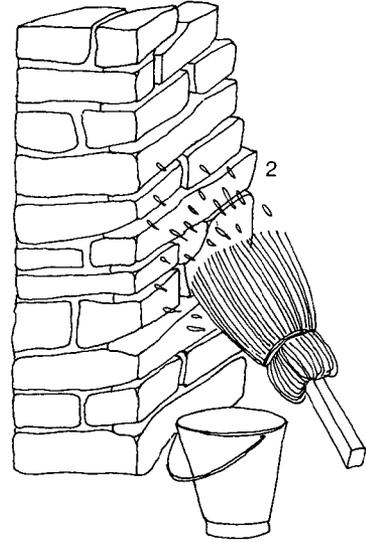
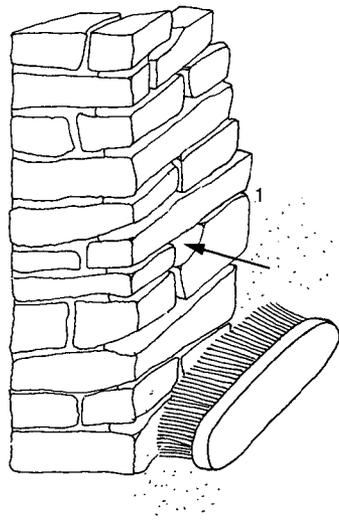
1. Antes de la intervención deberán limpiarse todas las juntas y las piedras que se han de rejuntar, a fin de conseguir la máxima adherencia.
2. Se mojará la piedra para mejorar la adherencia del mortero.
3. Se rejuntará con un mortero especial ligeramente expansivo.
4. Al cabo de 12 horas se podrán cepillar las juntas a fin de dejar la piedra limpia. El cepillado puede hacerse con cepillo de esparto o de puas metálicas.

### Comentarios

Se eliminarán previamente las humedades por capilaridad que presente la pared. En caso de no hacerlo, las humedades continuarán.

Si la piedra tiene la superficie muy lisa deberá ser tratada con el fin de mejorar la adherencia del mortero.

En el caso de utilizar otros tipos de morteros deberá controlarse la retracción.



## Reparación de grietas estabilizadas en paredes exteriores

### Descripción de las anomalías

Grietas en la pared que suponen una falta de confort (entrada de agua, grifo, etc.).

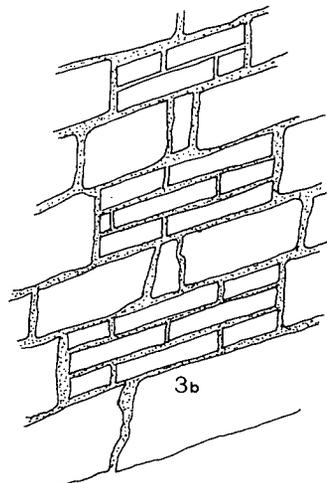
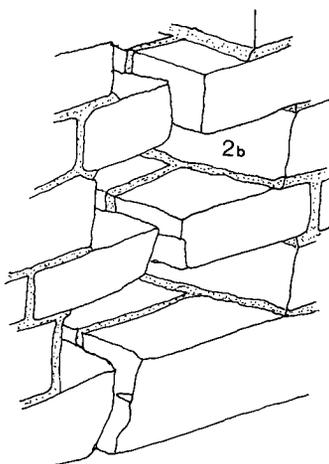
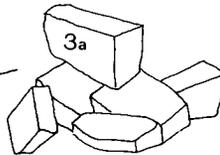
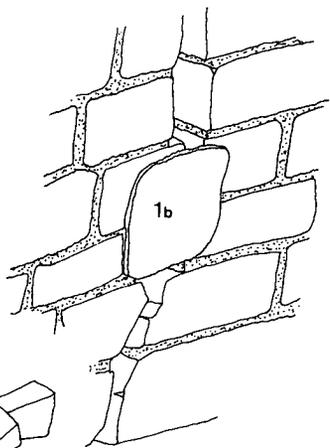
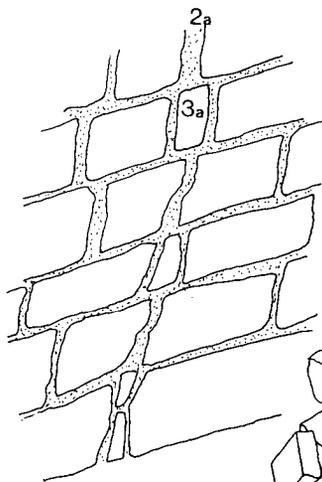
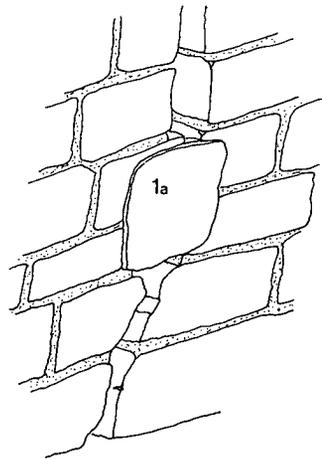
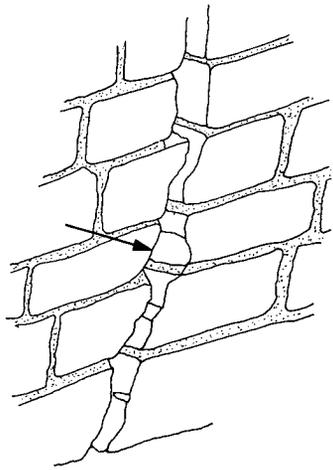
Motivos: Cualquier movimiento del terreno o del edificio.

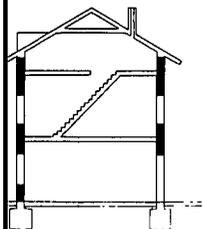
### Comentarios

Sea cual sea el tipo de mortero utilizado no debe ser retractivo.

### Descripción del método

- 1.a. Se colocarán testigos para saber si la grieta es progresiva o bien está estabilizada.
- 2.a. Si la grieta esta estabilizada, se rellenará de un mortero especial ligeramente expansivo.
- 3.a. Si la grieta está suficientemente abierta se colocará el mortero con rípios del mismo tipo de piedra.
- 1.b. Se comprobará inicialmente que la grieta está estabilizada.
- 2.b. Se repicarán y sacarán las piedras rotas dejando enjarjes entre los dos lados del muro.
- 3.b. Se restablecerá la continuidad del muro, llenando los enjarjes (2.b.) con fábrica de ladrillo tomada con mortero M-40/a o M-40/b, llenando las juntas entre fábrica y piedra con un mortero especial ligeramente expansivo.





## Reparación de grietas estabilizadas en paredes interiores

---

### Descripción de las anomalías

Fisuras interiores en paredes o tabiques, producidas por antiguas deformaciones que se han estabilizado.

Motivos: Grietas por asentamientos diferenciales, cuando ya se ha hecho el recalce. Grietas de origen térmico cuando ya se ha aislado térmicamente el elemento que producía las anomalías por dilatación. Fisuras por deformaciones diferenciales en el envigado del techo.

### Descripción del método

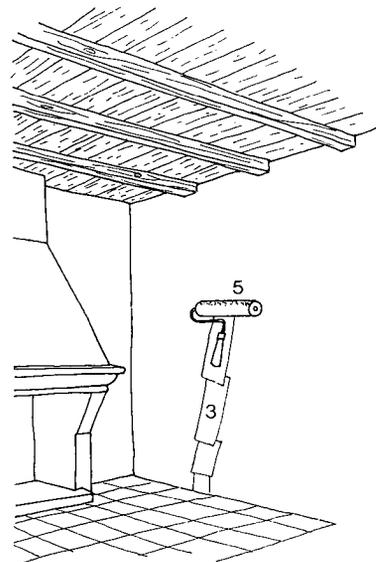
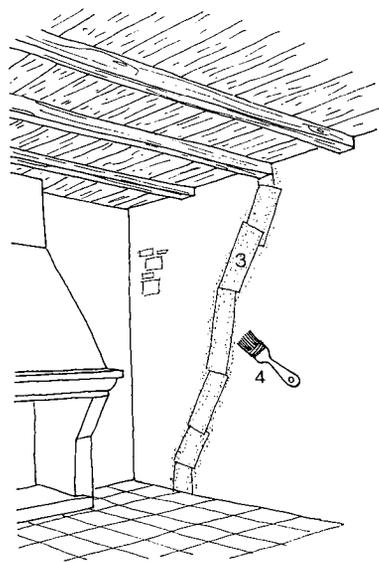
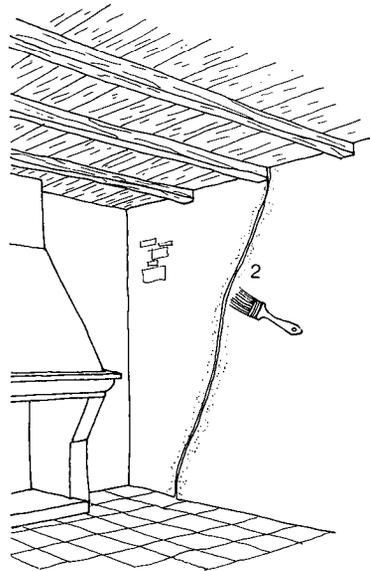
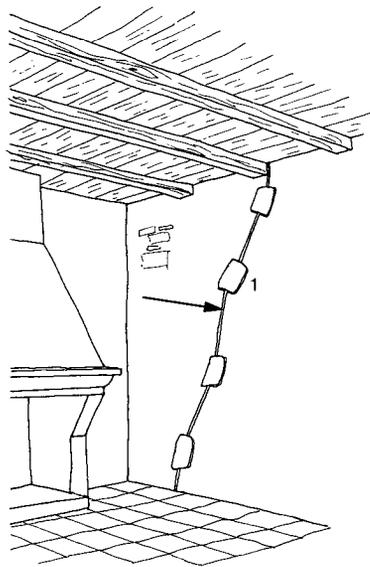
1. Se colocarán testigos para saber si la grieta es progresiva o bien está estabilizada.
2. Si la grieta está estabilizada se impregnarán los bordes de la misma con una resina acrílica.
3. Se colocará una tira de fieltro no tejido de poliéster o una gasa cubriendo la grieta.
4. Se aplicará una segunda capa de resina.
5. Finalmente se pintará con una pintura elástica.

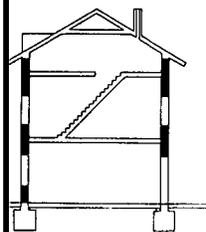
### Comentarios

La solución es suficientemente flexible para absorber algunas décimas de milímetro sin que vuelva a salir la grieta.

Como en todas las soluciones que funcionan por adherencia, deberán limpiarse bien las superficies cepillándolas antes de colocar el adhesivo.

Si la grieta está bastante abierta se puede restablecer la continuidad cosiendo la pared según el método (b) de la ficha EV-2.





## Reparación de humedades por capilaridad mediante drenaje del terreno perimetral

### Descripción de las anomalías

Humedades en las paredes que desde el zócalo afectan las partes bajas del edificio y que pueden llegar hasta 4 y 5 m de altura. Descomposición y desmoronamiento progresivo de la pared.

Motivos: Exceso de agua en el terreno perimetral. El agua sube por capilaridad empapando las paredes. El agua, al helarse por el descenso de la temperatura, aumenta de volumen y provoca la descomposición de la pared.

### Descripción del método

1. Se excavarán zanjas paralelas a los cimientos hasta llegar al suelo sobre el cual se apoyan los cimientos.
2. Se abrirán las zanjas por tramos, según la longitud de los tubos que deban colocarse.
3. Se verterán 10 cm de hormigón pobre en el fondo de la zanja para apoyar el tubo de drenaje.
4. Se colocará una impermeabilización (lámina impermeable o revestimiento de mortero hidrófugo) adosada a la pared y que vaya desde el lecho de hormigón hasta encima del pavimento exterior acabado.
5. Se colocará el tubo de drenaje de hormigón o de plástico encima de la impermeabilización. Si no existe presión de agua se pasará directamente al punto 6.
6. Se llenarán las zanjas de grava según el dibujo.
7. Se pavimentará el perímetro del edificio, 1,50 m de anchura como mínimo, encima de la zona drenada.

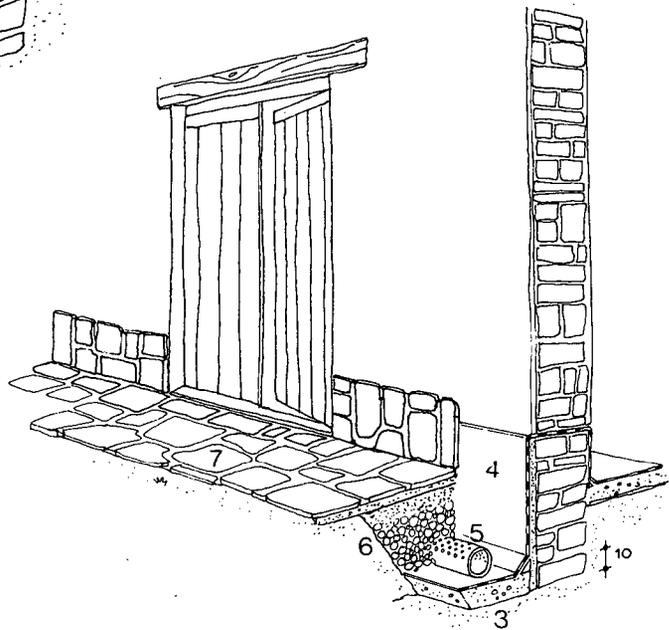
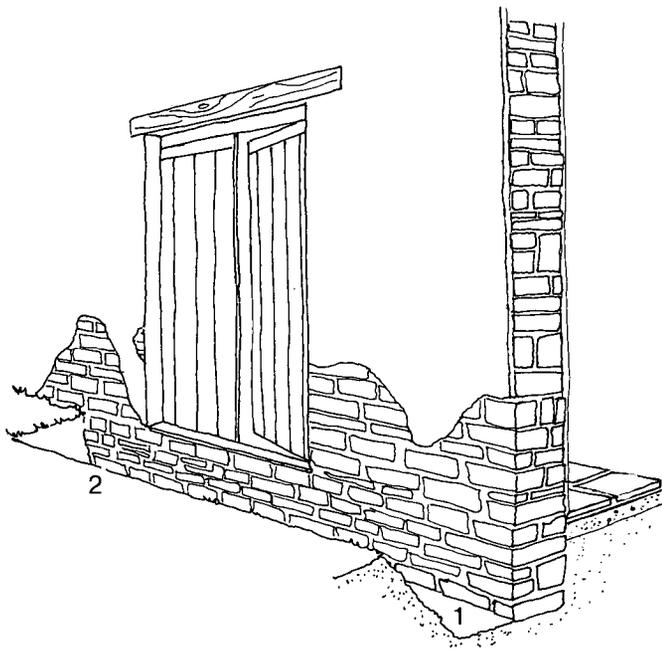
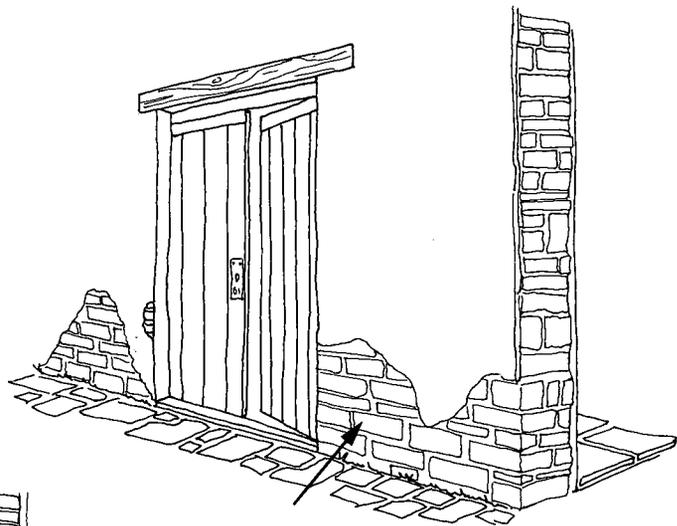
### Comentarios

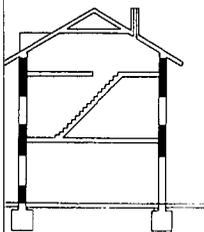
Debido a que es frecuente, en edificios de alta montaña, que la misma pared haga el cimiento, deberá evitarse el hecho de recalzar la pared cuando se excaven las zanjas.

Se conectará el drenaje a la red general de evacuación o al pozo muerto.

Es recomendable hacer arquetas de registro.

Debe compactarse la zona rellena a fin de evitar movimientos en el pavimento perimetral.





## Reparación de humedades por capilaridad mediante inyección de productos químicos hidrófugos

### Descripción de las anomalías

Humedades en las paredes de la parte baja del edificio y en los sótanos. Descomposición y desmoronamiento progresivo de la pared.

Motivos: Exceso de agua en el terreno perimetral. El agua sube por las paredes por capilaridad. El agua, al helarse por el descenso de la temperatura, aumenta de volumen y provoca la descomposición de la pared.

### Descripción del método

1. Se rejuntarán, si procede, todos los orificios y grietas, según las recomendaciones de las fichas EV-1 o EV-2 (en paredes de mampostería se hará por ambas partes) para que la pared presente una estructura compacta.
2. Se practicarán agujeros en la pared con un taladro de 12 a 17 mm de  $\varnothing$ . Si la actuación debe hacerse por las dos caras, los taladros tendrán una profundidad igual a las 2/3 partes del grosor de la pared y la distancia entre agujeros será de 20 a 24 cm. Si la actuación debe hacerse sólo por una cara, los agujeros tendrán una profundidad igual al grosor de la pared menos 5 cm y la distancia entre agujeros será de 14 a 18 cm. Los agujeros tendrán una inclinación aproximada de  $30^{\circ}$  en dirección al suelo. Si la actuación es por ambas caras los taladros se harán al tresbolillo.
3. Se colocarán las boquillas de inyección en los orificios.
4. Se inyectará el producto con hidrofugantes hasta saturar el grosor del muro.

### Comentarios

Es recomendable consultar la dosificación con empresas especializadas.

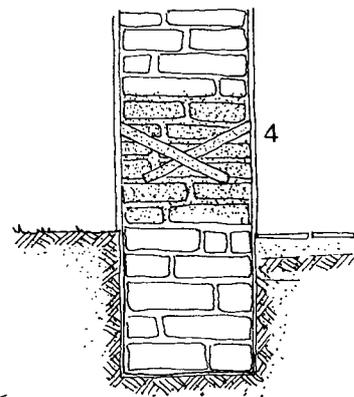
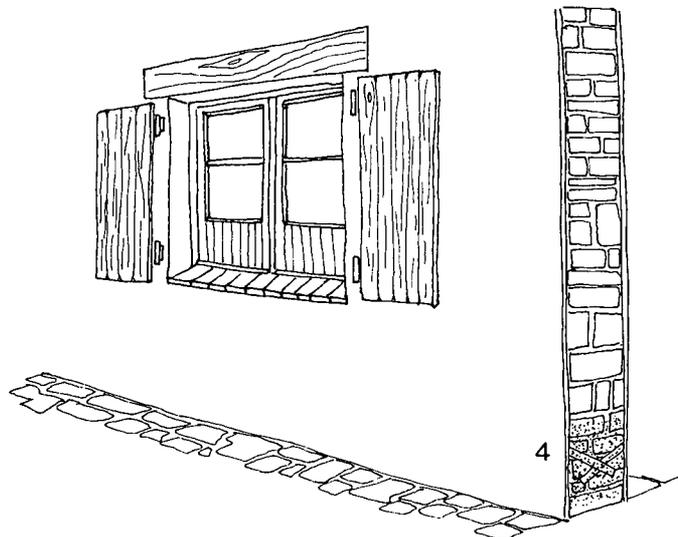
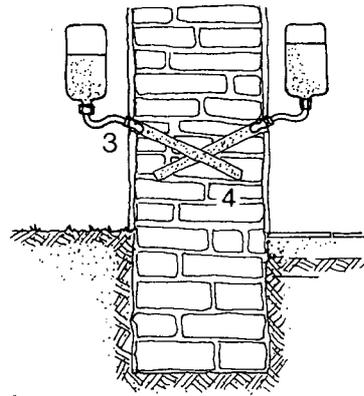
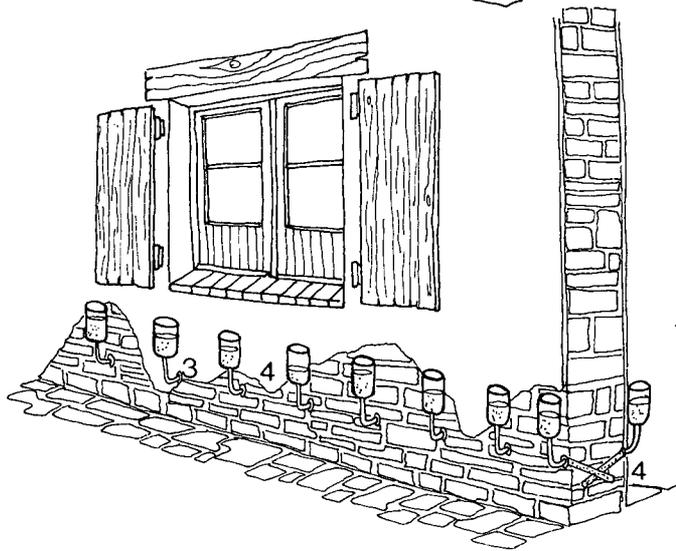
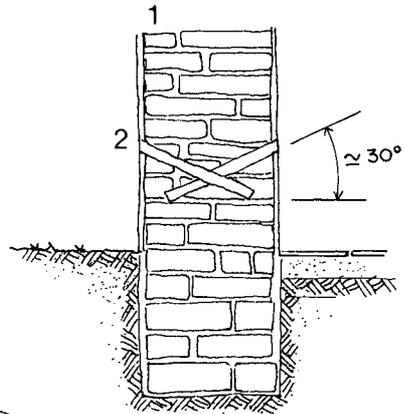
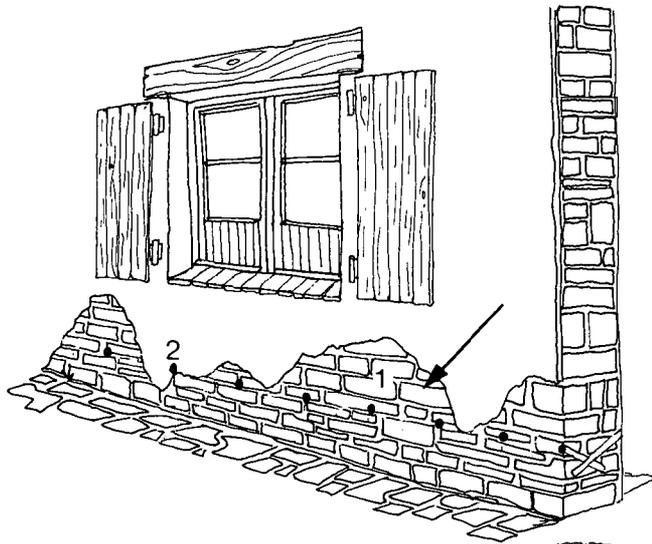
La dosis aproximada para crear una barrera horizontal será:

— Pared de 38 cm de grosor 3-3,5 l/ml.

— Pared de 50 cm de grosor 4-4,5 l/ml.

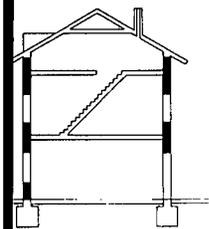
— Pared de 70 cm de grosor 5,5-6,6 l/ml.

Se puede acompañar este tratamiento con otros tratamientos de drenaje alrededor de los cimientos o de impermeabilización interior.









## Restitución de una dovela caída a su lugar de origen

---

### Descripción de las anomalías

Dovelas de un arco fuera de su lugar.

Motivos: Separación de las dovelas del arco por el asentamiento de uno de los apoyos.

Aumento de cargas o sobrecargas y falta de dimensionado en los contrafuertes.

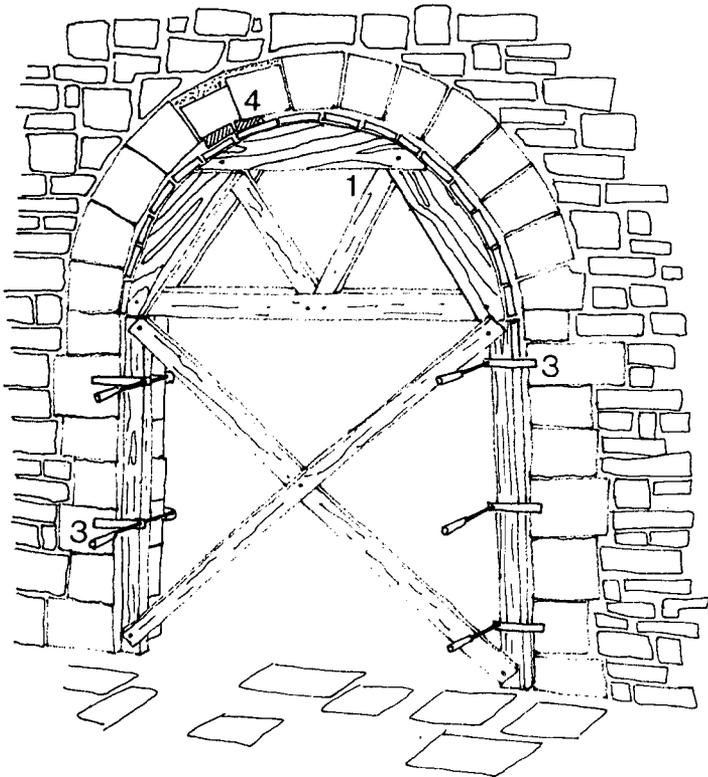
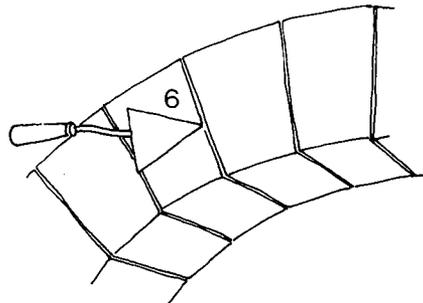
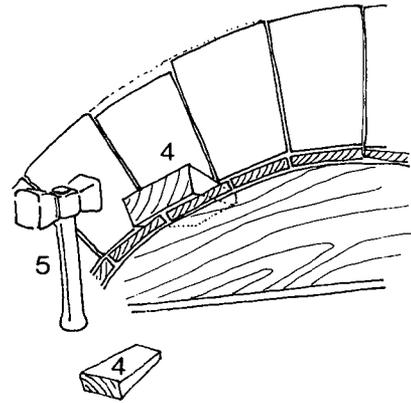
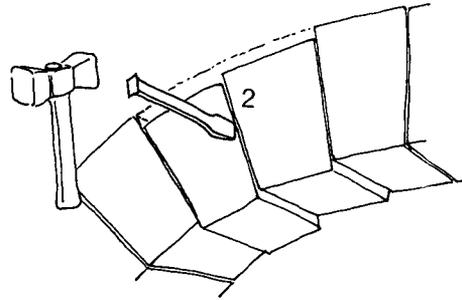
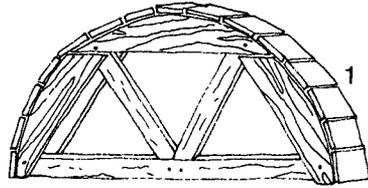
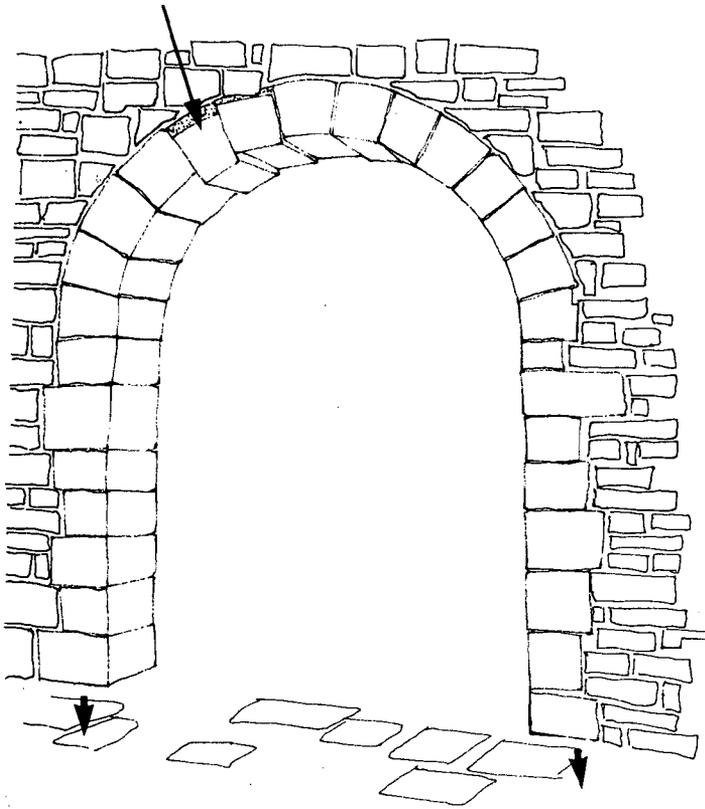
### Comentarios

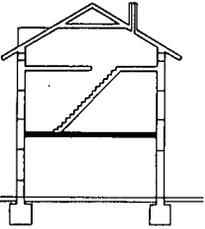
La operación es muy sencilla si todas las dovelas se apoyan en la cimbra y están bien acunadas.

Es recomendable resolver, simultáneamente, los motivos que han provocado la apertura del arco.

### Descripción del método

1. Se construirá una cimbra que se adapte al arco existente.
2. Se limpiará, picando o con sierra de disco, la junta entre la dovela caída y las dovelas colindantes, así como el espacio vacío que habrá dejado la dovela al descender.
3. Se fijará la cimbra contra el arco de forma rígida, para que no se mueva.
4. Se colocarán cuñas entre la cimbra y la dovela caída.
5. Se irán introduciendo lentamente las cuñas con el fin de que la dovela vaya subiendo hasta ocupar su lugar original.
6. Finalmente se inyectará mortero en la junta.





## Aumento de la sección resistente de una viga de madera con tablones adosados

### Descripción de las anomalías

La sección de la viga no tiene suficiente capacidad para absorber las cargas previstas.

La capacidad de carga de la viga es inferior a la permisible.

Motivos: Aumento de la sobrecarga de uso.

Aumento de la seguridad estructural.

### Descripción del método

1. Se estudiará el diagrama de momentos de la viga.
2. Se calcularán las secciones de madera que deben añadirse lateralmente, de forma que el momento de inercia y el módulo resistente resultante sean suficientes.
3. Se aumentará la sección encolando lateralmente los tablones que deben añadirse y fijándolos con tornillos pasantes.

### Comentarios

Tabla orientativa:

Intereje 70 cm

Carga inicial 900 kg/m<sup>2</sup>

Carga final 1500 kg/m<sup>2</sup>

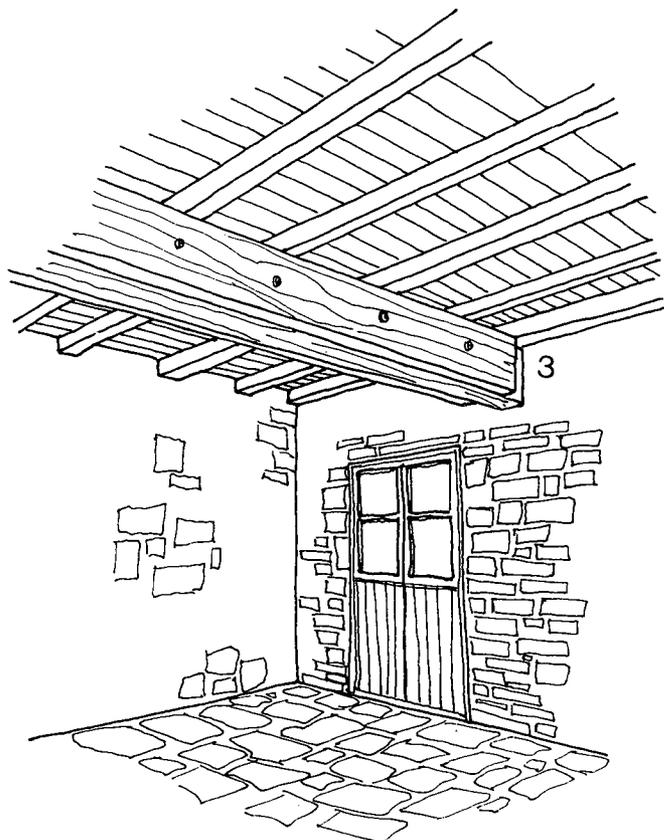
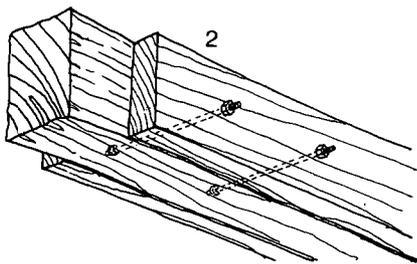
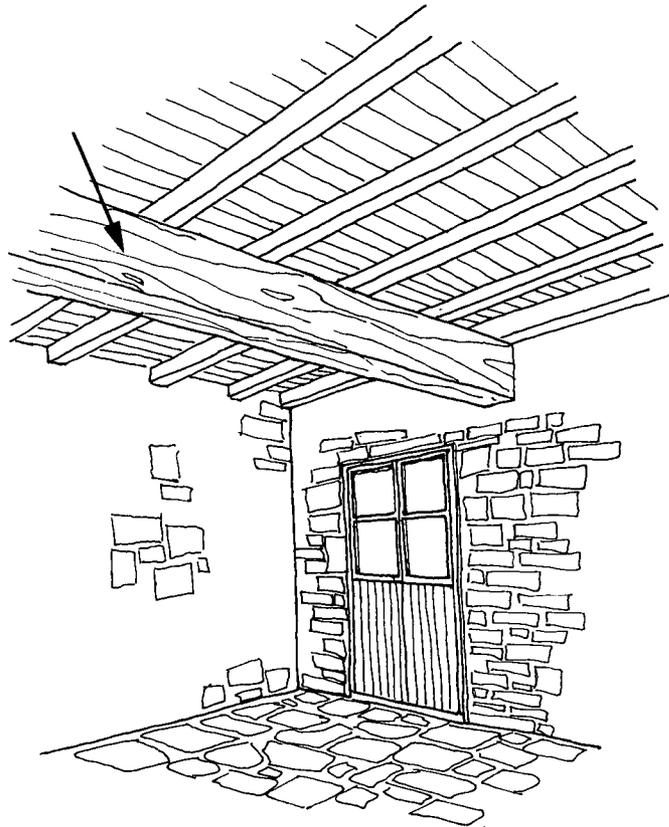
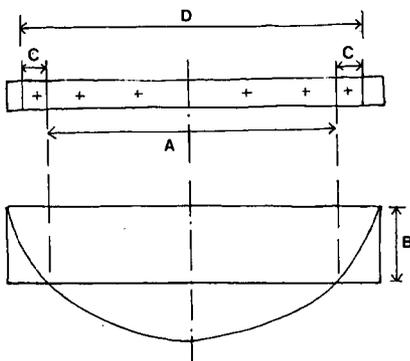
Longitud	Sección inicial	q/ml inicial	q/ml final	Secciones añadidas	I inicial cm <sup>4</sup>	I final cm <sup>4</sup>
3 m	8×16	210	350	2 de 8×12	2730	4550
4 m	10×18	210	350	2 de 8×15	4860	8100
5 m	12×20	210	350	2 de 8×16	8000	13300

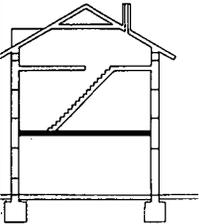
A - ZONA QUE SE DEBE REFORZAR.

B - MOMENTO QUE ABSORBE LA SECCION INICIAL.

C - LONGITUD DE SOLAPE.

D - REFUERZO REAL QUE DEBE HACERSE.





## Refuerzo de una viga de madera con perfiles de acero laminado (I)

---

### Descripción de las anomalías

Vigas de madera con falta de seguridad.  
Exceso de flecha.

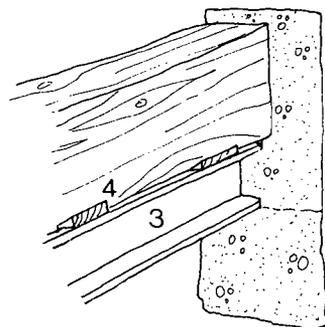
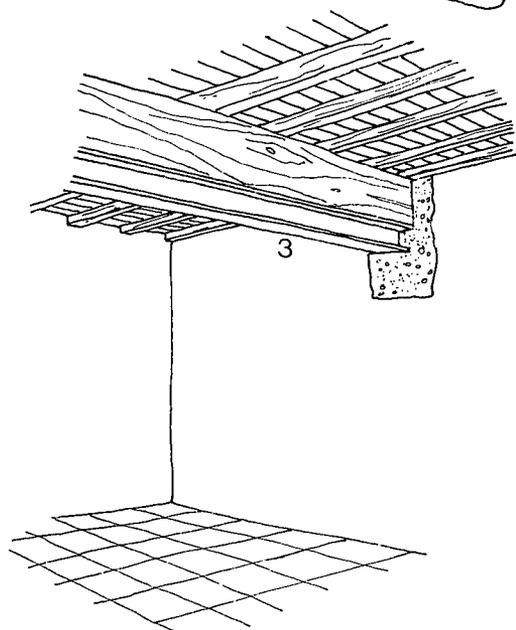
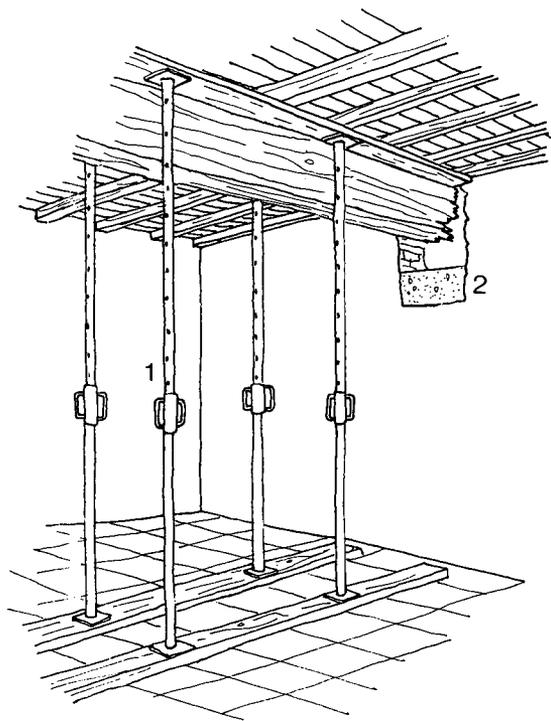
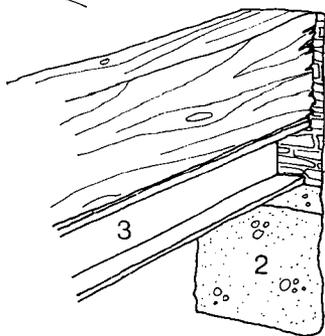
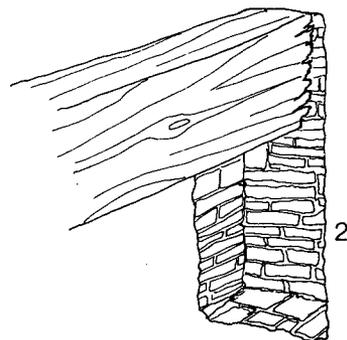
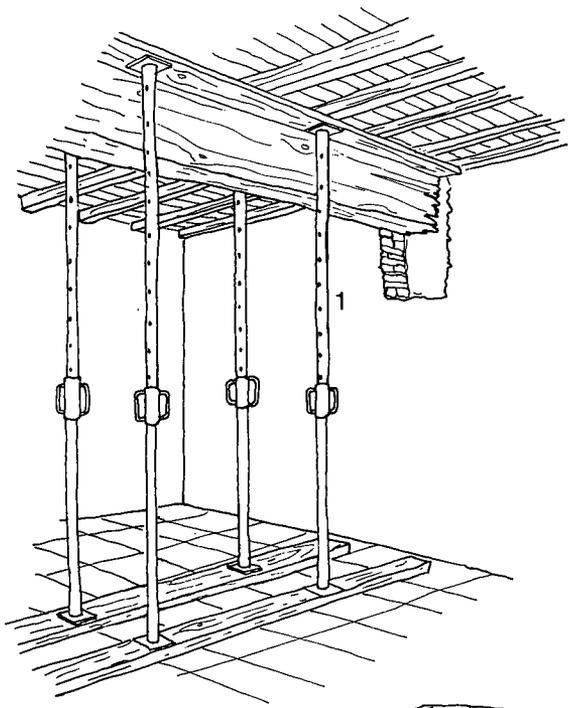
Motivos: Aumento de las sobrecargas de uso.  
Podredumbre de las cabezas de las vigas.  
Dimensionado inicial insuficiente.

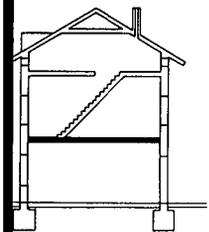
### Comentarios

Este método puede servir además de para reforzar una viga existente, para sustituir una viga muy dañada por otra nueva. En este último caso deberá fijarse cuidadosamente el apeo del tramo de techo que se apoyaba sobre la viga.

### Descripción del método

1. Se apeará el tramo del techo que apoya sobre la viga.
2. Se practicará un agujero en la pared, construyendo un dado de apoyo de hormigón para repartir las cargas de la viga de refuerzo.
3. Se colocará un perfil de refuerzo (previa protección de su cabeza con pinturas antioxidantes) debajo de la viga dañada.
4. Se rellenará el espacio entre la viga y el perfil de refuerzo con mortero o bien, con cuñas para hacerlo entrar en carga.





## Refuerzo de una viga de madera con perfiles de acero laminado (II)

### Descripción de las anomalías

Vigas de madera con falta de seguridad.  
Exceso de flecha.

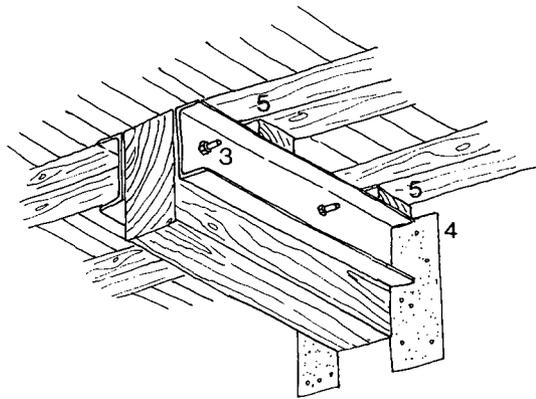
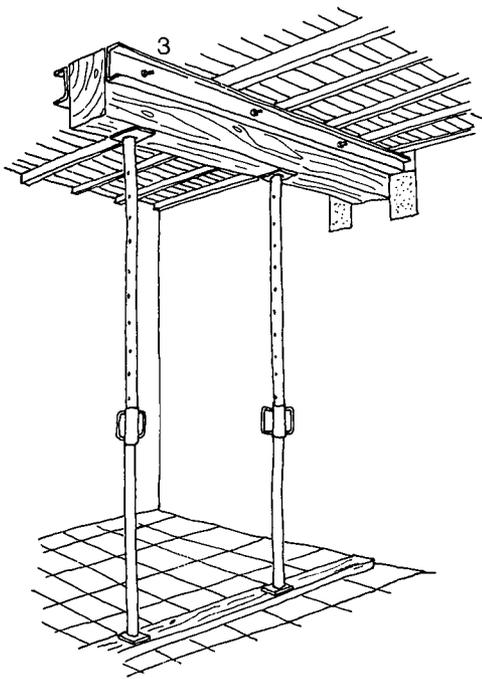
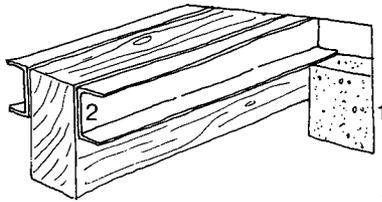
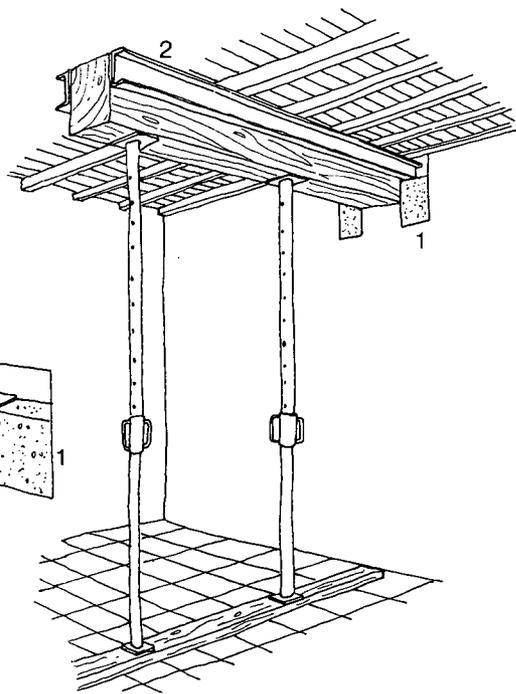
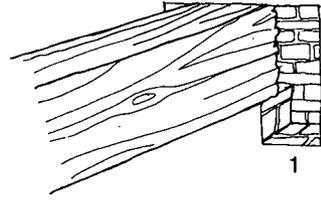
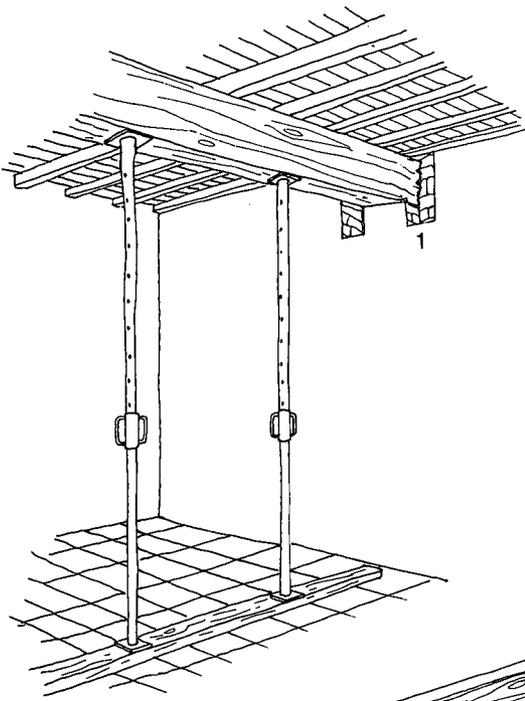
Motivos: Aumento de las sobrecargas de uso.  
Podredumbre de las cabezas de las vigas.  
Degradación parcial de las vigas a causa de los insectos xilófagos.  
Dimensionado inicial insuficiente.

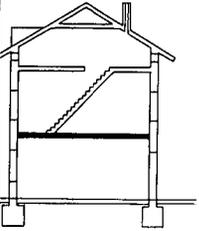
### Comentarios

Si la patología es a causa de los insectos, deberán eliminarse previamente con tratamientos químicos (ver ficha EH-10).

### Descripción del método

1. Se harán dos agujeros en la pared de los lados del apoyo de la viga afectada y se construirán dos dados de hormigón para repartir las cargas de las vigas de refuerzo.
2. Se colocarán dos perfiles laminados en forma de U cogidos a ambos lados de la viga afectada (previa protección de sus cabezas con pinturas antioxidantes).
3. Se colocarán tornillos pasantes entre las dos nuevas vigas de refuerzo y la madera existente para que actúen a la vez.
4. Se rellenarán de nuevo los agujeros hechos para apoyar las vigas de refuerzo.
5. Se llenará con cuñas el espacio entre las nuevas vigas y el techo para hacer entrar en carga el forjado.





## Refuerzo de un envigado de madera, por acortamiento de la luz de las vigas

---

### Descripción de las anomalías

Exceso de flecha.  
Envigado de madera con falta de seguridad.

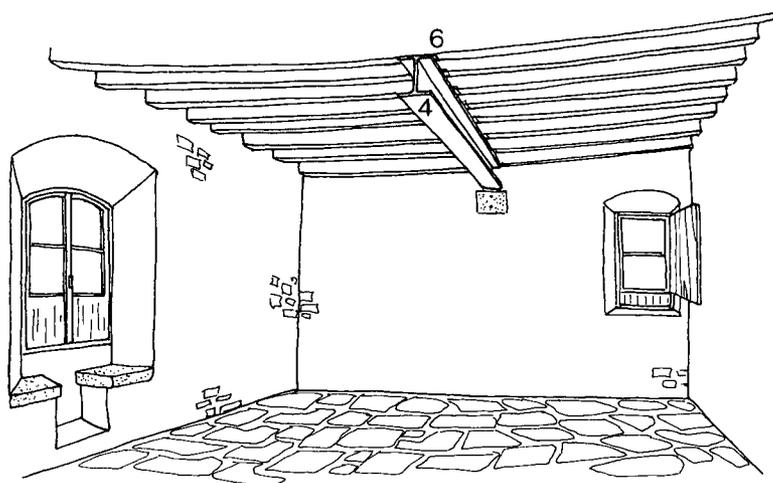
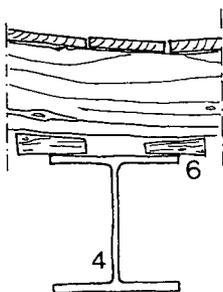
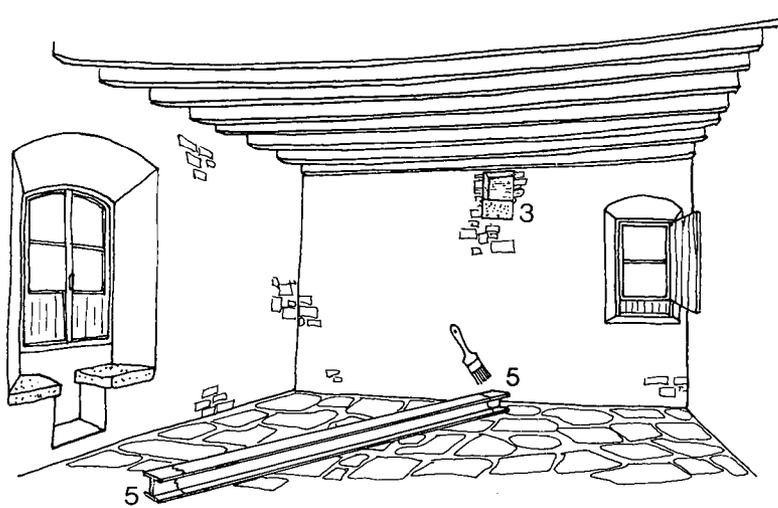
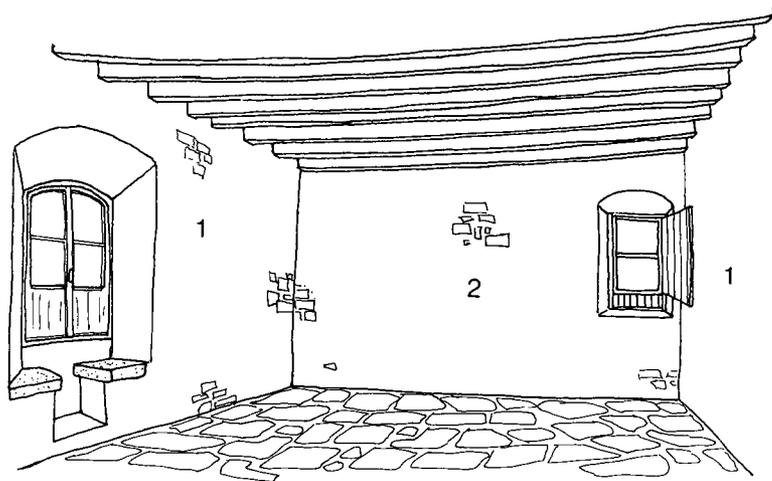
Motivos: Aumento de las sobrecargas de uso.  
Deformación por envejecimiento del material.  
Dimensionado inicial insuficiente.

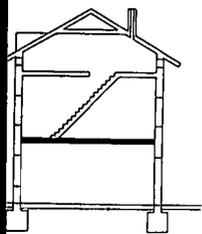
### Comentarios

Si la luz del envigado fuera muy grande, es mejor colocar perfiles de refuerzo de la misma manera, pero a 1/3 y 2/3 de la luz.

### Descripción del método

1. Se definirán en la crugia cuales son las paredes portantes de la crugia.
2. Se calculará si los muros testeros de la crugia pueden aguantar el apoyo de la viga de refuerzo.
3. Se agujerearán los testeros construyendo un dado de hormigón para apoyar el perfil de refuerzo.
4. Se colocará el perfil por debajo del techo, perpendicularmente a éste y en el centro de la luz.
5. Deberá pintarse con pintura antioxidante el perfil que se empotre en la pared.
6. Se colocarán cuñas entre el perfil y las vigas viejas haciéndolas entrar en carga.





## Refuerzo del apoyo de una viga de madera (I)

### Descripción de las anomalías

Podredumbre de la cabeza de la viga.  
Ataque de insectos.  
Poca superficie de apoyo.

Motivos: La humedad en la zona de apoyo produce podredumbre de las cabezas de la viga. (El sonido de la viga al golpearla dirá si está afectada por el ataque de insectos -un sonido sordo quiere decir que está afectada-, clavando un destornillador o una barrena se detecta también si está afectada -una entrada fácil de la herramienta significa que lo está-).

La falta de apoyo viene señalada por el desconchamiento del muro o de la pintura en el punto donde la viga entra en el muro.

### Descripción del método

1. Se apeará la viga afectada.
2. Se eliminará toda la madera atacada, hasta llegar a la madera sana; también se limpiará el espacio de la pared donde apoya la viga.
3. Se practicarán taladros en la madera buena en dirección al punto de apoyo, para recibir las barras de la armadura.
4. Se introducirán las barras de la armadura (fibra de vidrio con resinas) en el lugar que previamente ha quedado establecido mediante el cálculo.
5. Se colocará el encofrado (provisional o perdido).
6. Se verterá el mortero de resinas en la proporción determinada por el cálculo.
7. Se retirará el encofrado y se tapaná el resto del agujero.

### Comentarios

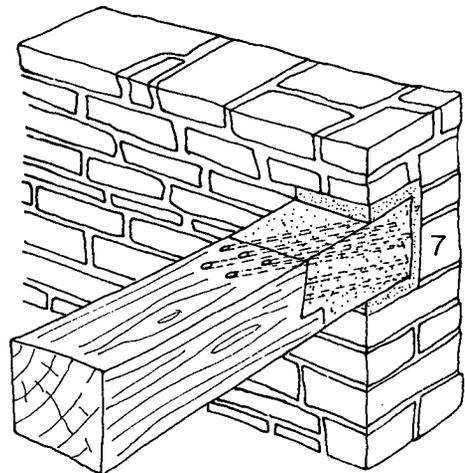
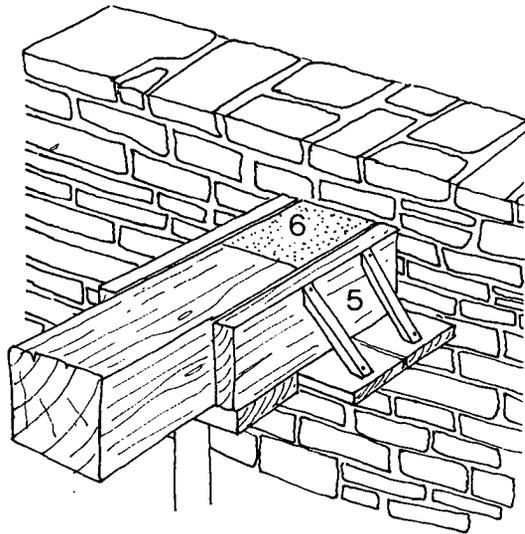
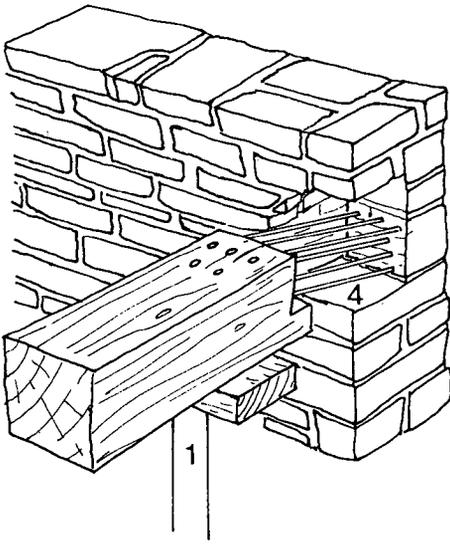
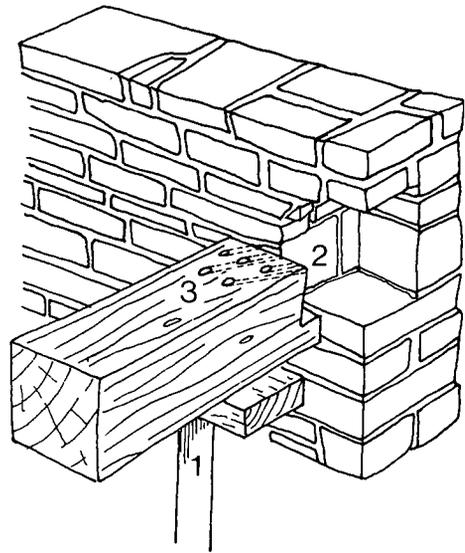
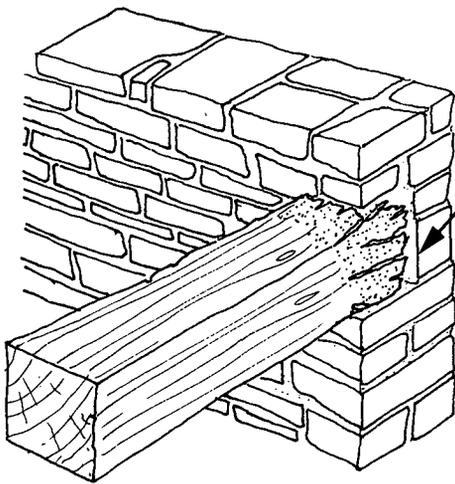
El mortero queda perfectamente adherido a la madera.

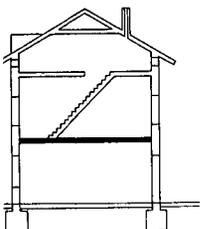
Esta técnica se denomina BETA por ser el nombre de la patente del sistema.

Las cabezas de las vigas tratadas no absorben agua porque con el mortero quedan los poros sellados.

Es indispensable para este tipo de tratamiento consultar a una empresa especializada.

El coste de esta solución la hace más recomendable para vigas grandes.





## Refuerzo del apoyo de una viga de madera (II)

### Descripción de las anomalías

Podredumbre de la cabeza de las vigas.  
Ataque de los insectos.  
Falta de superficie de apoyo.

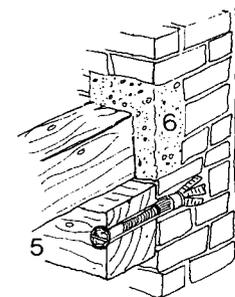
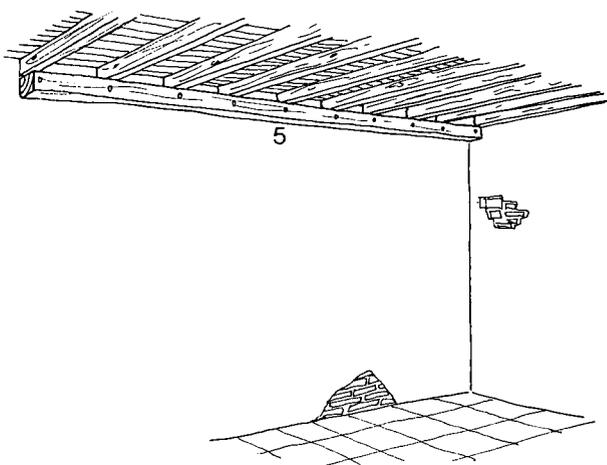
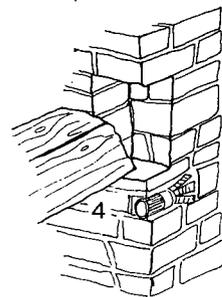
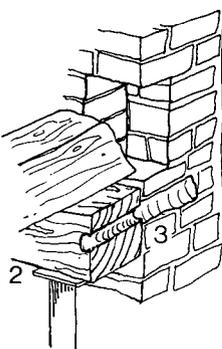
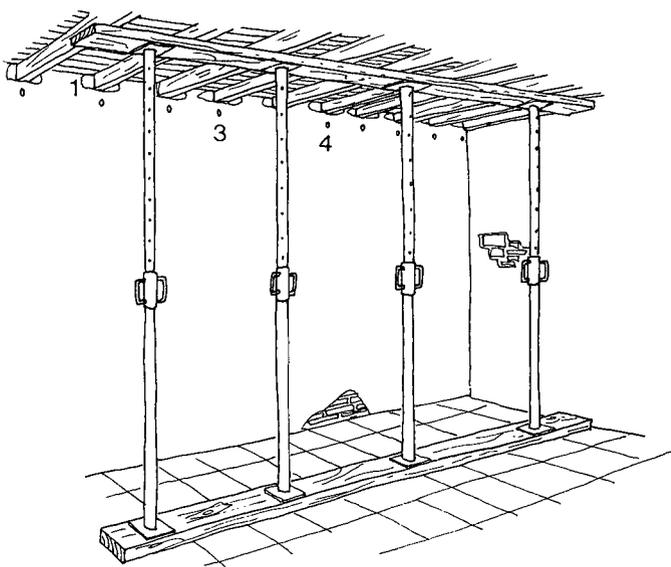
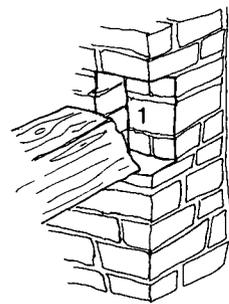
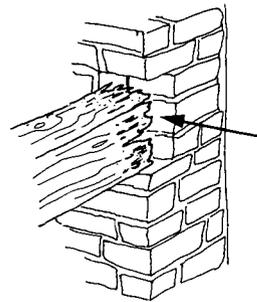
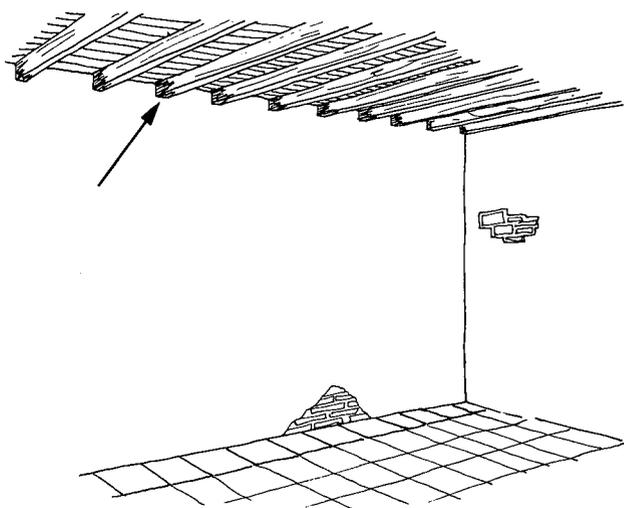
Motivos: La humedad en la zona de carga produce la podredumbre de las cabezas de las vigas. (La prueba del sonido dirá si han sido atacadas por los insectos -un sonido sordo a la percusión significa que está afectada-, también se puede reconocer si está afectada cuando una barrena se clava fácilmente en la viga.

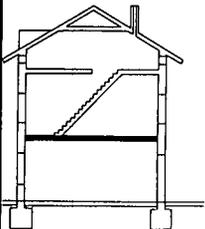
### Descripción del método

1. Se limpiará la madera afectada.
2. Se presentará la jácena longitudinal de refuerzo apoyada sobre puntales y bien atracada contra las vigas existentes.
3. Se marcarán los taladros de las fijaciones a través de la jácena de refuerzo. Estos taladros se situarán en la vertical del apoyo de las vigas existentes.
4. Se sacará la jácena de refuerzo y se colocarán los tacos.
5. Se colocará la jácena y se fijará.
6. Se rellenará de hormigón el agujero en la cabeza de las vigas averiadas.

### Comentarios

Las diferentes alturas existentes entre el plano inferior del envigado y la nueva jácena se suplementarán mediante cuñas. Este sistema es aplicable cuando sólo están deterioradas las cabezas de las vigas.





## Colocación de un tensor o de un zuncho de pletinas de hierro

### Descripción de las anomalías

Desolidarización entre los techos y los muros de carga disminuyendo la superficie de apoyo.

Aparición de grietas por abertura de los muros exteriores.

Motivos: Movimientos del terreno.

Empujes provocados por la cubierta.

Otros movimientos del edificio.

### Descripción del método

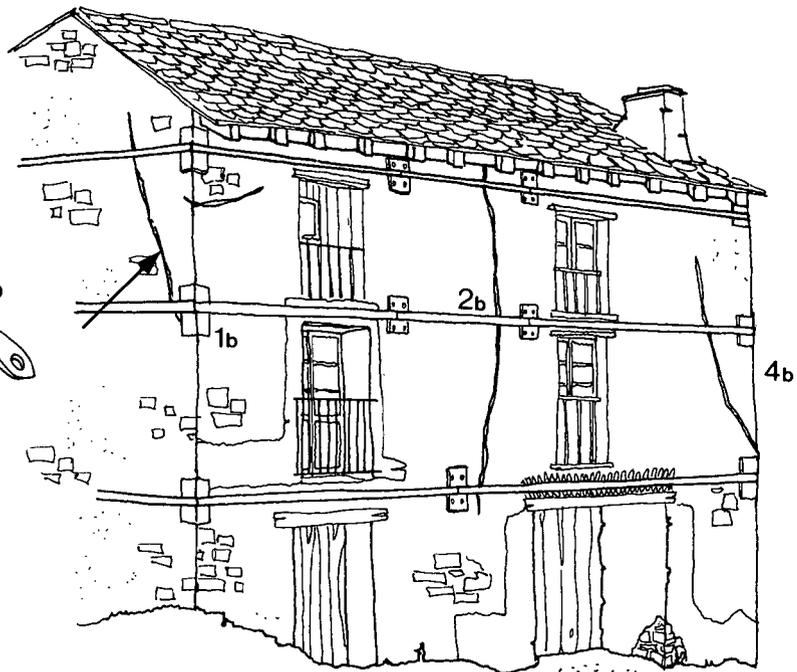
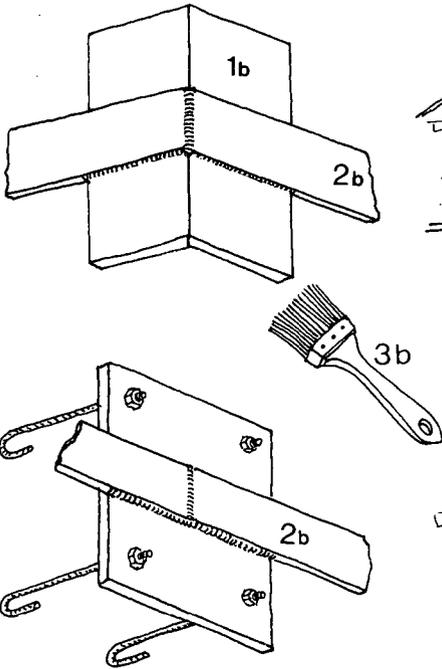
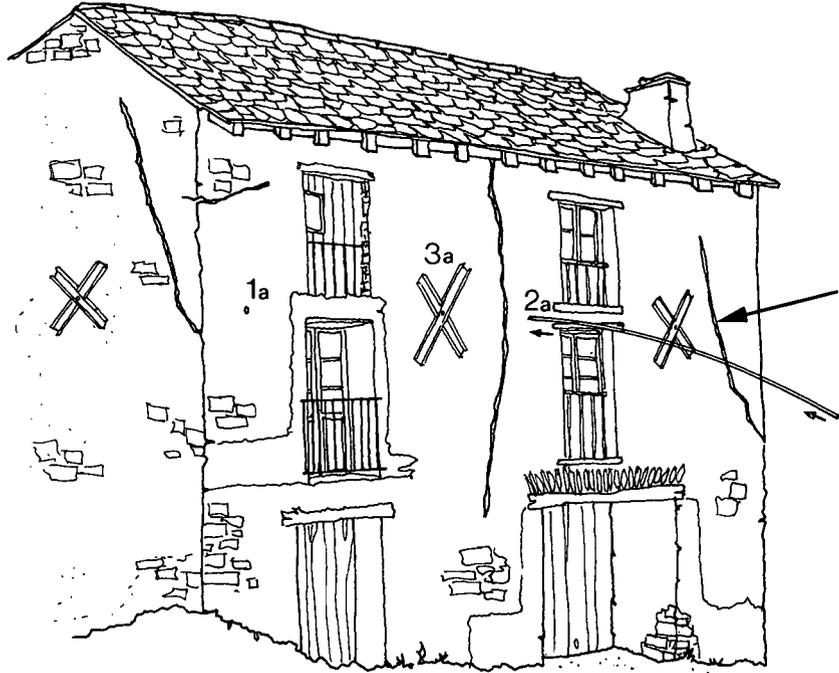
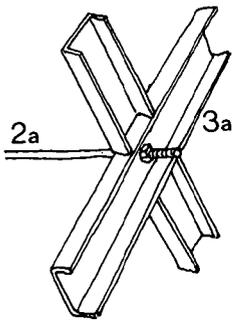
- 1.a. Se taladrarán los muros a la altura de los techos perpendicularmente a las fachadas.
- 2.a. Se pasarán redondos de hierro lisos por estos agujeros a una distancia que vendrá definida por las grietas existentes.
- 3.a. Se colocarán perfiles laminados o pasamanos en forma de cruz atornillados a estos tensores y cosiendo las fachadas.
- 1.b. Se colocarán a la misma altura del techo, guardacantos hechos con pletinas metálicas o con perfiles laminados normalizados.
- 2.b. Se conectarán estos perfiles con tensores hechos con redondos de acero o pletinas.
- 3.b. Se tratará todo el hierro con productos antioxidantes (minio, pintura de plomo, etc.) y una capa de pintura impermeable definitiva (esmalte).
- 4.b. Este proceso deberá repetirse a la altura de cada techo, a modo de zunchado exterior.

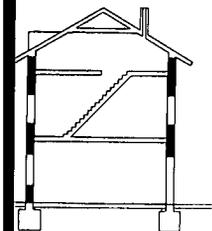
### Comentarios

En zonas donde el tensor sea muy largo, deberán hacerse anclajes intermedios en el muro mediante pletinas fijadas con tacos (mecánicos o químicos).

Si la pared no tiene la suficiente consistencia, deberá colocarse otro tipo de anclaje en lugar de tacos.

En el caso b, deberá tenerse cuidado en el diseño, ya que la solución constructiva queda vista.





## Reparación de un dintel de piedra fisurado

---

### Descripción de las anomalías

Grieta de flexión en un dintel de piedra.

Motivos. Dimensión insuficiente con relación a la luz. Desplazamiento de las jambas que producen esfuerzos no previstos.

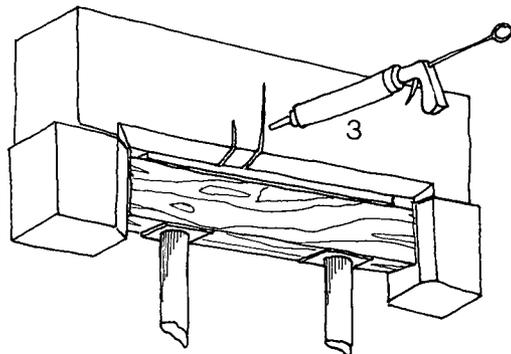
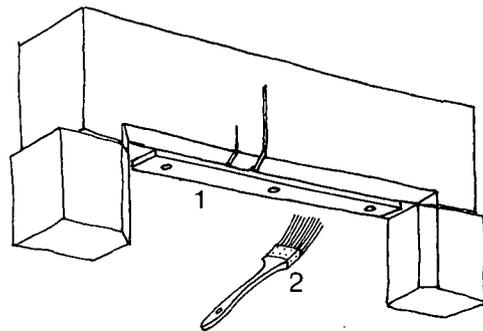
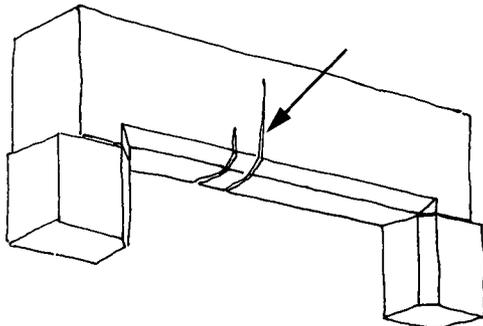
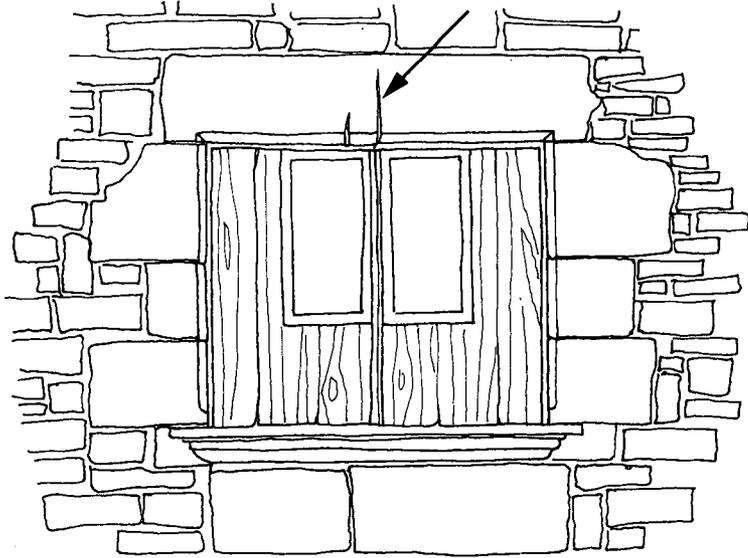
Rotura de la piedra en la sección crítica.

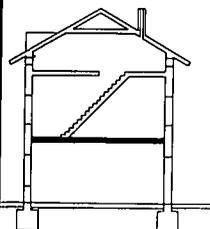
### Comentarios

Si la solución es por adherencia, se deberá tener mucho cuidado en limpiar las superficies que se quieren adherir.

### Descripción del método

1. Se colocará una pletina de hierro en la cara inferior del dintel adherida con mortero de resina epoxídica o fijada con tacos químicos o mecánicos.
2. Se pintará la pletina de hierro con pinturas antioxidantes (minio, pintura de plomo, etc.) y una capa de pintura impermeable definitiva (esmalte).
3. Se rellenará la grieta con resina inyectada a fin de restituir la continuidad del dintel.





## Tratamiento curativo de elementos lineales de madera

### Descripción de las anomalías

Ataque de insectos.

Motivos: Los insectos xilófagos se comen la madera (la prueba del sonido dirá si han sido atacadas por los insectos —un sonido sordo a la percusión quiere decir que está afectada—. También puede reconocerse probando si un destornillador se clava fácilmente a la viga).

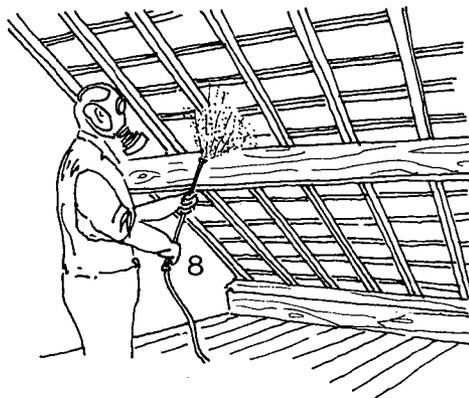
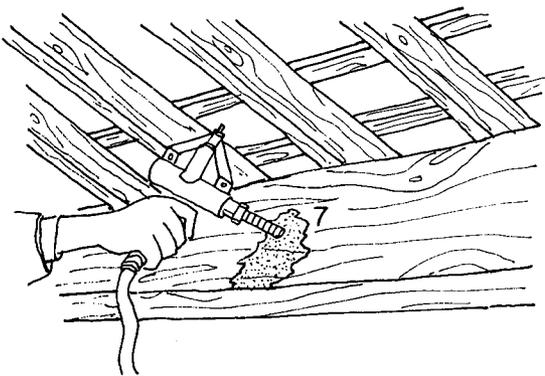
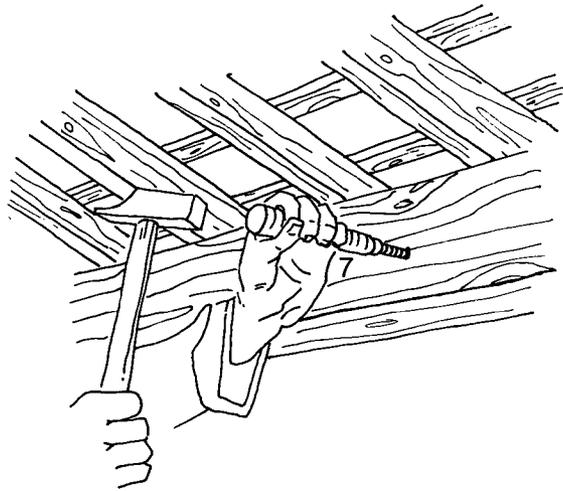
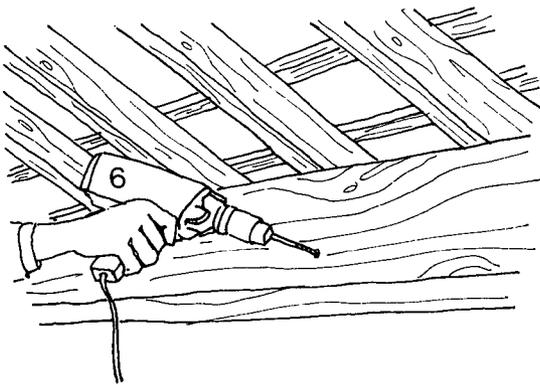
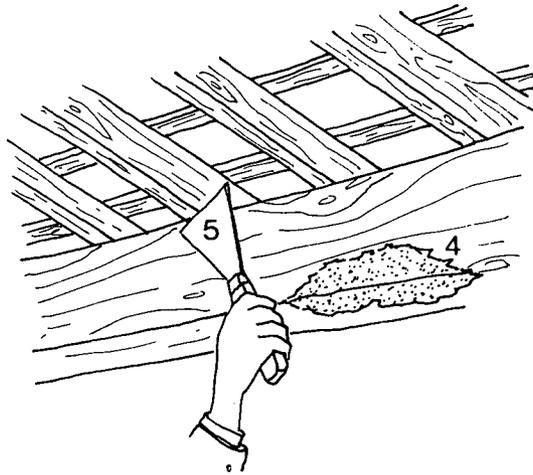
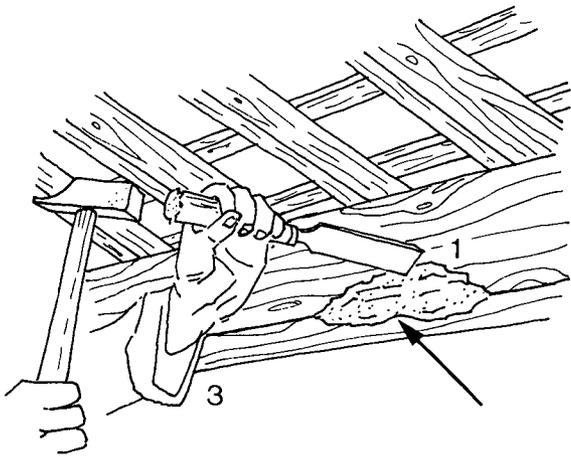
### Descripción del método

1. Se determinará la profundidad hasta donde llega el ataque.
2. Se comprobará por medio de cálculo la capacidad mecánica de las piezas atacadas.
3. Se eliminará la madera atacada y se limpiará el hueco resultante.
4. Se colocará en el lugar de la madera eliminada una sección equivalente de madera tratada o bien de mortero de resina epoxi.
5. Se abrirá el poro de la madera rascando la pintura, el barniz, o cualquier otro producto que lo tape.
6. Se agujereará la madera a fin de inyectar insecticida.
7. Se inyectará sin presión un insecticida oleoso hasta que empape la madera.
8. Se terminará el tratamiento, pulverizando o pintando la parte exterior de las piezas tratadas con un protector; también de tipo oleoso.

### Comentarios

En el caso de las termitas, es fundamental destruir el termitero o bien poner suficientes barreras químicas para que las termitas no puedan acceder a las piezas atacables.

Protectores de la madera	Dosis	Acabado
Oleoso curativo carcoma	350 cc/m <sup>2</sup>	8 días después. Protector, barniz o pintura
Oleoso curativo y preventivo carcoma y termitas	200-400 cc/m <sup>2</sup>	2 semanas después. Protector, barniz o pintura
Oleoso preventivo contra insectos y hongos xilófagos	200 cc/m <sup>2</sup>	2-4 semanas después. Protector, barniz o pintura
Oleoso preventivo y curativo contra termitas	5 l/m	—



## Transmisión de las cargas de una viga de madera dañada a las colindantes

### Descripción de las anomalías.

Existencia de alguna viga dañada entre dos vigas en buen estado.

Motivos: Envejecimiento de la viga.  
Ataque de insectos xilófagos.  
Podredumbre de la viga por humedades locales

### Descripción del método

1. Se comprobará el estado estructural del techo para determinar que las vigas colindantes a la dañada están en buen estado.
2. Se levantará el pavimento superior por puntos y sobre el eje de las vigas laterales a la dañada para permitir el atornillado de la reparación.
3. Se construirán unas pletinas o flejes en forma de V que abrazando por debajo la viga dañada vayan a anclarse en la cara superior de las vigas de ambos lados. Estas pletinas deberán estar correctamente protegidas con pintura antioxidante.
4. Se restituirá el pavimento levantado.

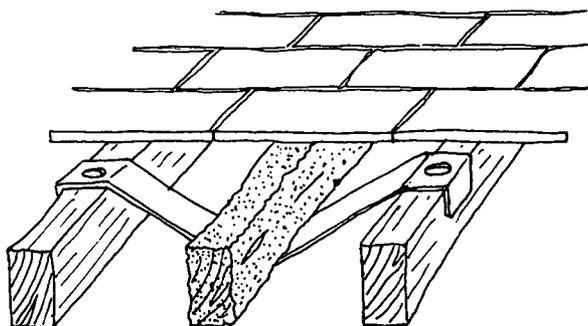
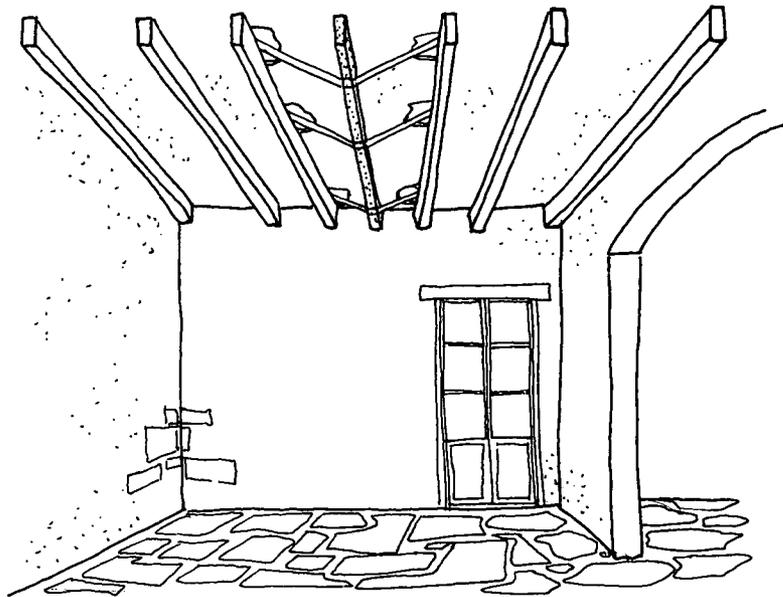
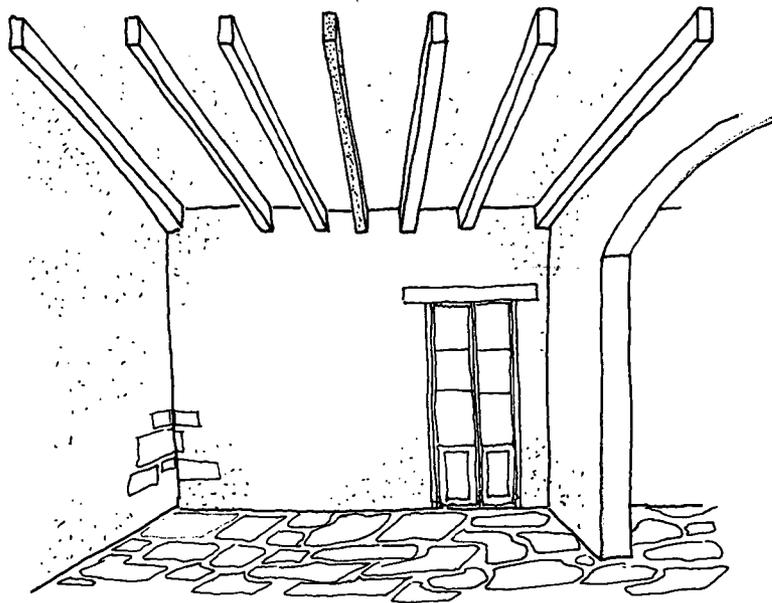
### Comentarios

Es frecuente encontrar envigados en los que las vigas son de distintas maderas en un mismo forjado, pudiendo estar algunas atacadas y las inmediatas en perfectas condiciones.

El inconveniente de esta solución es que queda vista la reparación por la cara inferior si no se coloca un falso techo.

Los tornillos deberán tener un paso de rosca amplio y ser lo suficientemente largos para dañar lo menos posible las fibras de la madera.

Es evidente que esta solución introduce un momento torsor sobre las vigas laterales, pero dada la distancia a que habitualmente se encuentran las vigas (50 cm), puede despreciarse.



## Refuerzo de un envigado de madera aumentándole el canto con una chapa de hormigón

### Descripción de las anomalías

Exceso de flecha.  
Deformaciones diferenciales entre vigas próximas.  
Falta de monolitismo en el forjado por mal estado de vigas intermedias.

Motivos: Aumento de las sobrecargas de uso.  
Deformación por envejecimiento del material.  
Dimensionado inicial insuficiente.  
Necesidad de prescindir de alguna viga dañada a efectos de cálculo haciendo trabajar a las demás.

### Descripción del método

1. Deberá verificarse el buen estado de las vigas cuidando especialmente las cabezas y sus apoyos.
2. Se levantará todo tipo de pavimento existente a efectos de aligerar al máximo el peso que el envigado soporta dejando sólo la solera y destapando por puntos la parte superior de la viga de madera.
3. Se calculará si la sección de las vigas puede soportar el peso de una capa de compresión de 4 cm armada con una malla electrosoldada.
4. Se atornillará una malla electrosoldada de 15x15 cm y redondos  $\varnothing$  6 mm o de cuantía similar en la parte superior de las vigas de madera. Deberá calzarse la malla como mínimo 1,5 cm para que el hormigón penetre debajo correctamente.
5. Se hormigonará nivelando correctamente la parte superior de la capa de compresión.
6. Se colocará sobre todo ello cualquier tipo de pavimento que por cálculo permita el envigado reparado, siendo siempre recomendables los pavimentos ligeros, ya sean vinílicos, de madera, etc.

### Comentarios

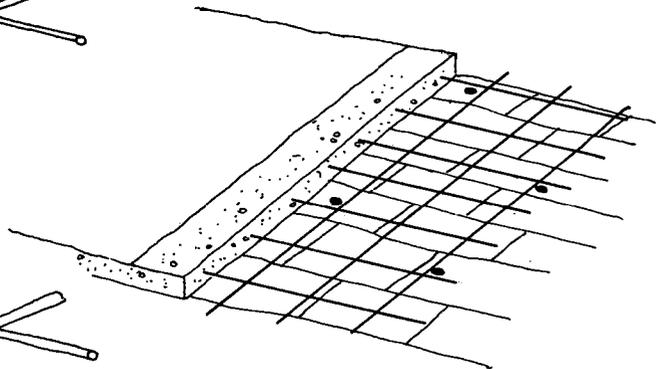
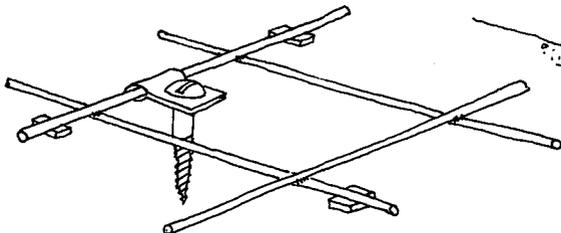
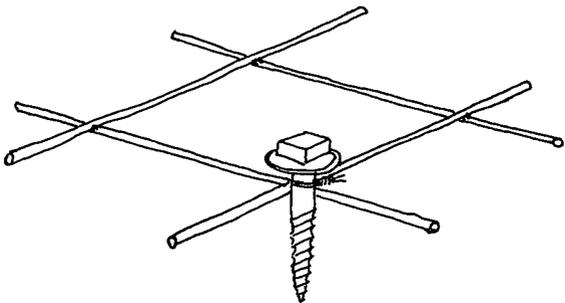
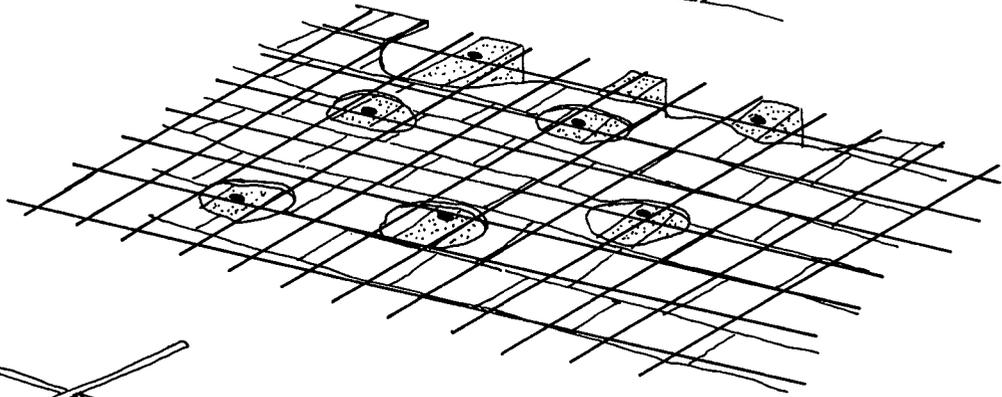
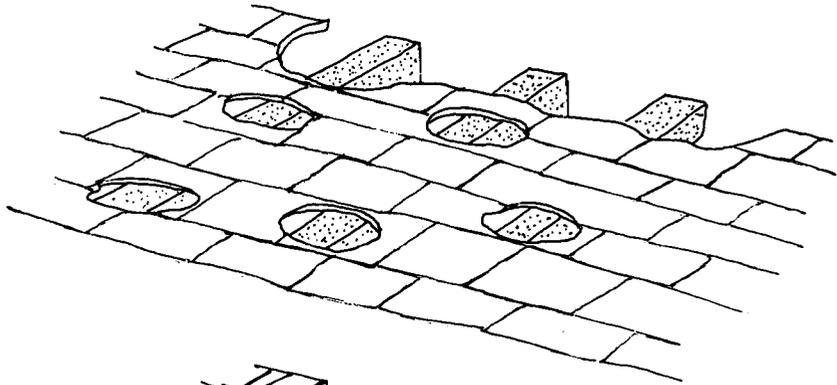
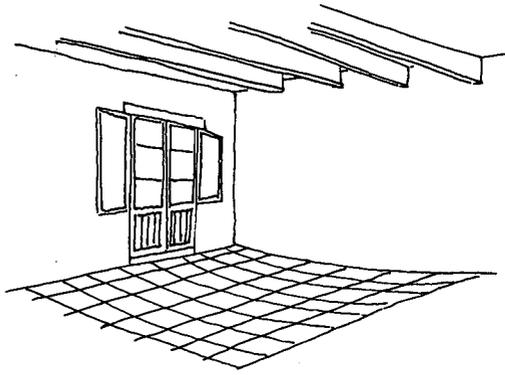
Es habitual que no presente problemas el hecho de colocar la capa de compresión si las vigas están medianamente en buen estado, aunque es recomendable realizar toda la operación con un apuntalado previo inferior.

Si la deformación del forjado fuera tan importante que en los puntos centrales del vano el espesor de la capa de compresión llegara a 8-10 cm, deberá nivelarse con un material ligero (bolas de arcilla expandida, poliestireno, etc.) antes de verter el hormigón.

La unión entre la malla electrosoldada y el tornillo para madera puede hacerse con alambres o mediante flejes de acero doblados, como se indica en el dibujo.

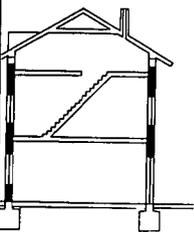
La finalidad de la operación es hacer que el canto del forjado aumente, construyendo simplemente un forjado mixto, en el cual la madera trabaje en la zona de tracciones y el hormigón en la zona de compresiones, de aquí la importancia del atornillado de la malla a las vigas de madera que hacen la función de conectores. Es evidente que cuantos más conectores haya mejor es el comportamiento de todo el forjado.

La solera actúa como encofrado perdido.









## Mejora del aislamiento térmico de las ventanas (I)

---

### Descripción de las anomalías

La pérdida de temperatura a través de los cristales es demasiado elevada y debe mejorarse el aislamiento.

Sensación de frío en zonas próximas a las ventanas.

Motivos: Las ventanas grandes con cristal simple determinan un consumo energético y unas condensaciones excesivas.

Debe intentarse adaptar los edificios a la nueva normativa (CT 79).

Cristales demasiado delgados.

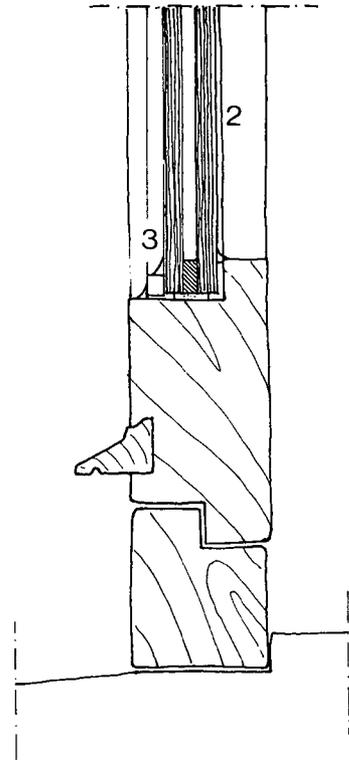
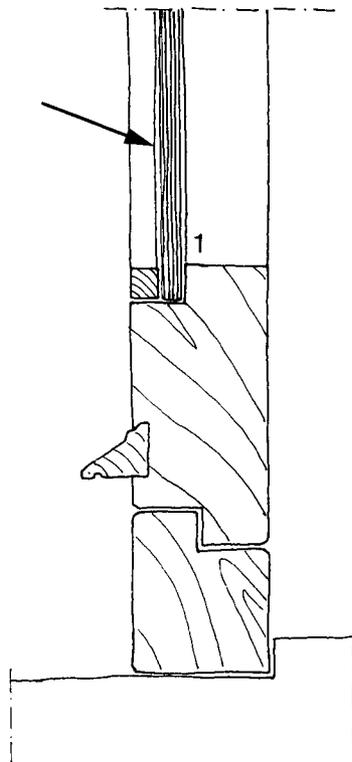
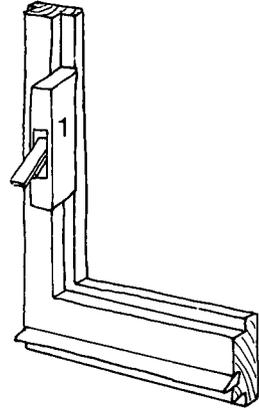
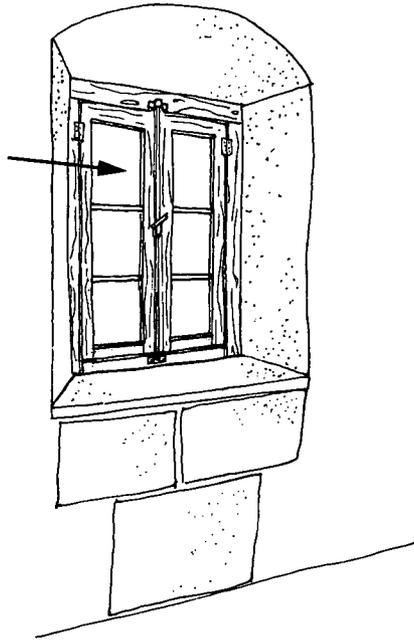
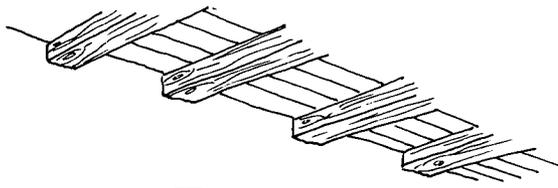
### Comentarios

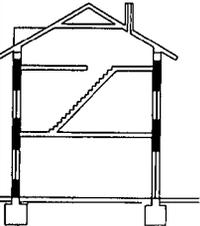
Estas soluciones hacen referencia a las ventanas de madera.

Si no es posible ampliar el galce, podrá adoptarse la solución de la ficha CV-2.

### Descripción del método

1. Se medirá la profundidad del galce, para saber si entra el nuevo cristal. En caso contrario deberá ampliarse el galce o suplementarlo.
2. Se cambiará el cristal (normalmente 3 mm) por otro de 8/10 mm. Es ideal colocar un doble cristal con cámara estanca o rellena de un gas inerte.
3. Se rellenarán cuidadosamente todas las juntas.





## Mejora del aislamiento térmico de las ventanas (II)

---

### Descripción de las anomalías

Las pérdidas de temperatura a través de los cristales son demasiado altas, debe mejorarse el aislamiento y no se pueden ampliar los galces para colocar un cristal más grueso.

Motivos: Las medidas irregulares de la sección de las hojas de las ventanas, o la misma forma de la sección hace difícil la intervención.

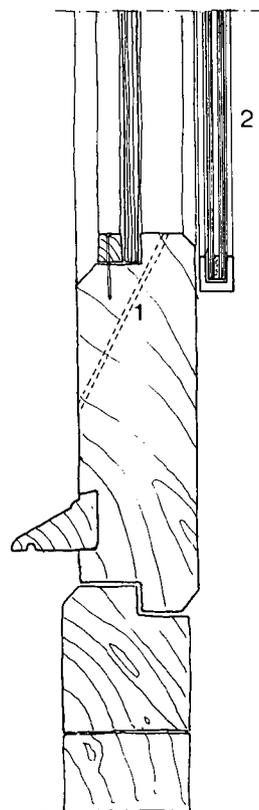
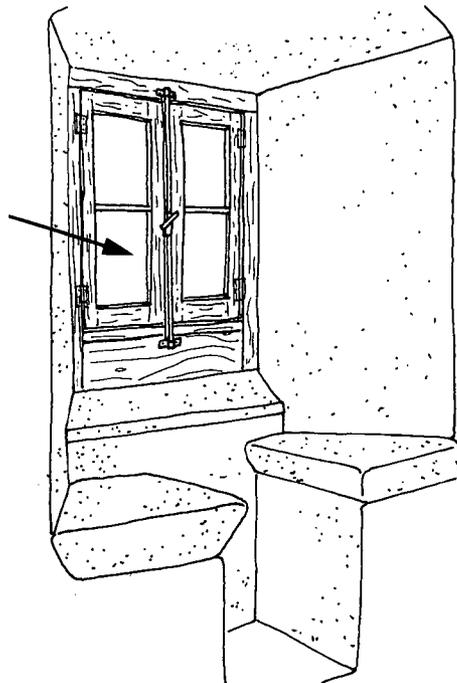
### Comentarios

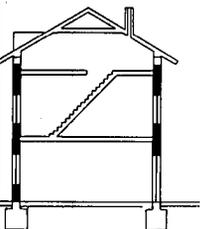
Deberá tenerse en cuenta el aumento de peso que se añade a la ventana vieja, y comprobar si las bisagras existentes son lo suficientemente fuertes o deben cambiarse.

La nueva hoja puede ser de otro material (plástico, aluminio, etc.) no necesariamente madera.

### Descripción del método

1. Se taladrará la parte baja de la ventana, en el espacio que queda entre la hoja vieja y la nueva para evacuar al exterior las aguas de condensación.
2. Se colocará sobre la madera de la hoja de la ventana existente, un marco practicable de pequeña sección con un cristal de 6 mm
3. Es fundamental que este marco sea practicable para poder limpiar los cristales y ventilar las condensaciones que se produzcan.





## Mejora del aislamiento térmico de las ventanas (III)

---

### Descripción de las anomalías

Durante la noche, las pérdidas energéticas a través de los cristales aumentan debido a las temperaturas exteriores extremas.

Motivos: Necesidad de mejorar el aislamiento de las ventanas, independientemente de las actuaciones que se puedan realizar en los cristales. (Ficha CV-1 y CV-2).

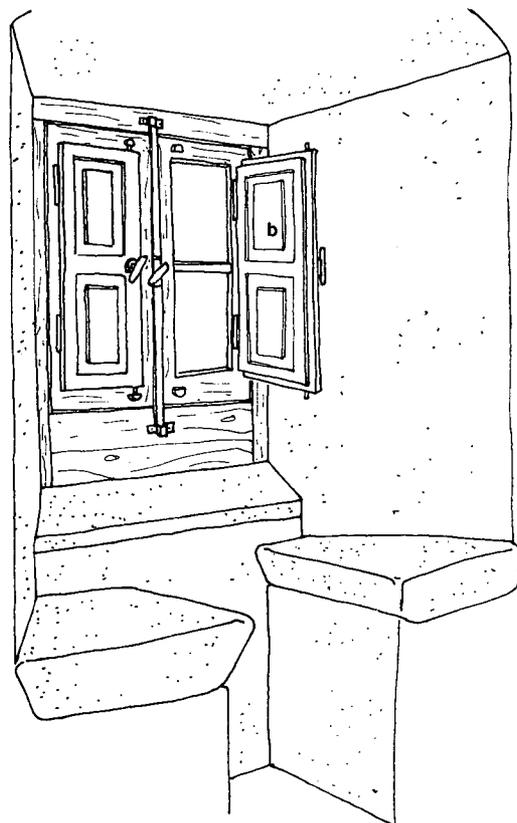
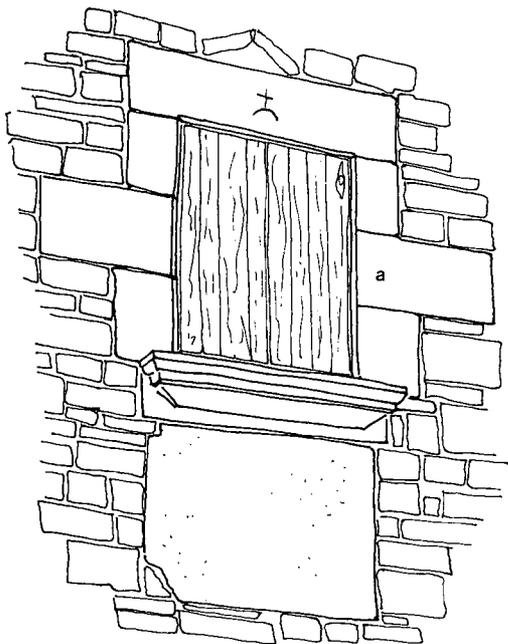
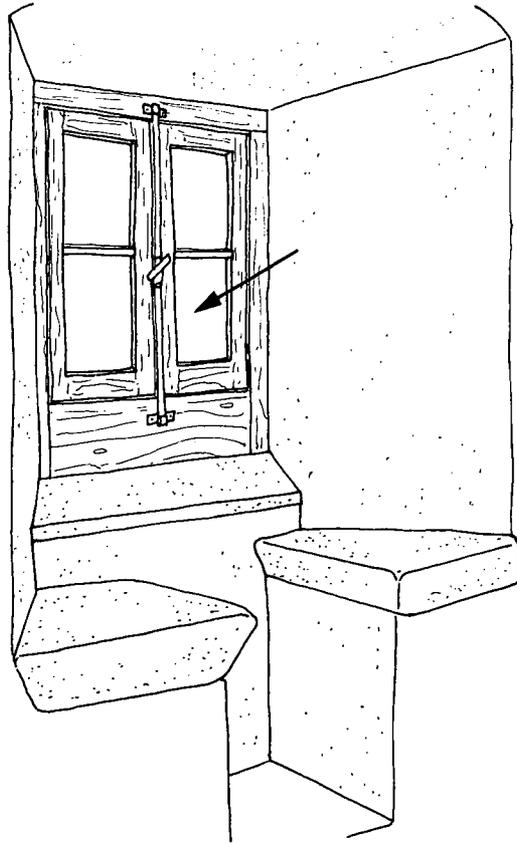
### Comentarios

Es importante ajustar cuidadosamente las juntas.

Debe tenerse en cuenta el aumento de peso que se añade a la hoja de la ventana vieja en el caso "b" y debe comprobarse si las bisagras son lo suficientemente fuertes, o es mejor sustituirlas.

### Descripción del método

- a) Se colocarán contraventanas exteriores, fijadas directamente al muro, contruídas con madera formando un panel "Sandwix" con aislamiento incorporado, creando una cámara de aire entre la ventana y el exterior.
- b) Se colocarán contraventanas interiores fijadas al marco de la ventana existente, construídas con madera o formando también un panel "Sandwix" con aislamiento incorporado.



## Aislamiento térmico de paredes por la cara exterior

### Descripción de las anomalías

Condensaciones en las paredes frías y orientadas al norte.

Falta de espesor de la pared.

Motivos: Temperaturas exteriores muy bajas.

Falta de asoleo.

Adaptación de locales a viviendas.

### Descripción del método

- 1.a. Se colocarán por el exterior planchas aislantes adheridas (30% de cemento portland y 70% de adhesivo especial. Se colocarán al tresbolillo teniendo mucho cuidado con la nivelación y la planeidad. El espesor vendrá dado por el cálculo del coeficiente global de transmisión térmica).
- 2.a. A las 24 h. de haber colocado las planchas se extenderá por encima un adhesivo especial con un 30% de cemento blanco y, embebida dentro de este tendido, se colocará una malla de plástico o de fibra de vidrio que aguante esta capa de acabado.
- 3.a. Una vez seco todo el tratamiento anterior, puede finalizarse el proceso con una pintura impermeable aplicada con rodillo.
  - 1.b. Previamente deberá limpiarse la superficie de la pared con chorro de arena.
  - 2.b. Se humedecerá la pared a tratar.
  - 3.b. Se fijará una malla para soportar el material aislante.
  - 4.b. Se colocará el tendido de mortero aislante. En algunos casos, el mortero se colocará con un simple proyectado.

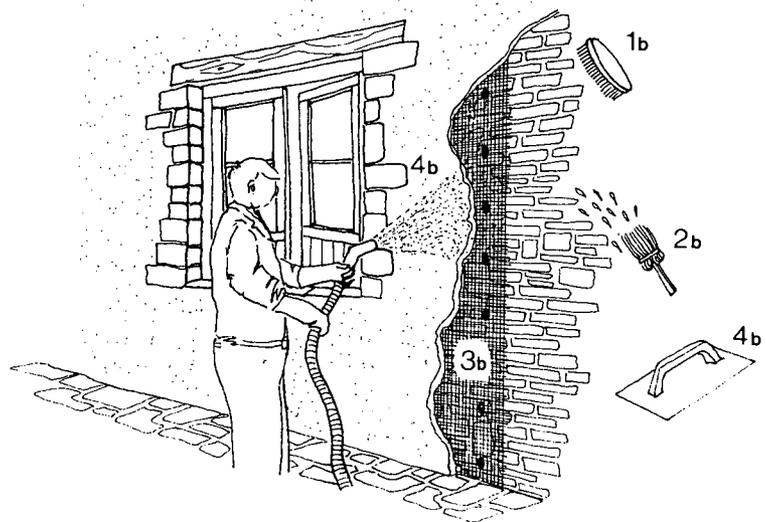
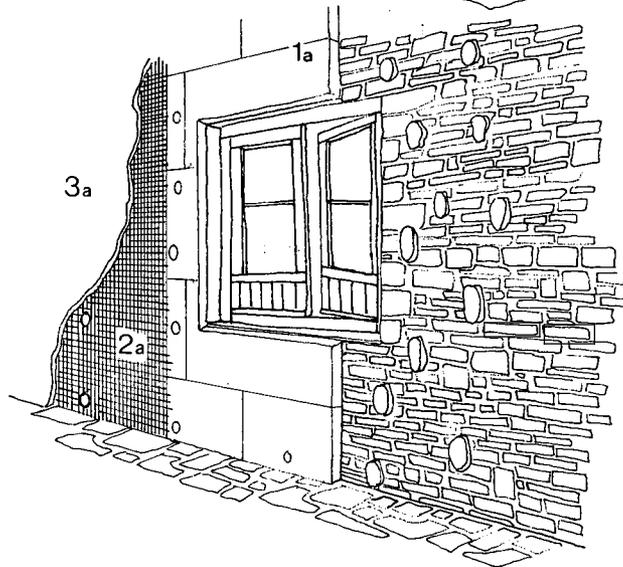
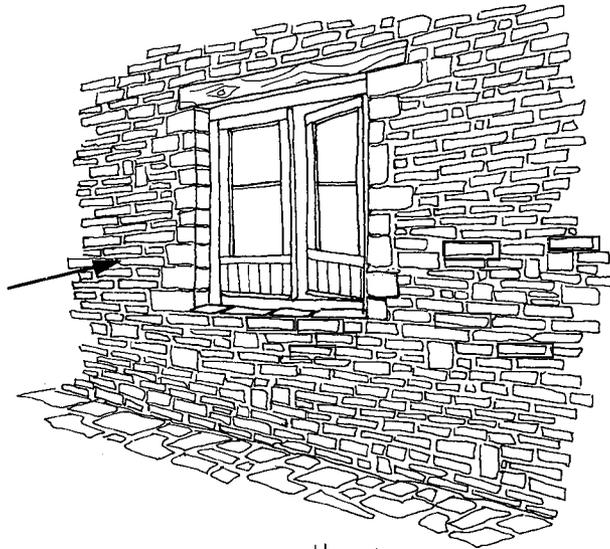
### Comentarios

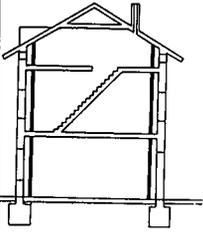
Tanto en el caso "a" como en el "b", se puede aplicar la misma solución en la jamba de las ventanas y de las puertas, siempre que la carpintería de taller esté en el plano interior del cerramiento.

Si la pared es de ladrillo macizo y tiene más de 30 cm de grosor, o es de piedra y tiene más de 45 cm, no es necesario aislarla.

Todos estos tratamientos pueden terminarse con pintura.

Es aconsejable calcular previamente la K de la pared.





## Aislamiento térmico de paredes por la cara interior

### Descripción de las anomalías

Condensaciones en las paredes frías y orientadas al norte.

Falta de espesor de la pared.

Motivos: Temperaturas exteriores muy bajas.

Falta de asoleo.

Adaptación de locales a vivienda.

### Descripción del método

#### a) Doblado del muro formando cámara.

1. Se construirá un tabique por la cara interior del muro existente.

Previamente se colocará una plancha de material aislante de 2 cm de grosor mínimo.

2. Se acabará el tabique por el interior de la vivienda con un enyesado.

#### b) Doblado del muro con planchas rígidas con el aislamiento incorporado.

1. Se colocarán planchas rígidas de cartón yeso con aislamiento de fibra de vidrio incorporado, adheridas a la pared con toques de mortero de yeso con aditivos.

2. No será necesario hacer ningún tipo de acabado excepto pintar o empapelar.

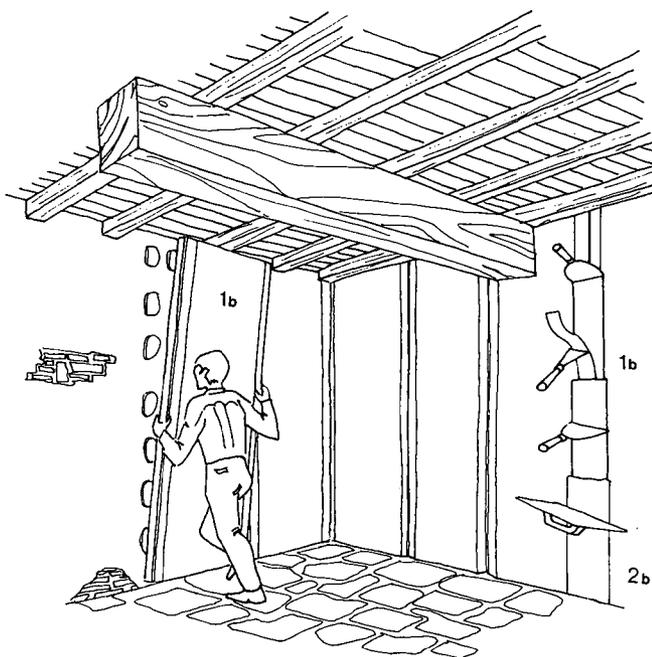
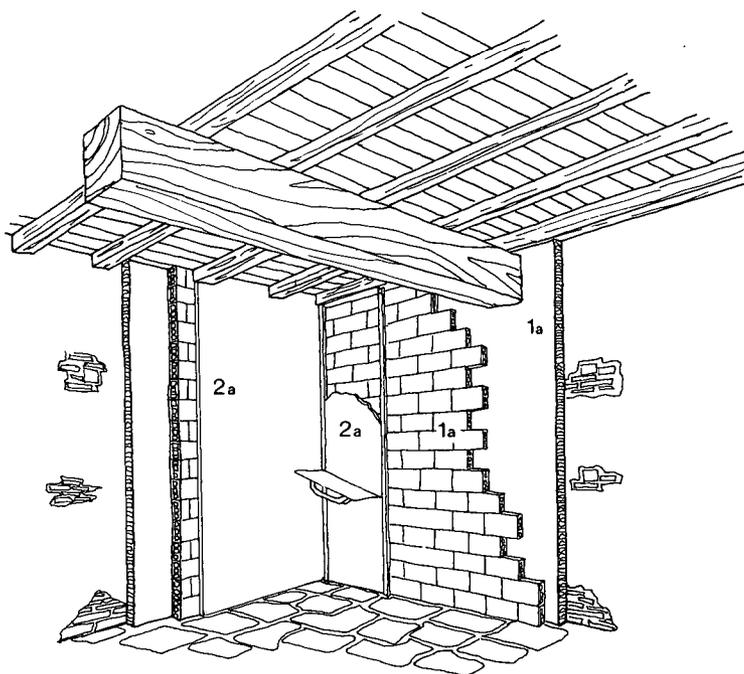
### Comentarios

En las paredes dobladas con un tabique dejando cámara, el aislamiento puede hacerse con un relleno por inyección.

Todos estos métodos requieren una correcta impermeabilización del muro.

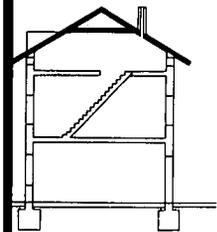
Es aconsejable calcular previamente la K del muro.

Deberán cuidarse especialmente aquellos puntos donde puedan producirse puentes térmicos, a fin de que no aparezcan humedades de condensación y por tanto, mohos.









## Colocación de tensores en cerchas de madera

### Descripción de las anomalías

Paredes agrietadas con tendencia a abrirse.

Motivos: Empujes producidos por la tendencia de las cerchas a abrirse por la base.

Al querer aprovechar el espacio de las buhardillas, es frecuente encontrar cerchas sin atirantar por la parte inferior.

### Comentarios

Cuando esta anomalía se produzca en cerchas paralelas, se colocará un zuncho según la ficha EH-7.

Todos los elementos metálicos que se coloquen deberán protegerse con pinturas antioxidantes.

Si la luz es muy grande en la base de la cercha los tirantes hechos con madera pueden ser de dos piezas fijadas entre sí.

### Descripción del método

#### a) Colocación de un tirante de hierro.

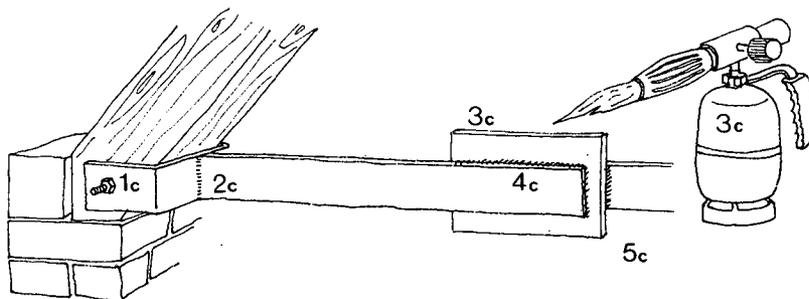
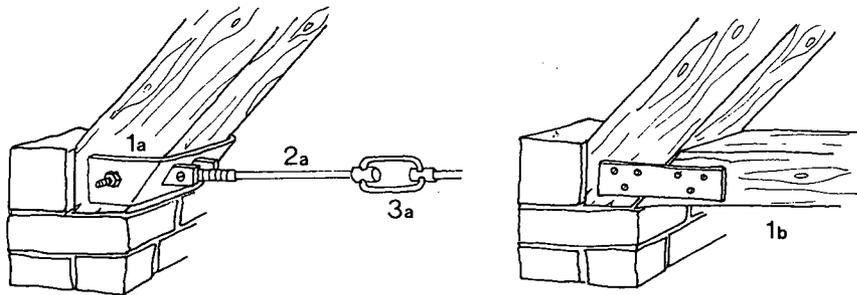
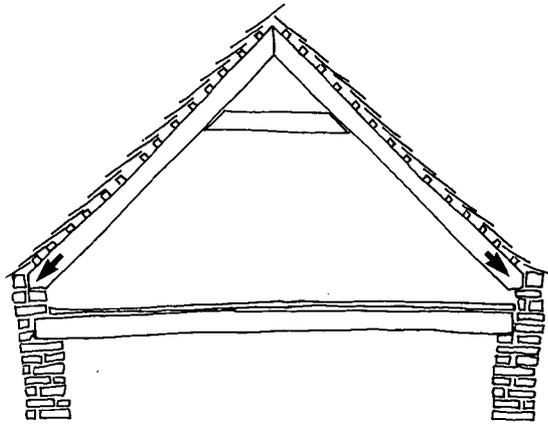
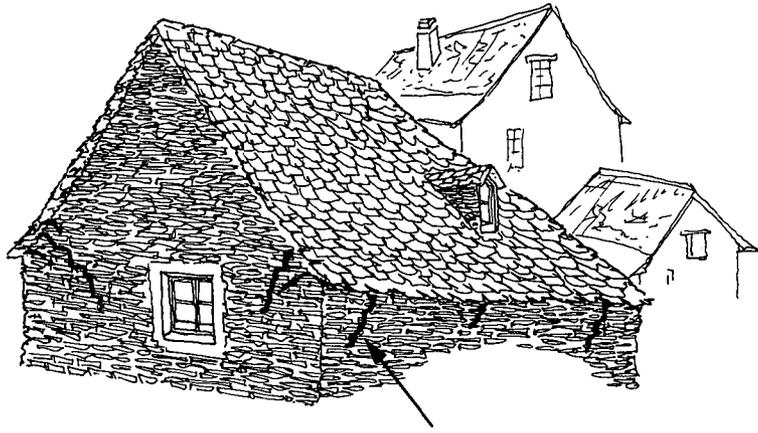
1. Se colocarán pletinas de hierro por ambas caras y se fijarán, con tornillos pasantes, al punto de apoyo de la cercha.
2. Se colocarán los tensores y se fijarán a las pletinas conectadas.
3. Se tensarán, mediante un tornillo central de doble rosca.

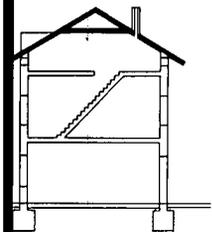
#### b) Colocación de un tirante de madera.

1. Se colocará una pieza de madera, y se fijará a la base de la armadura mediante pletinas de hierro, atornilladas o clavadas.

#### c) Colocación de un tirante con pletinas de hierro.

1. Se colocarán pletinas de hierro por ambas caras, y se fijarán, con tornillos pasantes, a la base de la cercha.
2. Se soldarán pasamanos de hierro macizo a estas pletinas.
3. Se colocará una pletina en el centro de la armadura y se calentará para que se dilate.
4. Se soldarán los pasamanos a la pletina central caliente.
5. Se enfriará la pletina que, al contraerse, tensará la base de la cercha.





## Aumento de la estanqueidad de la cumbre en cubiertas de pizarra

---

### Descripción de las anomalías

Falta de estanqueidad en la cumbre, a causa de la entrada de agua, nieve y frío.

Motivos: La construcción tradicional con pizarra no dispone de ninguna pieza especial para resolver el cambio de pendiente de la cumbre. La solución más frecuente consiste en colocar dos losas de manera que una proteja de los vientos dominantes la arista de la cumbre.

### Descripción del método

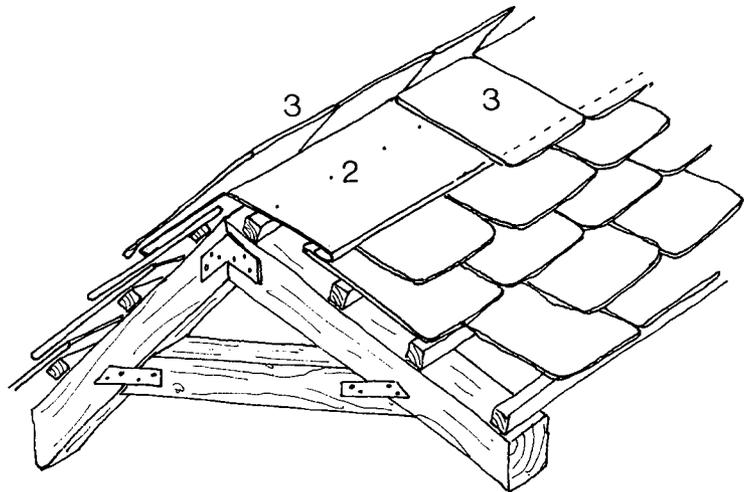
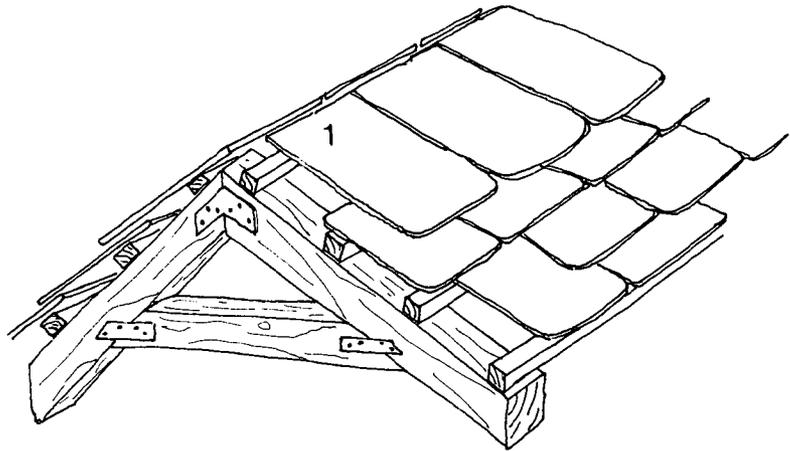
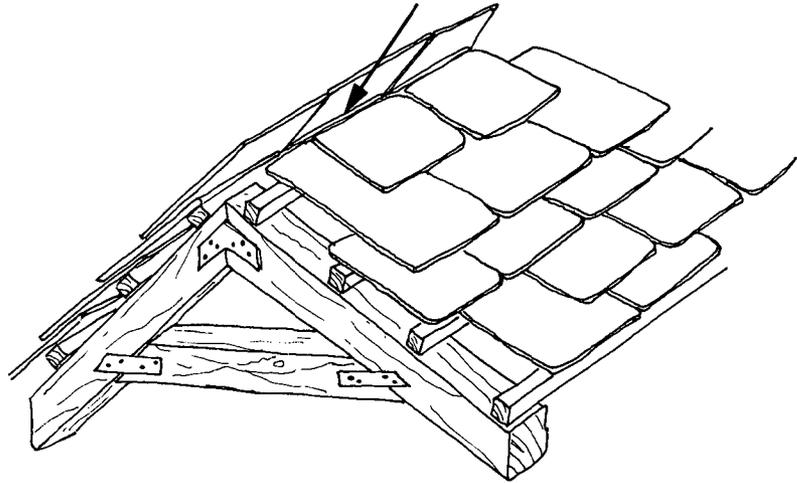
1. Se levantarán las losas que forman la cumbre.
2. Se clavará una chapa de zinc en forma de V invertida, formando una nueva cumbre, de manera que vierta el agua encima de las otras losas que forman la cubierta.
3. Se volverán a colocar las losas clavándolas en la misma posición original.

### Comentarios

Este tipo de actuación, mejora la estanqueidad, y mantiene la imagen tradicional de las cubiertas, ya que el zinc queda completamente oculto.

Si el asfalto formal no es fundamental, se puede dejar el remate de zinc visto al exterior.

Es frecuente encontrar cumbres acabadas con teja árabe en cubiertas de pizarra. En este caso es fácil renovar las tejas rotas y recuperar la estanqueidad.



## Reparación del encuentro de una pared con una cubierta de pendiente paralela a la pared (I)

### Descripción de las anomalías

Humedades bajo la cubierta, en el techo o en las paredes comunes con el con vecino.

Motivos: Filtraciones de agua por falta de impermeabilidad de la pared o de la junta entre la pared y la cubierta.

### Descripción del método

En el caso de que la pared sea superficialmente compacta e impermeable y se pueda hacer una regata:

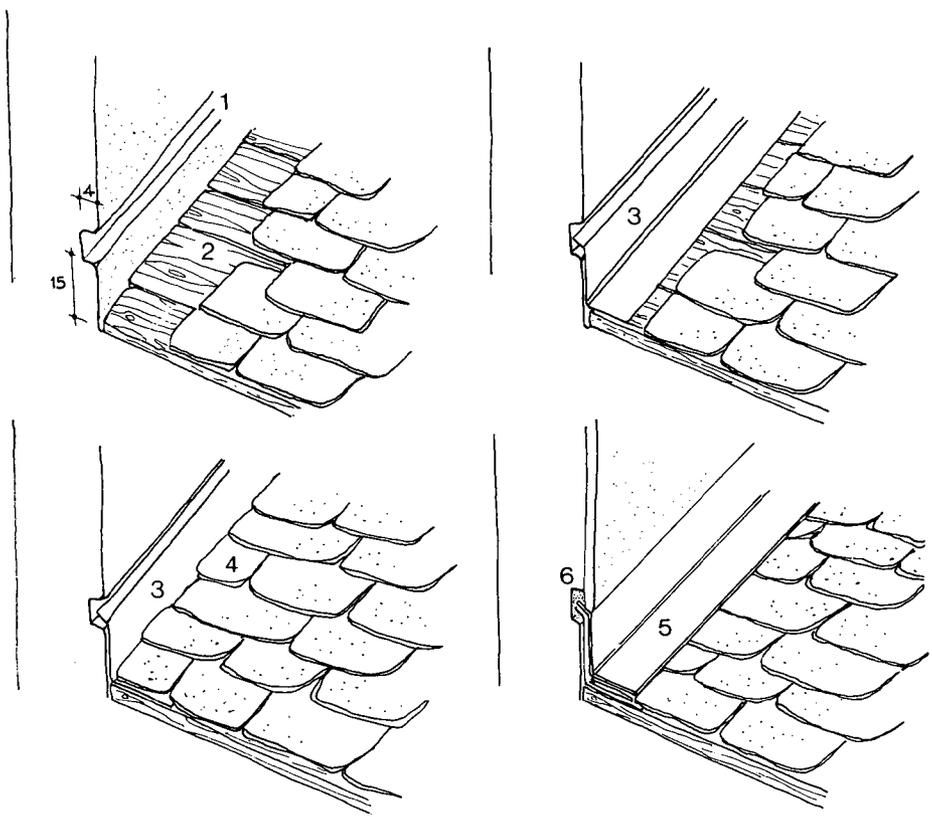
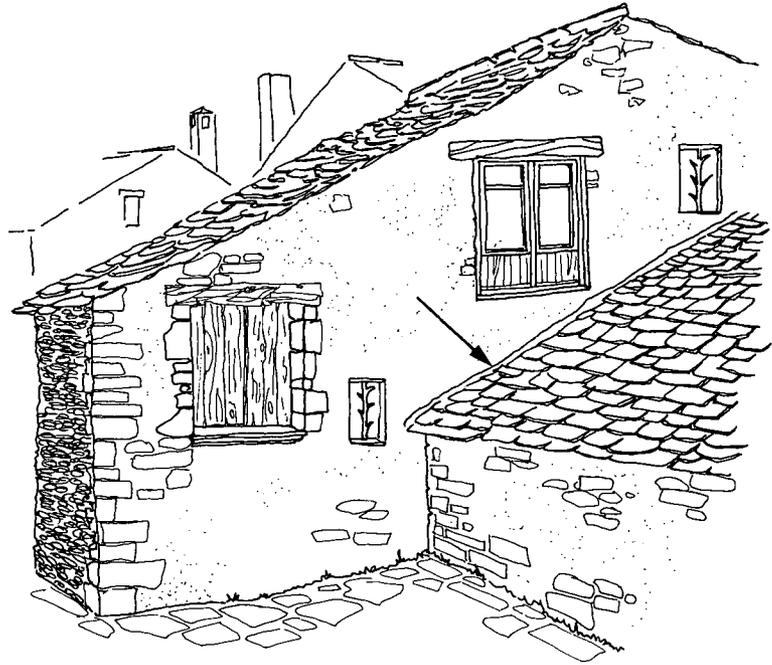
1. Se vaciará una roza en la pared de 4 cm de profundidad paralela a la pendiente del tejado y a 15 cm de altura sobre el plano de la cubierta.
2. Se levantará la primera hilada de losas de pizarra en contacto con la pared y en el sentido de la pendiente.
3. Se colocará una lámina impermeable empotrada en la regata y se tatará la junta entre la pared y el tejado, a una distancia equivalente a la anchura de una losa
4. Se devolverán las losas de pizarra levantadas a su posición original.
5. Se colocará una chapa de zinc en forma de L, empotrada en la regata, para que proteja la lámina impermeable. Se solapará la cubierta, el ancho equivalente a una losa.
6. Se rejuntará la regata con mortero sin retracción.

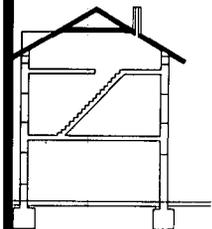
### Comentarios

Esta solución es aplicable cuando la pendiente es paralela a la pared vecina y cuando esta pared es más alta que la cubierta.

Es un caso muy frecuente en casas entre medianeras (núcleos urbanos).

En este caso, se hace necesario el permiso del vecino para actuar en su pared, si la pared no es de propiedad común.





## Reparación del encuentro de una pared con una cubierta de pendiente paralela a la pared (II)

### Descripción de las anomalías

Humedades bajo la cubierta, en el techo y en las paredes que están en contacto con el vecino.

Motivos: Filtraciones de agua por falta de impermeabilidad de la pared o de la junta entre la pared y la cubierta.

### Descripción del método

En el caso de que la pared no sea suficientemente compacta y no permita hacer en ella ninguna regata:

1. Se realizará un enfoscado sobre la pared tapando todas sus irregularidades.
2. Se levantará la primera hilada de losas de pizarra en contacto con la pared y en el sentido de la pendiente.
3. Se colocará una lámina impermeable tapando la junta entre la cubierta y la pared. La anchura de la misma será equivalente a una losa de pizarra.
4. Se revocará la pared por encima de la lámina impermeable.
5. Se devolverán las losas de pizarra a su posición original.
6. Se fijará, con tacos mecánicos y siguiendo el sentido de la pendiente de la cubierta, una chapa de zinc en forma de L solapada sobre la pizarra en una anchura equivalente a una losa de pizarra.
7. Se doblará la chapa hacia afuera, para proteger los agujeros de los tornillos y hacer un canal para recibir el sellado.
8. Se sellará con silicona neutra el canal que queda entre la chapa de zinc y el revoco de nueva ejecución.

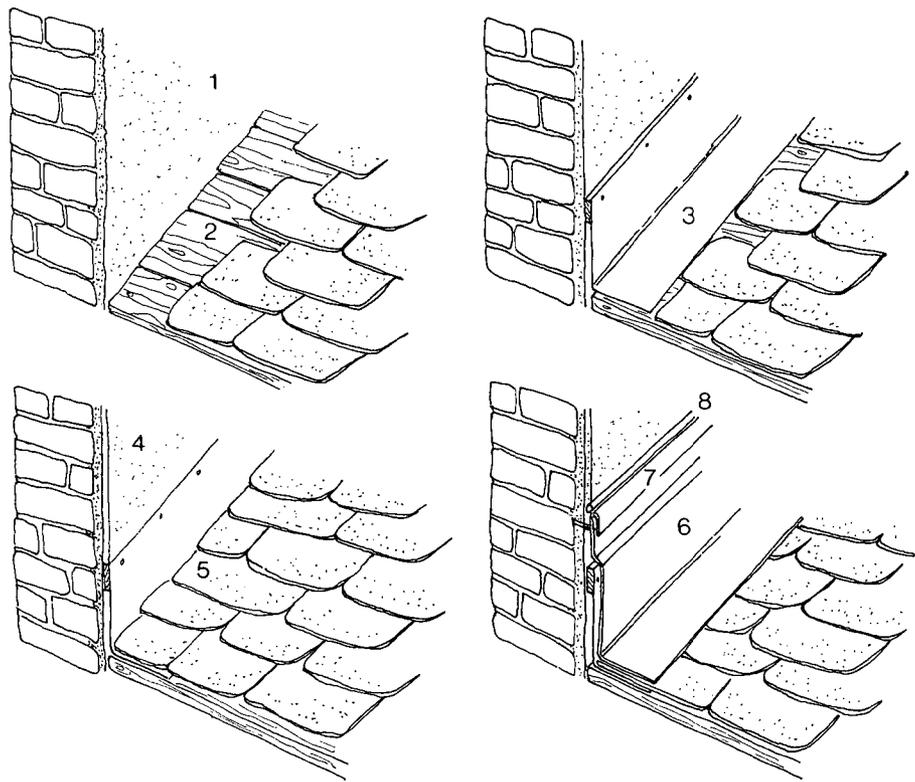
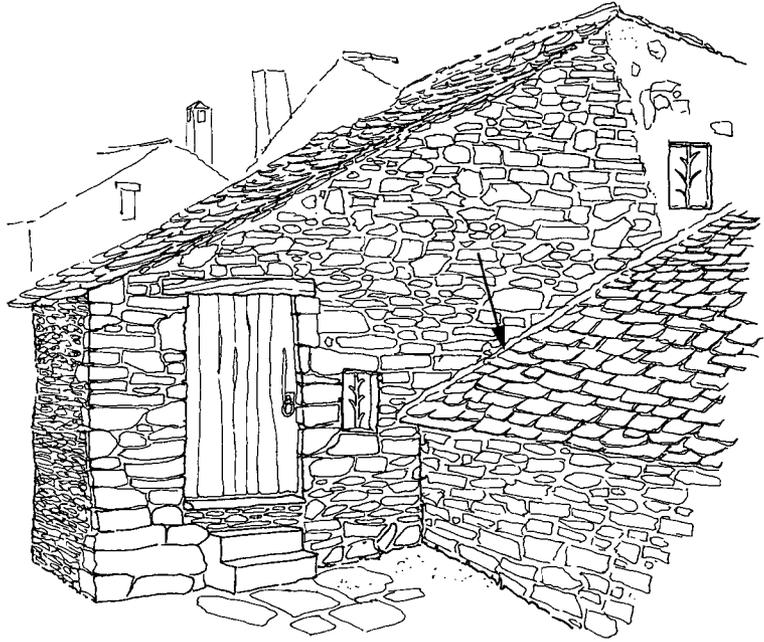
### Comentarios

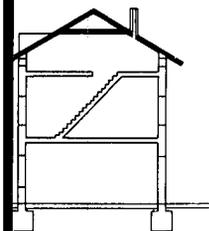
Esta solución puede utilizarse cuando la pendiente es paralela a la pared y la pared es más alta que la cubierta.

Debe tenerse en cuenta que el sellado necesita un mantenimiento cada cinco años.

Es un caso muy frecuente en casas entre medianeras (núcleos urbanos).

En este caso, es necesario el permiso del vecino para actuar en su pared si ésta no es de propiedad común.





## Reparación del encuentro de una pared con una cubierta de pendiente perpendicular a la pared

### Descripción de las anomalías

Humedades bajo la cubierta, en el techo o en las paredes en contacto con el vecino.

Motivos: Mala ejecución de la limahoya.  
 Envejecimiento de los desagües existentes.  
 Movimientos diferenciales entre la pared y la cubierta que producen grietas en el punto de entrega.

### Descripción del método

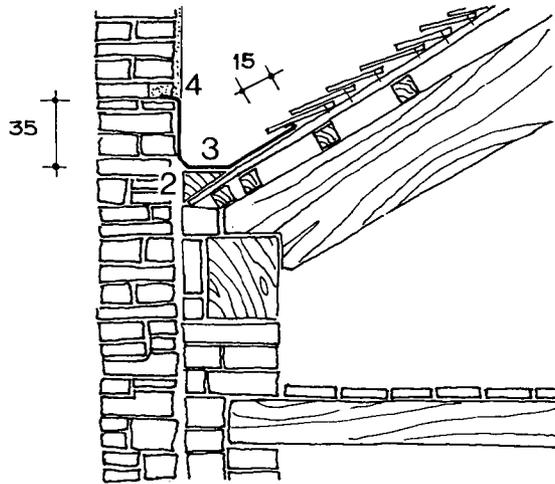
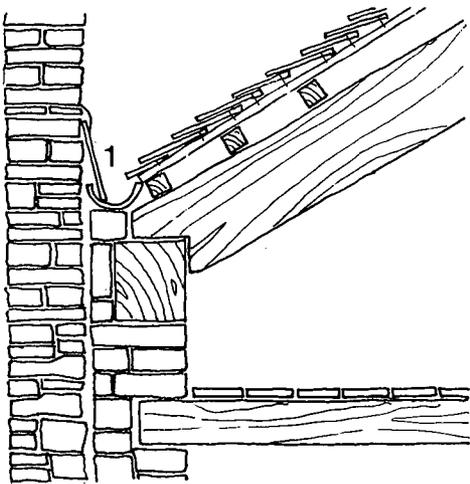
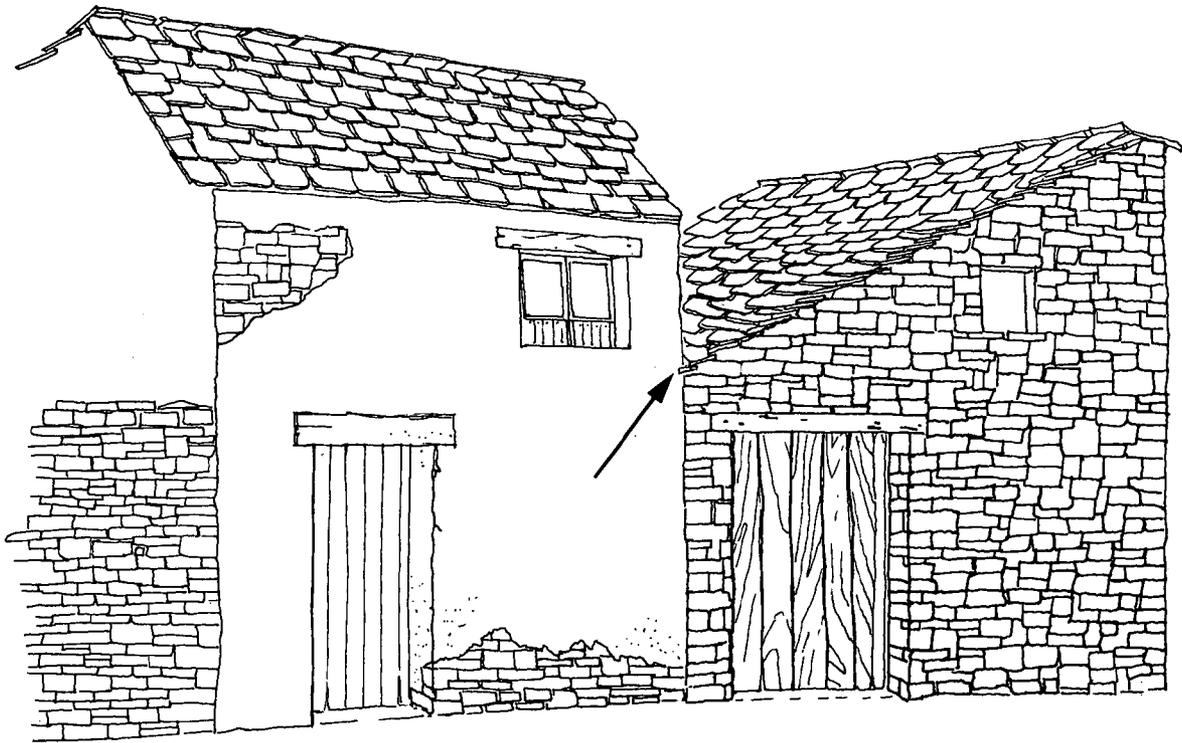
1. Se levantará la limahoya existente.
2. Se colocará una llata triangular clavada a la cercha para apoyar la nueva canal. La medida de la llata vendrá determinada por la dimensión de la base del canalón.
3. Se colocará un canal de chapa de zinc de manera que las losas de pizarra solapen sobre la chapa aproximadamente unos 15 cm
4. Según el tipo de pared, se empotrará el otro extremo de la chapa de zinc según las recomendaciones de las fichas CU-3 y CU-4.

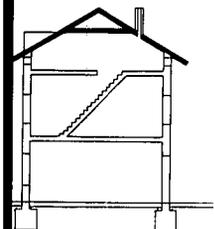
### Comentarios

Esta solución debe utilizarse cuando la pendiente de la cubierta sea perpendicular a la pared vecina.

Este caso se da frecuentemente en casas entre medianeras (núcleos urbanos) o entre edificaciones de distintas épocas.

En edificaciones entre medianeras, es necesario el permiso del vecino para intervenir en su pared, si ésta no es de propiedad común.





## Refuerzo de la estanqueidad en el punto donde la chimenea atraviesa la cubierta

### Descripción de las anomalías

Humedades en el techo en el punto donde la chimenea atraviesa la cubierta.

Motivos: Filtraciones de agua por la junta que queda entre la chimenea y la cubierta.

### Descripción del método

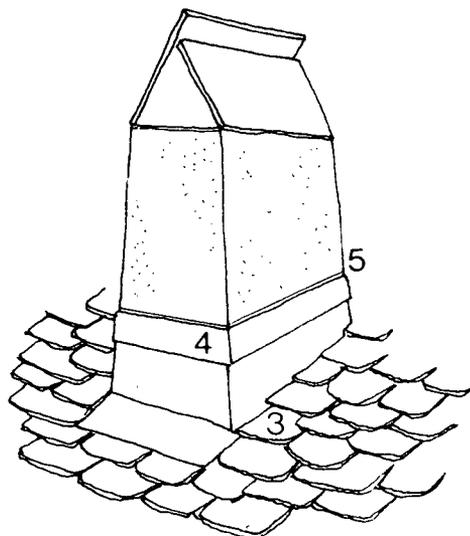
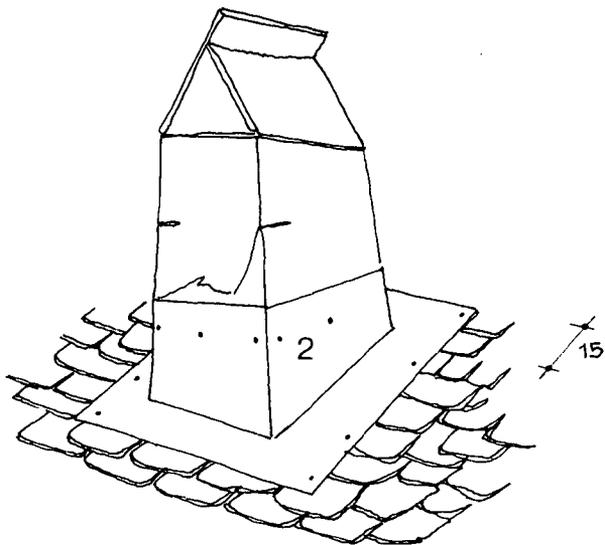
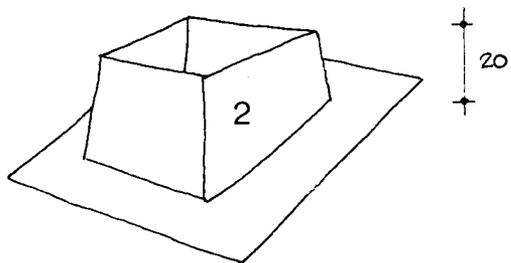
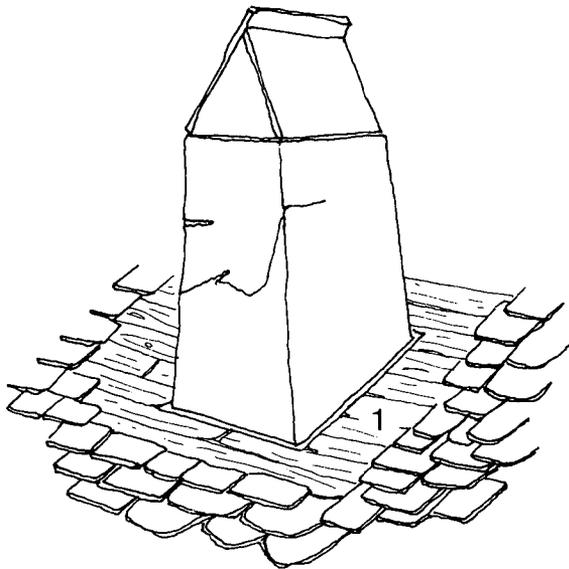
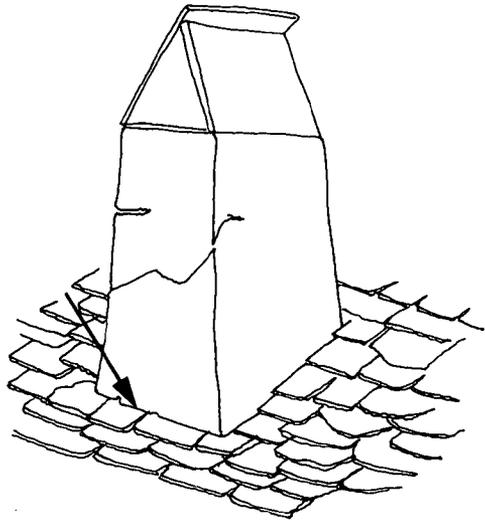
1. Se levantarán las losas de pizarra alrededor de la chimenea dejando el tablero de soporte a la vista.
2. Se colocará un collar de zinc según se indica en el dibujo en todo el perímetro de la chimenea, fijándolo a la misma y al tablero.
3. Se volverán a clavar las losas de pizarra de manera que se solapen por lo menos 15 cm sobre la chapa, en la parte alta y en la parte baja será la chapa la que solape 15 cm por encima de la pizarra.
4. Se doblará la parte superior de la chapa de manera que proteja la fijación y deje un canalón para recibir el sellado.
5. Se sellará con silicona neutra la junta entre la chimenea y el collar de zinc.

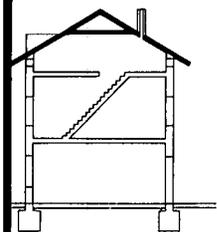
### Comentarios

Si la chimenea es de hierro, se puede aplicar esta misma solución con el collar de hierro y soldar en lugar de sellar. Se deberá pintar todo con pintura antioxidante.

Si la chimenea es de nueva ejecución, se puede aplicar el mismo sistema después de haberla construído.

Los sellados necesitan un mantenimiento cada cinco años.





## Aislamiento térmico de la cubierta en buhardillas no habitables

---

### Descripción de las anomalías

Condensaciones en la parte inferior del techo que separa la vivienda de la buhardilla ventilada.

Sensación de frío bajo el techo.

Motivos: Falta de aislamiento térmico.

Temperaturas exteriores extremas.

Excesiva ventilación de la buhardilla que produce temperaturas muy bajas.

### Comentarios

Es recomendable ventilar la cámara de la buhardilla.

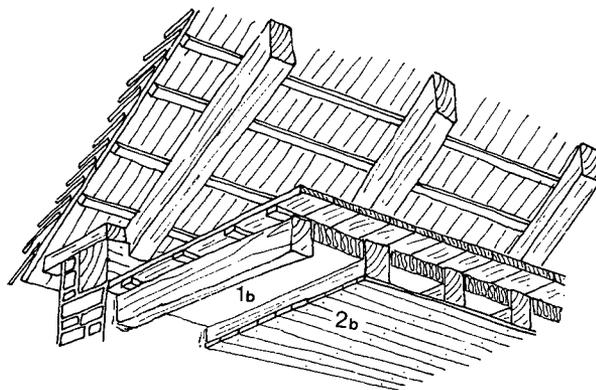
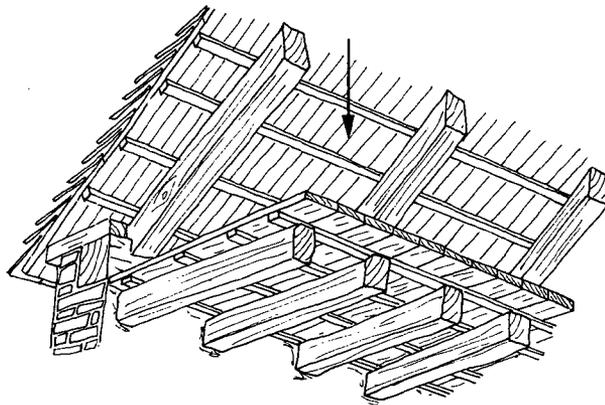
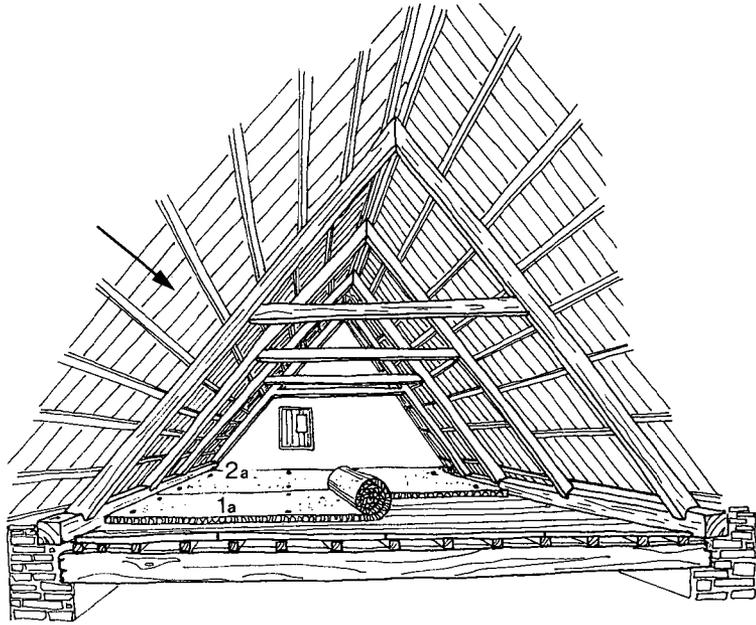
### Descripción del método

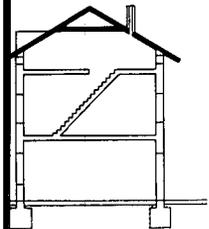
#### a) Aislamiento por encima del techo.

1. Se colocará una manta de lana mineral o bien planchas de poliestireno expandido de 5 a 10 cm de espesor que cubran toda la superficie de techo y todos los posibles puentes térmicos.
2. Se fijará el aislamiento en algunos puntos.

#### b) Aislamiento por debajo del techo.

1. Se colocarán planchas aislantes de 5 cm de espesor mínimo adheridas o clavadas al envigado.
2. Se colocará un cielo raso de madera, de placas de yeso o de cartón yeso.





## Aislamiento térmico de la cubierta en buhardillas habitables (cubierta caliente)

### Descripción de las anomalías

Sensación de frío y calor bajo la cubierta.

Motivos: Falta de aislamiento térmico.  
Temperaturas exteriores extremas.

### Descripción del método

1. Se colocará un aislamiento de planchas autoportantes de poliestireno expandido o de lana mineral, con un espesor mínimo de 5 cm adheridas al tablero de la cubierta.
2. Se colocará una película de polietileno para formar una barrera de vapor.

Se colocará el acabado (machihembrado de madera, cartón yeso, etc.).

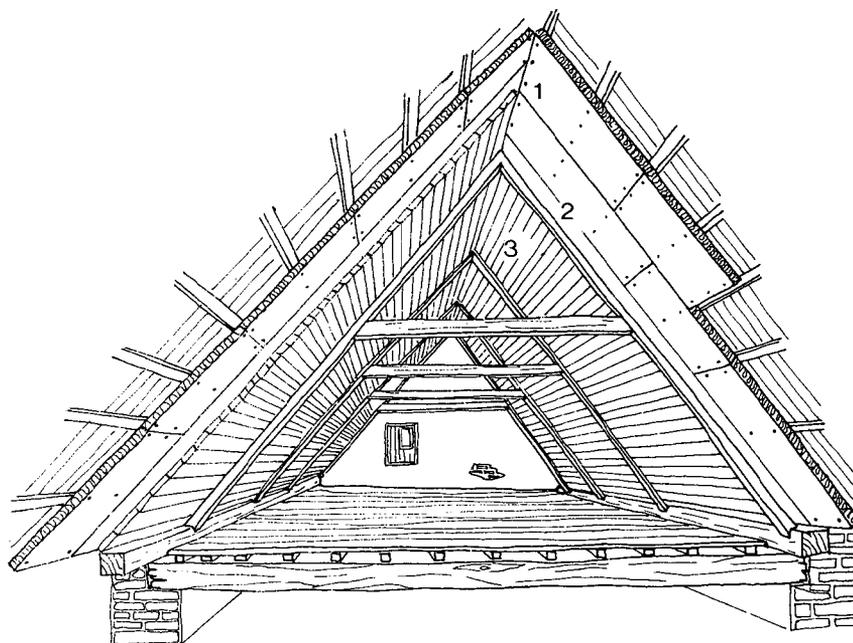
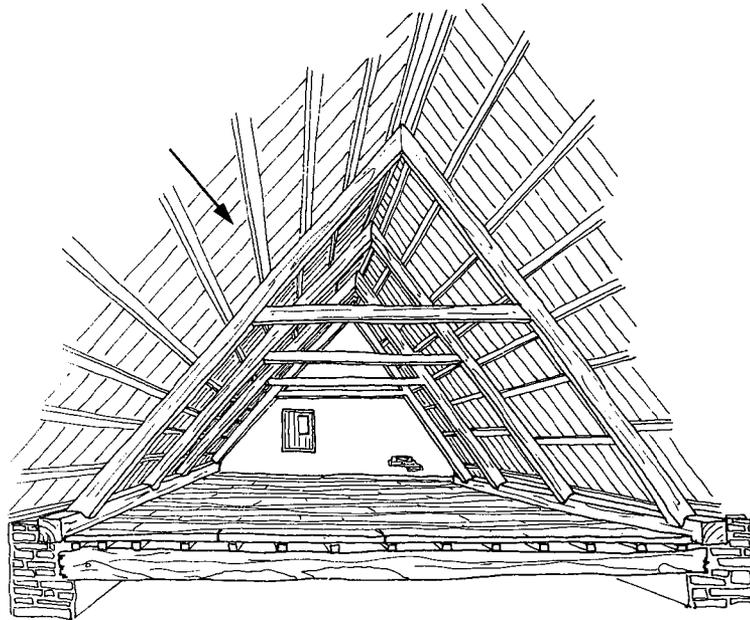
### Comentarios

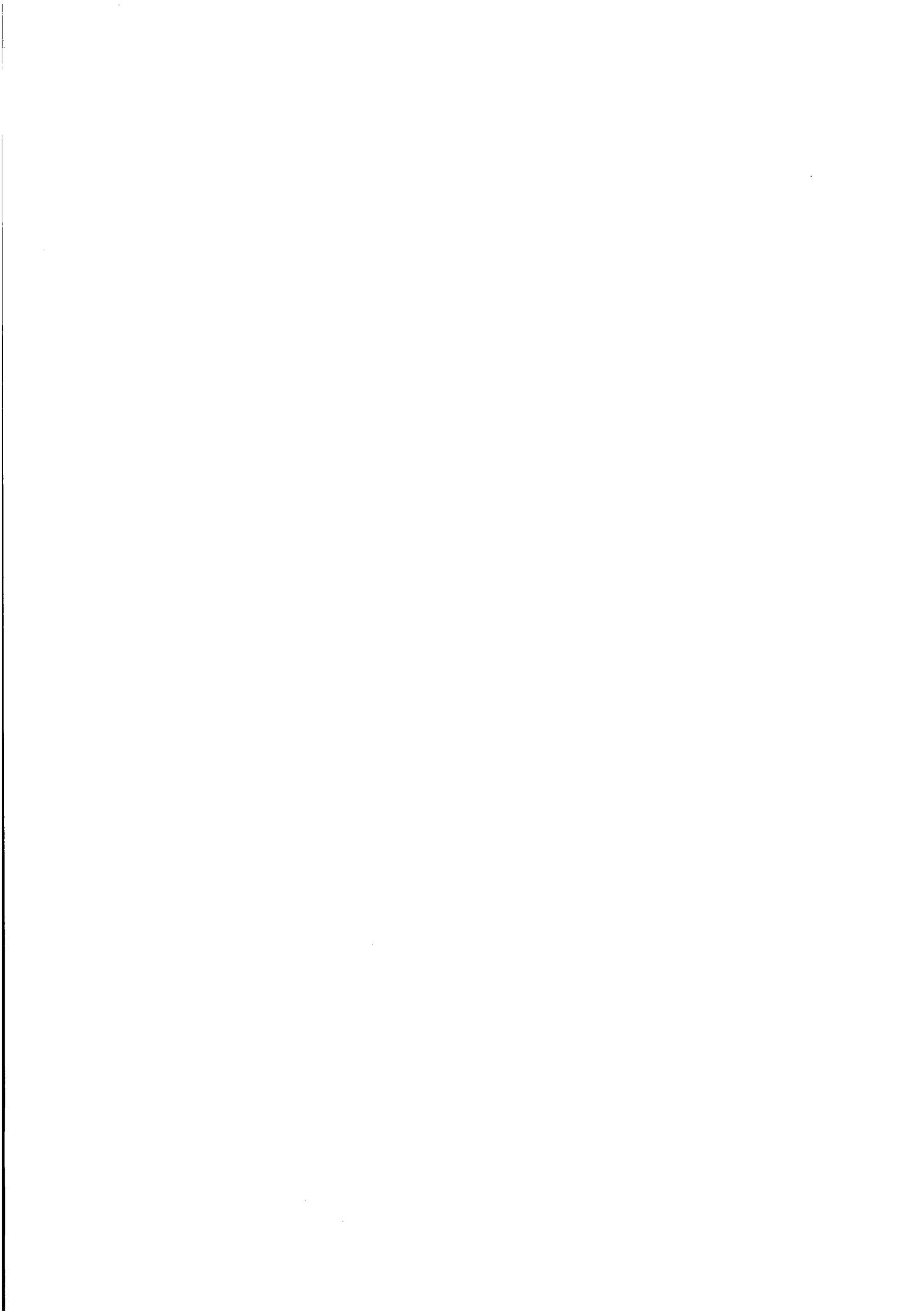
El espesor del aislamiento vendrá determinado por el cálculo del coeficiente de transmisión térmica de la cubierta.

Hay sistemas de aislamiento que llevan incorporada la barrera de vapor.

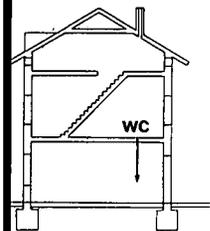
En el caso de que la cubierta esté construida sin tablero, se deberá clavar el aislamiento en las llatas que aguantan las losas de pizarra, con el peligro de posibles filtraciones que puedan empapararlo.

Deberá hacerse una comprobación numérica de la capacidad portante de las llatas de la cubierta para saber si aguantan el incremento de peso que representa el aislamiento y el acabado interior.









## Instalación de un inodoro sin bajante

### Descripción de las anomalías

Falta de inodoro en alguna zona de la vivienda.  
Falta de bajante.

Motivos: Cambio de uso de algún sector de la vivienda.  
Distribución anticuada e insuficiente de los bajantes en relación con las necesidades de la vivienda.  
Necesidad de inodoro en zonas donde no hay bajante ni es posible colocarlo.

### Descripción del método

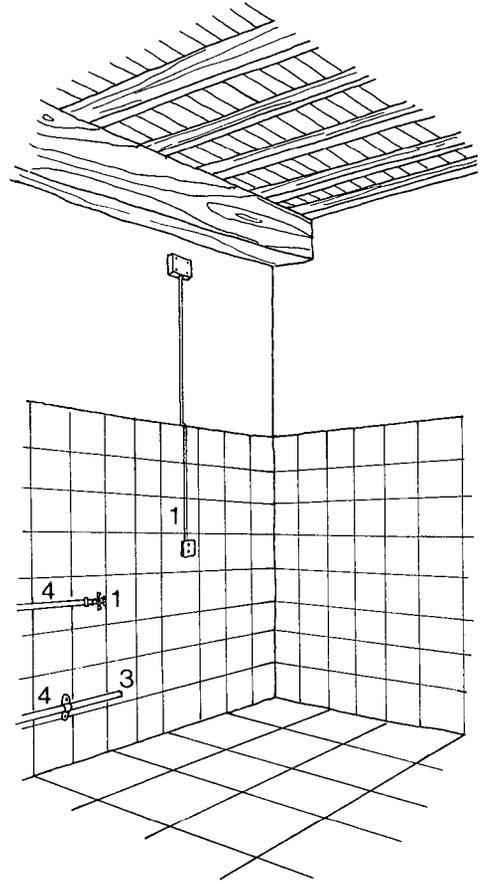
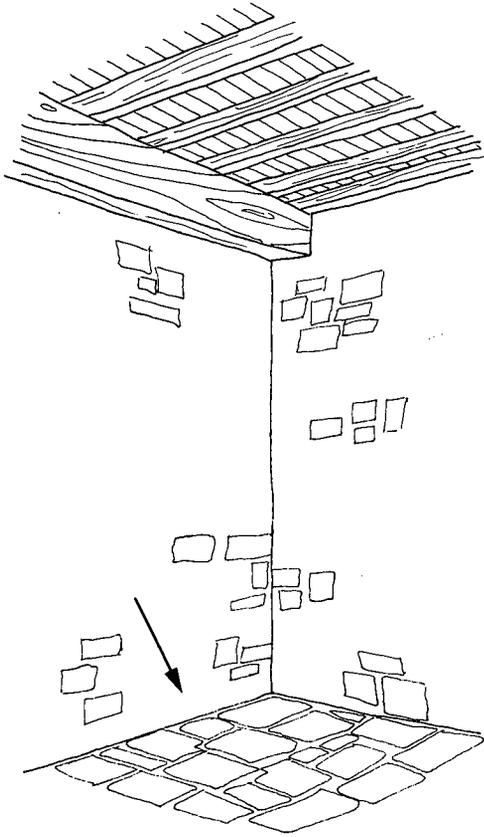
1. Se instalará en el punto donde se pretende situar el inodoro una conducción de agua normal y una toma de corriente de 220 V y 500 W así como un equipo de inodoro con mochila de tipo estándar con salida horizontal.
2. Se conectará el inodoro al equipo de trituración y bombeo.
3. Se instalará un conducto de 2 cm de diámetro desde el equipo de bombeo al bajante que interese.
4. Es recomendable hacer toda la instalación con tubería de cobre.

### Comentarios

Este tipo de aparato puede instalarse a una distancia del bajante de hasta 30 m.

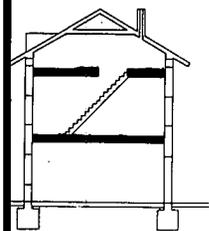
Existen aparatos de este tipo que pueden levantar los residuos de 2 a 5 m de altura i que permiten ser instalados en sótanos o por debajo de la red general de desagües.

Hay modelos en estos equipos de bombeo que posibilitan la conexión simultánea de bañera, bidé y lavabo.









## Nivelado de un pavimento deformado con materiales ligeros

### Descripción de las anomalías

Deformación excesiva del techo con envigado en buenas condiciones.

Techo desnivelado.

Motivos: Exceso de flecha por deformación mecánica del techo, que presenta desniveles importantes.

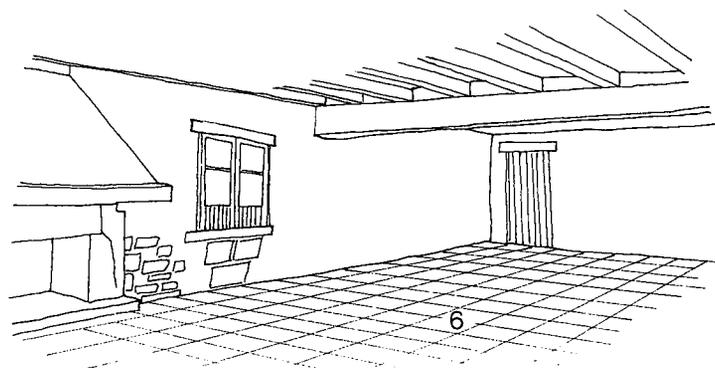
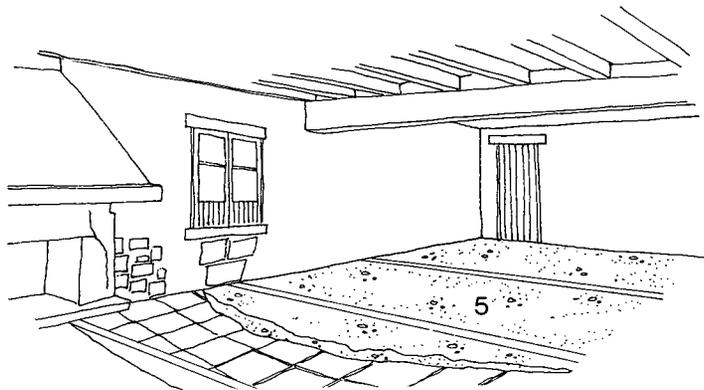
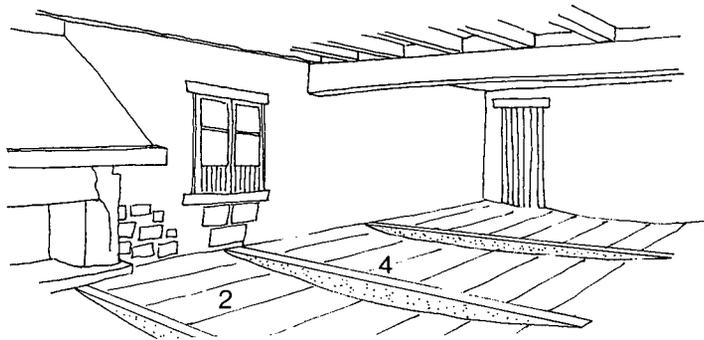
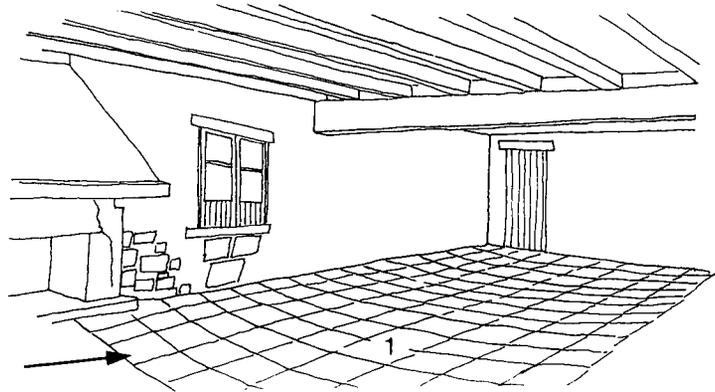
### Comentarios

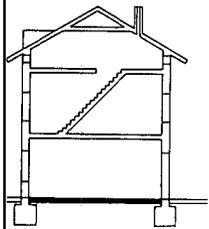
El hormigón de arcilla tiene aproximadamente las siguientes características:

- Densidad 600 kg/m<sup>3</sup>.
- Resistencia a la compresión 300 kg/cm<sup>2</sup>.
- Conductividad térmica 0,10 kcal/m<sup>2</sup> h °C.

### Descripción del método

1. Deberá estudiarse el estado estructural del techo para comprobar que no existen patologías; en caso de haberlas, se reparará según los métodos descritos en las fichas correspondientes (EH-2, EH-3, EH-4, EH-5, EH-6, EH-7).
2. Se arrancará el pavimento existente para aligerar el peso propio de todo el techo.
3. Se calculará si el incremento de carga puede ser soportado por el envigado.
4. Se tenderán unas maestras de mortero o de ladrillo para guiar el material nivelado.
5. Se verterá el hormigón ligero de arcilla expandida como material de relleno.
6. Se colocará el nuevo pavimento de acabado. Es recomendable en estos casos la utilización de pavimentos ligeros como la madera, los pavimentos vinílicos, etc.





## Reparación de un pavimento de cantos rodados (guijarros)

### Descripción de las anomalías

Pavimentos interiores o exteriores que se encuentran levantados o rotos.

Falta de pavimento.

Motivos: Humedades del subsuelo que deforman el pavimento abombándolo.

Degradación del pavimento existente por deficiencias de antiguos morteros de cal.

Necesidad de envolver el perímetro del edificio por la parte exterior para alejar las humedades de sus cimientos.

### Comentarios

Si los cantos rodados son grandes (entre 50-100 mm  $\varnothing$ ) se colocarán a mano. Si son pequeños se podrán verter sobre un tendido de mortero i se introducirán en la masa con la ayuda de un palo. Se regará la superficie para limpiar los cantos rodados.

Los pavimentos exteriores que rodeen el edificio deberán tener una pendiente mínima del 2% para conseguir un buen desagüe.

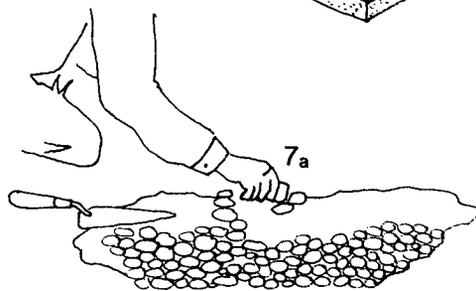
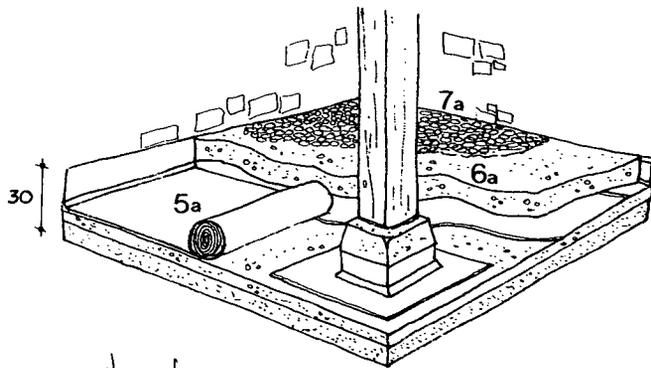
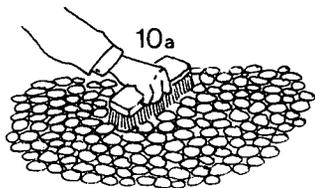
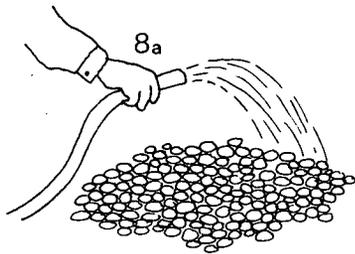
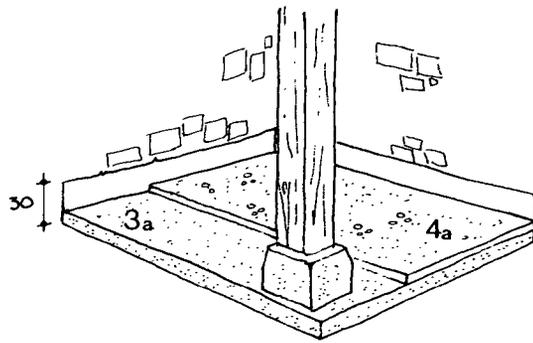
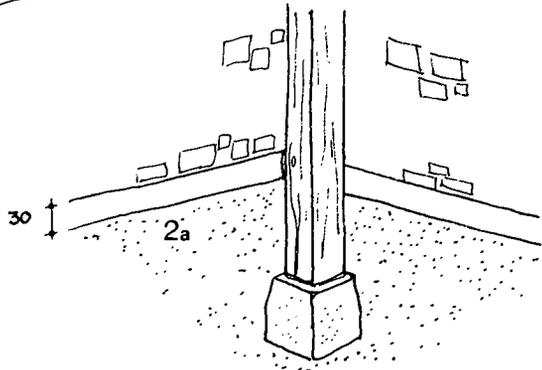
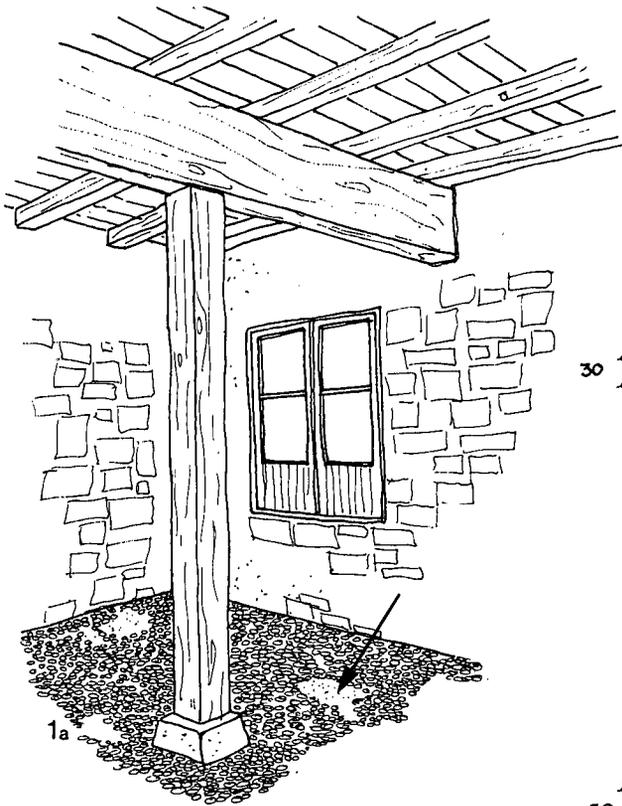
### Descripción del método

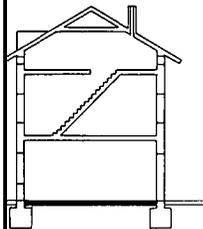
#### a) Pavimento interior.

1. Se levantará la zona de pavimento afectada siendo aconsejable actuar por estancias completas.
2. Se excavarán aproximadamente 30 cm por debajo del nivel definitivo del pavimento acabado.
3. Se verterán 10 cm de espesor de arena con una granulometría aproximada de 5 mm de  $\varnothing$  máximo.
4. Se verterán 3 cm de mortero pobre 1:8 para nivelar la superficie de arena.
5. Se colocará una lámina de polietileno o de tela asfáltica perfectamente estanca para evitar el ascenso de humedades del terreno.
6. Se verterán 10 cm de hormigón de fck 175 kg/cm<sup>2</sup>.
7. Se clavarán sucesivamente los guijarros sobre un espesor de 6 cm de mortero de cemento y arena con dosificación 1:4 que se esparcirá sobre el soporte.
8. Se regará para dejar las juntas limpias.
9. Se verterá en las juntas una lechada de dosificación 1:1 para dejarlas bien rellenas.
10. Se eliminarán los restos de lechada mediante cepillado.

#### b) Pavimento exterior.

Se puede colocar siguiendo el mismo proceso aunque no es necesaria la colocación de la lámina impermeable.





## Reparación de un pavimento de losas de piedra

### Descripción de las anomalías

Pavimentos interiores o exteriores en planta baja, levantados o rotos.

Falta de pavimento.

Motivos: Humedades del subsuelo que abomban el pavimento.

Degradación del pavimento existente por deficiencias de antiguos morteros de cal.

Necesidad de rodear el perímetro exterior del edificio para protegerlo de posibles humedades en los cimientos.

### Descripción del método

#### a) Pavimento interior.

1. Se levantará la zona del pavimento afectado. Es aconsejable actuar por estancias enteras.
2. Se excavarán aproximadamente 30 cm por debajo del nivel definitivo de acabado del pavimento de losas de piedra.
3. Se verterán 10 cm de arena de 5 mm de  $\varnothing$  máximo.
4. Se verterán 3 cm de mortero pobre 1:8 para nivelar la superficie de la arena.
5. Se colocará una lámina impermeable de polietileno o de tela asfáltica perfectamente estanca para evitar la subida de humedades desde el terreno.
6. Se verterán 10 cm de hormigón de resistencia característica 175 kg/cm<sup>2</sup>.
7. Se colocarán las losas de piedra de unos 3 cm de grosor encima de 2 cm de mortero de cemento y arena con dosificación 1:6.

#### b) Pavimento exterior.

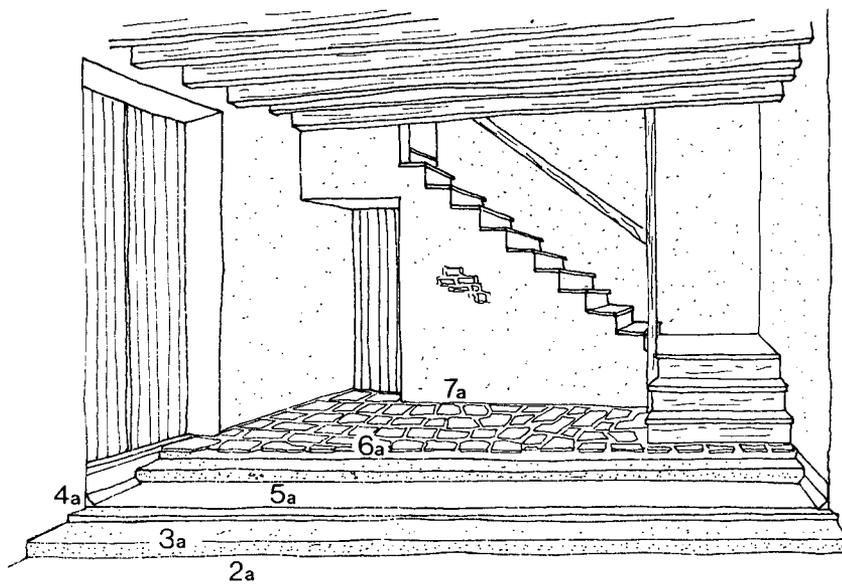
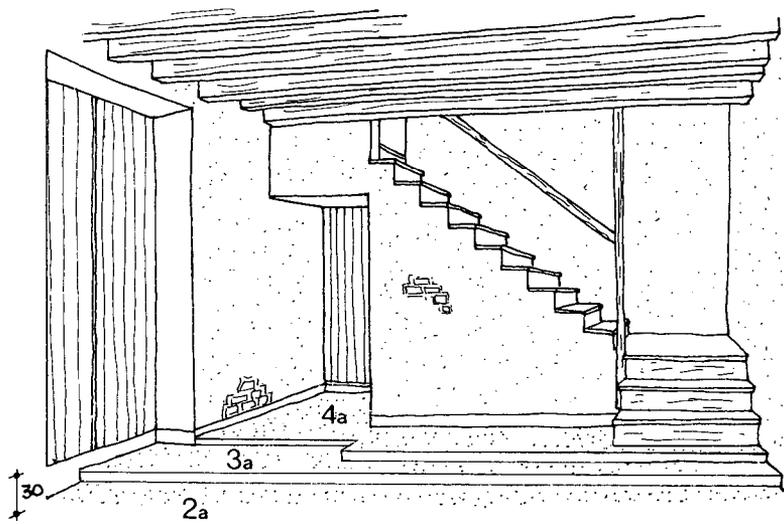
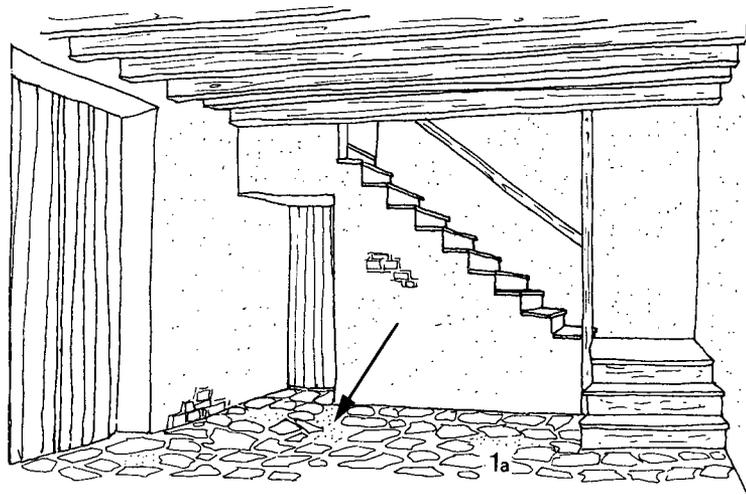
Se puede colocar de la misma manera aunque no es necesaria la lámina impermeable.

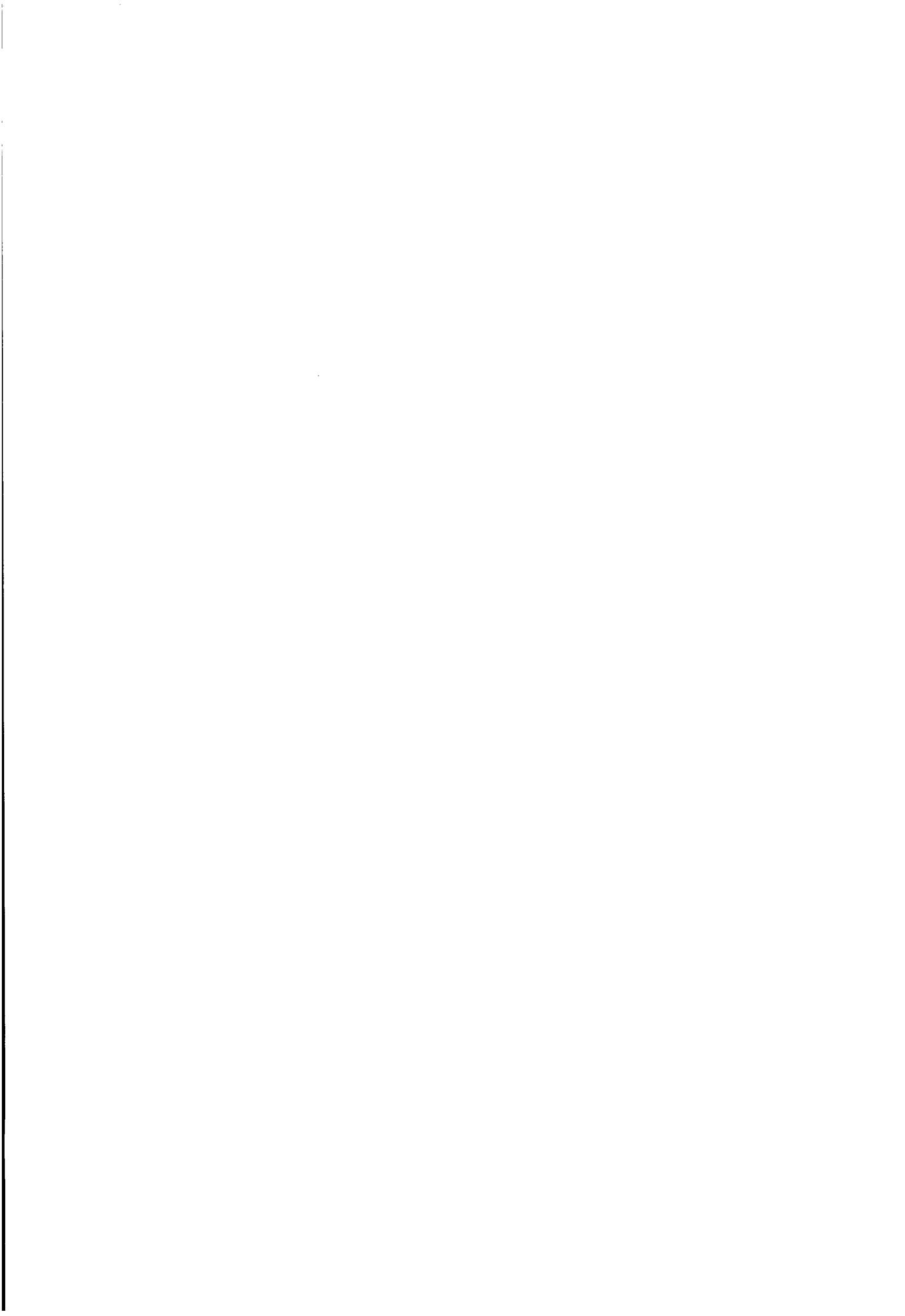
### Comentarios

Cuando deba hacerse un pavimento exterior de este tipo, se utilizará granito, cuarcita o pizarra ya que son los materiales más resistentes a las heladas, se evitarán las piedras areniscas.

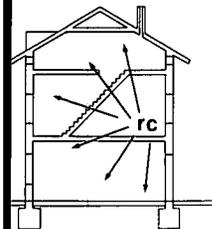
En zonas exteriores, se pueden colocar las losas sobre una amasada de mortero, dejando las juntas abiertas y rellenándolas de piedra para plantar césped.

Los pavimentos exteriores que rodeen el edificio deberán tener una pendiente mínima del 2% hacia el exterior para conseguir un buen desagüe.









## Instalación de un recuperador de calor en una chimenea hogar

---

### Descripción de las anomalías

Falta de calefacción.  
Calefacción existente insuficiente.

Motivos: Instalaciones antiguas o mal dimensionadas.  
Es frecuente la existencia de zonas de la vivienda sin calefacción, sobre todo si ha habido cambios de uso.

### Descripción del método

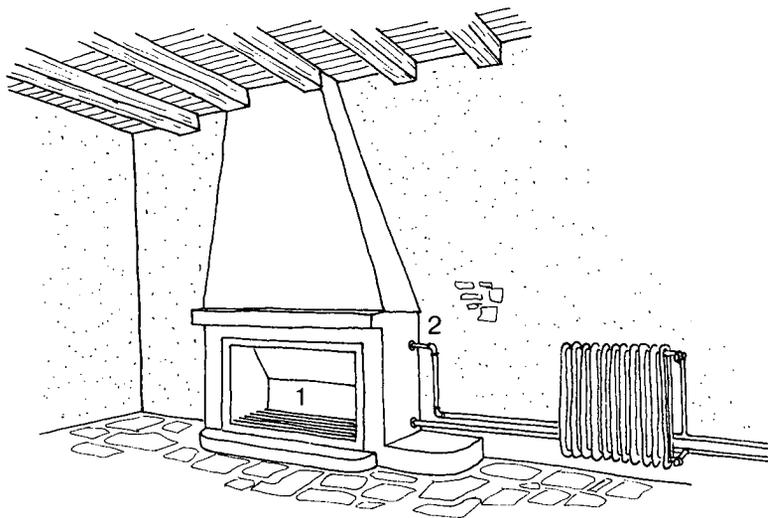
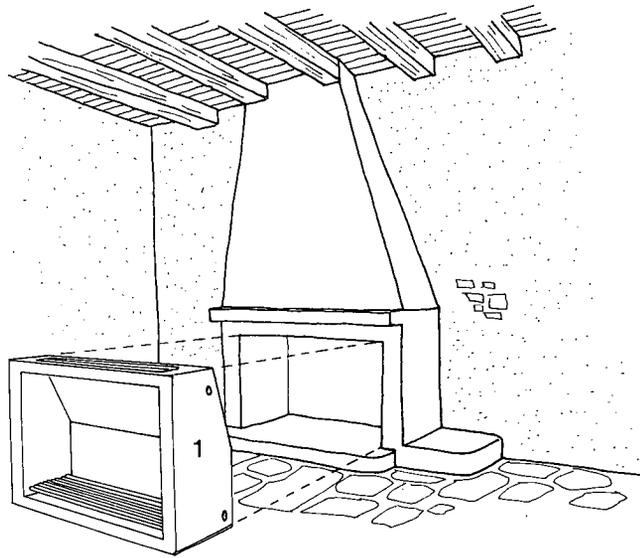
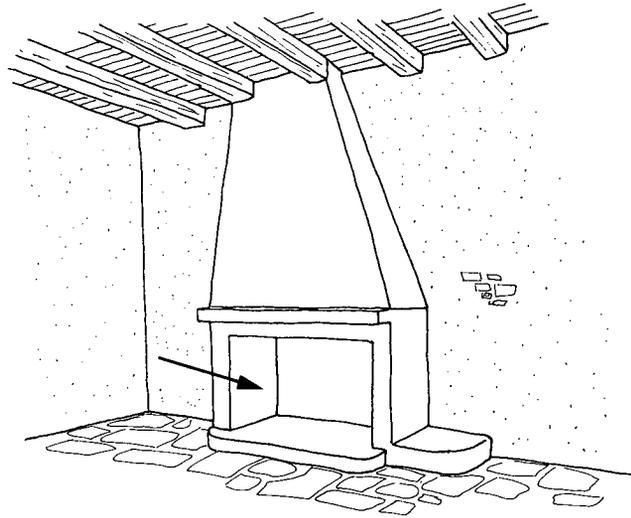
1. Se instalará un recuperador de calor adaptado al hogar existente.
2. Se conectará el recuperador al circuito de calefacción (existente o de nueva creación).

### Comentarios

Cada recuperador puede hacerse a medida según el hogar, sin necesidad de modificarlo.

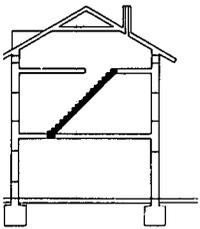
Consume leña o carbón.

Su potencia es de tipo convencional.









## Construcción de una escalera entre la planta baja y la planta primera

---

### Descripción de las anomalías

Falta de escalera.

Motivos: Cambio de uso de la planta baja y necesidad de comunicarla con las superiores.

### Descripción del método

#### a) Escalera adosada a la pared.

1. Se levantará una pared de 15 cm (con sus correspondientes cimientos); separada de la pared existente a una distancia equivalente a la anchura de paso y donde apoyen las vigas que se deberán cortar para permitir el paso.
2. Se cortará el envigado y se demolerán las bovedillas en el tramo del techo por donde pasa la escalera.
3. Deberá reforzarse la viga donde apoya la parte superior de la escalera (ver fichas EH-2 y EH-3), o bien se construirá una pared de 15 cm, igual que la del punto 1, pero perpendicular al sentido de la escalera.
4. Se fijarán las zancas de la escalera a la viga reforzada o a la nueva pared.
5. Se construirá el peldañado.

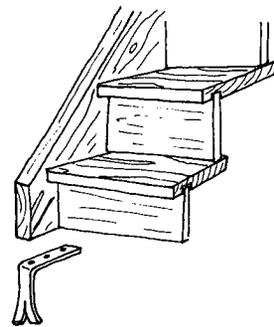
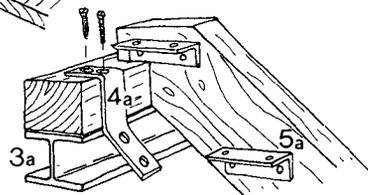
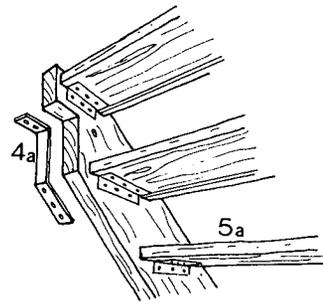
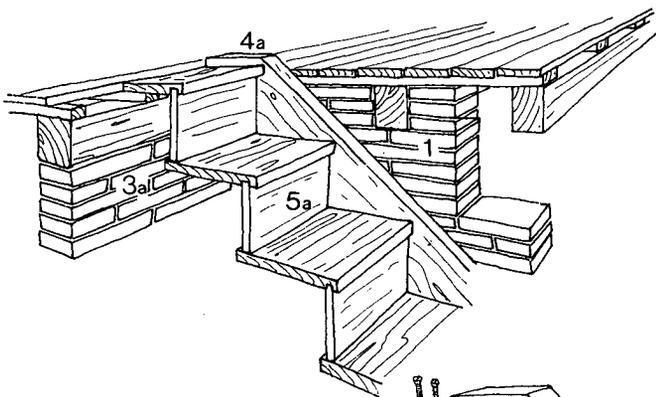
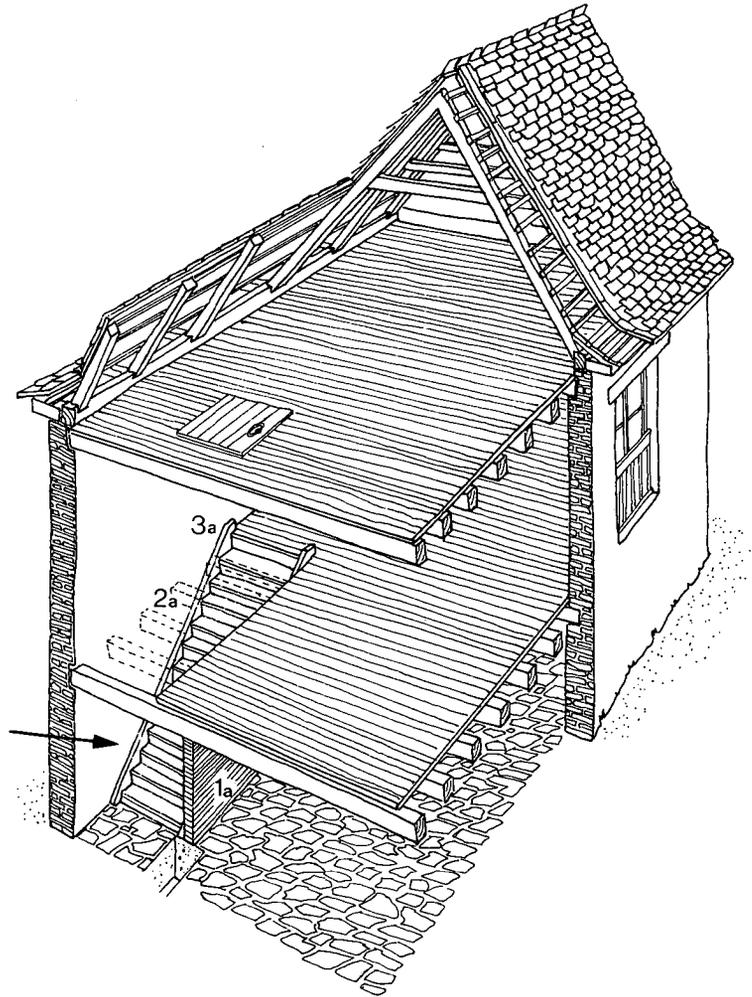
#### b) Escalera separada de la pared.

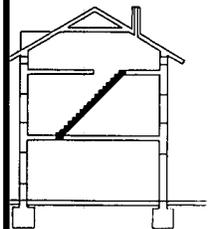
Deberá hacerse lo mismo que en el caso a, pero en el punto 1 deberán levantarse dos paredes en lugar de una para apeaar los dos lados del techo.

### Comentarios

Si la escalera es paralela al sentido de las vigas, se podrán aplicar las recomendaciones de la ficha ESC-2.

Si el envigado es de madera, es más sencillo aplicar estas soluciones con hierro o madera que con bóveda cerámica, losa de hormigón o con viguetas pretensadas.





## Construcción de una escalera entre dos plantas paralelas al sentido del envigado

---

### Descripción de las anomalías

Falta de escalera.

Motivos: Necesidad de comunicación entre dos plantas.

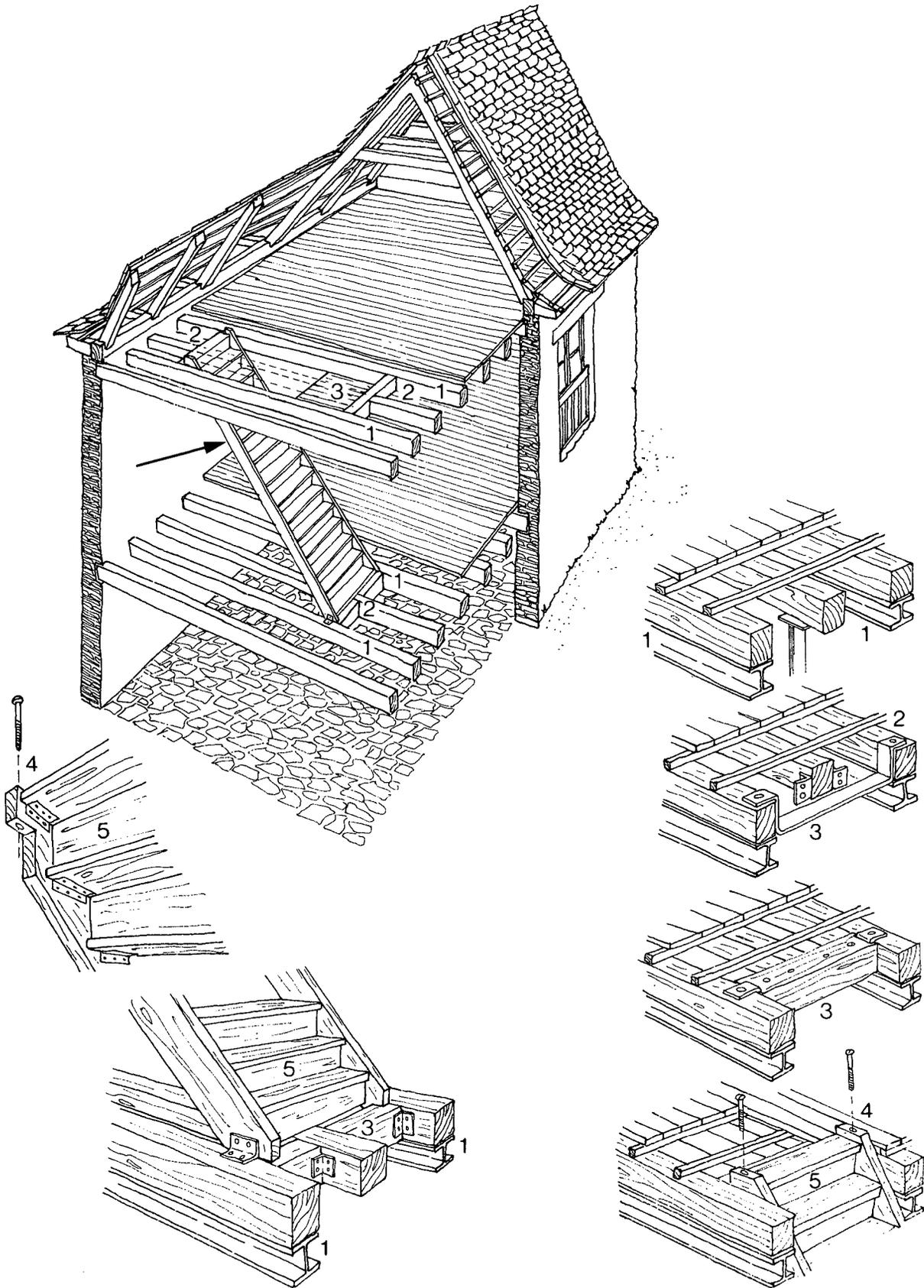
### Descripción del método

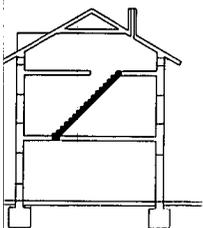
1. Se revisará el estado de las vigas donde irá apoyada la escalera, tanto de la planta superior como de la inferior. Si están en malas condiciones, deberán aplicarse las recomendaciones de las fichas EH-2 o EH-3.
2. Se construirán dos brochales (de madera o de hierro) en los puntos donde irá apoyada la escalera.
3. Si el espacio entre vigas permite el paso de la escalera, se derribarán simplemente las bovedillas. En caso contrario los brochales de apoyo deberán dimensionarse además como apeo del tramo de techo afectado al derribar más de una bovedilla y cortar alguna viga.
4. Se fijarán las zancas de la escalera arriba y abajo.
5. Se construirá el peldañado.

### Comentarios

Si el envigado es de madera, es más sencillo construir estas soluciones con hierro o madera que con bóveda cerámica, losa de hormigón o viguetas pretensadas.

Si la escalera se hace adosada a una pared, la construcción se simplifica.





## Construcción, entre dos plantas, de una escalera perpendicular al sentido del envigado

### Descripción de las anomalías

Falta de escalera.

Motivos: Necesidad de comunicación entre dos plantas.

### Descripción del método

1. En el piso superior, se colocarán dos brochales, que soporten las cabezas de las vigas que hace falta cortar para dar paso a la escalera.
2. Se reforzarán las vigas donde descansan los brochales, según las fichas EH-2 o EH-3.
3. Se reforzará la viga inferior donde debe apoyar la escalera.
4. Se cortarán las vigas y se demolerán las bovedillas o tableros por donde pasará la escalera.
5. Se colocarán las zancas de la escalera, fijadas a la parte superior e inferior.
6. Se construirá el peldañado.

### Comentarios

Si el envigado es de madera, es mejor hacer la reforma con hierro o madera, que con bóveda cerámica, losa de hormigón o viguetas pretensadas.

Si la escalera queda adosada a una pared, la construcción se simplifica.

