

## Madera en rehabilitación. Uniones encoladas

MIKEL LANDA ESPARZA, ARQUITECTO

**RESUMEN.** El artículo plantea una de las soluciones posibles cuando el Arquitecto afronta la rehabilitación de un edificio cuya estructura portante es de madera.

Se valoran las técnicas al uso para encarar dicha rehabilitación, tanto desde el punto de vista técnico como económico, y se plantea como alternativa la sustitución de las partes dañadas por nuevas piezas de madera, utilizando técnicas de encolado para la unión de éstas con las saneadas, que ya han superado el nivel meramente experimental.

Se analizan estas nuevas técnicas y los elementos estructurales específicos sobre los que se puede actuar, así como los tipos de colas que deben emplearse.

Finalmente se plantea el esquema de una posible metodología a seguir, aplicándolo de modo ejemplificado a la reparación de una cabeza de viga.

**SUMMARY.** The article presents one of the possible solutions to the situation where the architect has to deal with the restoration of a building which has a wooden structural load.

The techniques being used to face such types of restoration are assessed from both a technical and economic viewpoint and the substitution of damaged parts by new wooden pieces is presented.

Glue techniques are used to join these with the repaired ones which have already passed the trial stage.

These new techniques are examined in addition to the specific structural elements which can be worked on, and the types of glue which should be used.

Finally, an outline of a feasible method to be followed is presented by using the example of repairing the head of a beam.

### INDICE GENERAL

0. Resumen 1. Introducción 2. Técnica 3. Tipos de uniones 4. Encolado 5. Metodología

#### 1. INTRODUCCION

Es frecuente el caso en el que el Arquitecto se encuentra ante la labor de tener que rehabilitar un edificio en el cual una parte importante de la estructura portante, está realizada en madera.

Existe un desconocimiento hacia el material madera como elemento para la construcción, no sólo desde el punto de vista de la rehabilitación, sino también en la obra nueva. Este desconocimiento se encuentra en la base de la no utilización de este material. A ello han contribuido una serie de factores, entre los que se encuentran el uso masivo que se ha hecho de las estructuras de hormigón y de acero. Estas estructuras, han sido tenidas como más fiables debido a que se conocía su comportamiento

gracias a multitud de ensayos y estudios realizados sobre los mismos y a su amplia difusión en las Escuelas de Arquitectura.

La Casa Domino de Le Corbusier, que aboga por las posibilidades del hormigón, es un ejemplo claro de que a la madera se le va teniendo en cuenta como un material del pasado. Esto encaja con la idea que en las escuelas tienen los propios alumnos sobre la madera, que en la mayor parte de los casos, la consideran como un material que coarta la libertad de diseño que otros materiales permiten.

Hoy en día se puede decir que existe un conocimiento de la madera como material, fundamentado en los múltiples estudios que sobre el tema se han hecho, tanto en países industrialmente avanzados, como en países más atrasados tecnológicamente,

pero de gran tradición maderera. En muchos de estos países, se puede decir que nunca se ha perdido la tradición de construir en madera, aunque los sistemas constructivos hayan variado en el tiempo. Hay que tener en cuenta que en países como Canadá, Estados Unidos y los países Escandinavos, el porcentaje de viviendas unifamiliares de madera construidas con respecto al total de viviendas unifamiliares construidas, supera el 90% en todos ellos y es asimismo elevado e otros países como Alemania, Gran Bretaña y Nueva Zelanda.

Los procesos de fabricación en los que han entrado gran parte de los productos realizados con madera para la construcción, entre ellos las estructuras, y el conocimiento que de este material se tiene, hacen que en la actualidad utilizar la madera sea tan fiable y tan sencillo como lo es utilizar una estructura de acero o de hormigón.

El caso que nos ocupa, el de las rehabilitaciones de edificios construidos con estructura de madera, es un claro ejemplo de la desconfianza que por parte del Arquitecto existe hacia la madera. Cuantas veces hemos visto una estructura de madera rehabilitada, que mantiene su capacidad portante, revestida de un forro de acero para **asegurar** su estabilidad; o forjados de viguetas de madera, las cuáles no están en tan buen estado (hay que tener en cuenta, que la mejor madera, la del duramen, se utilizaba para las piezas principales: vigas y pilares), y a las que se superpone una capa de compresión de hormigón, cuya función principal en muchos casos es la de sobrecargar la estructura.

El Arquitecto, debe tomar una decisión sobre el método que ha de seguir para la ejecución de la obra.

Además de los casos en que se decide ayudar a la madera con otros materiales, existen otras opciones que deberían ser tenidas en cuenta, quedando al criterio del Arquitecto la utilización de una u otra, según los condicionantes de cada obra.

Una de estas opciones es la de sustituir la pieza de madera dañada por otra pieza nueva. En este caso, lo más sencillo es sustituir una pieza por otra de las mismas dimensiones y de la misma sección, en el caso de que no se vayan a variar las cargas a que esa pieza vaya a estar sometida y si la falta de resistencia de la viga se debe a causas ajenas a su sección, como son, las humedades, pudriciones, y los ataques de insectos xilófagos. Este sistema tiene como principal defecto, el precio de las piezas, que depende de las dimensiones de la pieza de madera (en el caso en que éstas se puedan conseguir).

Si tomamos la decisión de no sustituir la pieza de madera, tenemos dos posibilidades: que la estructura esté vista o que esté oculta. Esto nos va a condicionar a la hora de decidir la solución a adoptar.

Si la estructura de madera no va a quedar vista, se puede recurrir a soluciones con hormigón y metal, las cuáles hemos mencionado. Estas soluciones plantean problemas de sobrecargas de peso en el caso del hormigón y de corrosiones en el caso del acero.

En el caso de que la estructura de madera quede vista, las soluciones pueden ser más innovadoras, como puede ser la utilización de almas de acero en el interior de una viga de madera, para devolver a la viga su capacidad portante, o la aplicación de prótesis de resinas Epoxi con varillas de fibra de vidrio, conocido como **sistema Beta**.

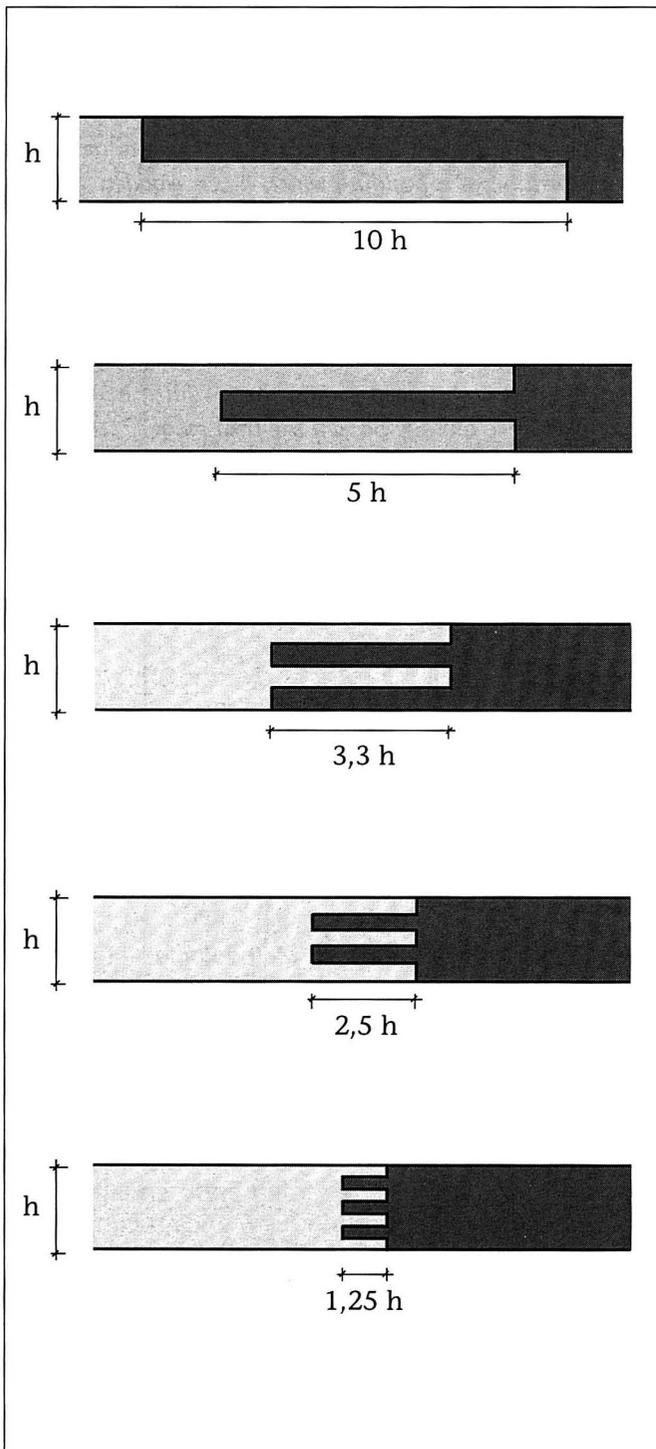


Figura 1

Existe otra vía, la cual voy a explicar, consistente en sustituir las partes de una pieza de madera dañada, por otras de madera, utilizando técnicas de encolado para asegurar la unión de ambas piezas.

Esta solución se basa en la bondad de las colas que se pueden utilizar. Hay que tener en cuenta que gran parte de los productos de madera que se utilizan en la construcción son encolados, incluso en funciones resistentes, como es la madera laminada encolada, o el parallam. Y tenemos estructuras realizadas con madera laminada encolada a principios de siglo, con técnicas de encolado bastante primitivas y que siguen en pie en la actualidad.

La técnica del encolado de dos piezas de madera para la rehabilitación de estructuras puede llegar a ser relativamente barata, si el encuentro entre las dos piezas es sencillo y rápido de ejecución.

Esta técnica ya ha sido probada a nivel experimental, produciendo resultados satisfactorios; sin embargo debe desarrollarse una base teórica sólida para conocer sus posibilidades de aplicación.

## 2. TECNICA

Esta técnica se basa en la del encolado de la fabricación de la madera laminada encolada, en la cual, la unión se produce de forma que se considere más resistente que la propia madera, de forma que no entra como factor en el cálculo.

La parte dañada de una viga de madera se elimina y se sustituye por otra, de la misma forma y de la misma especie, por medio del encolado.

Una vez que tenemos las dos piezas, el problema a resolver es la forma que debe tener la unión para que sea fiable. La normativa alemana, indica que para una unión encolada longitudinal de dos piezas de madera, existe una superficie mínima de encolado que es la que sale del plano inclinado con una pendiente de 1/10.

Si calculamos la distancia de la unión en una vigueta de 20 cm de canto con esta regla, tenemos una unión de 200 cm de longitud. Esto es excesivo para una vigueta que en ningún caso va a pasar de los 5 m de luz.

El plano de encolado lo podemos doblar y lo haremos retornar a la mitad del canto de la vigueta, tenemos dos superficies de 5 h de base, que en el caso de la vigueta, la longitud de la unión es de 100 cm.

Doblamos una vez mas cada uno de los planos y tenemos cuatro planos inclinados de 2,5 h de longitud, o sea de 50 cm. Y si proseguimos doblando, podemos llegar a una unión suficientemente corta como para hacer factible la unión desperdiciando el mínimo de madera posible. Es la unión utilizada en la madera laminada encolada y que recibe el nombre de **finger joint**.

Conseguir esta unión en obra requiere una pequeña infraestructura y mucha precaución en la realización del fresado. Podemos realizar una unión más sencilla en obra por medio de planos paralelos a modo de espigas. En este caso no se podría llegar a realizar una unión tan corta como en el caso del **finger joint** y la longitud de la unión puede rondar los 50 cm si tenemos cuatro planos de encolado. Si esta longitud nos parece excesiva existe otra solución para acortarla, que es girar el dentado 90° de forma que en vez de diez veces el canto de la vigueta, tendremos diez veces la base de la vigueta. Con cuatro planos de encolado y una base de vigueta de 7 cm, la longitud de la unión se reduce a 17,5 cm. Esta longitud es más cómoda de utilizar y se desperdicia menos madera.

La madera se puede conseguir en la misma obra de una pieza que se vaya a sustituir. Esta es la mejor garantía de que es la misma especie de madera y de que su antigüedad es la misma, por lo tanto la unión es más fiable.

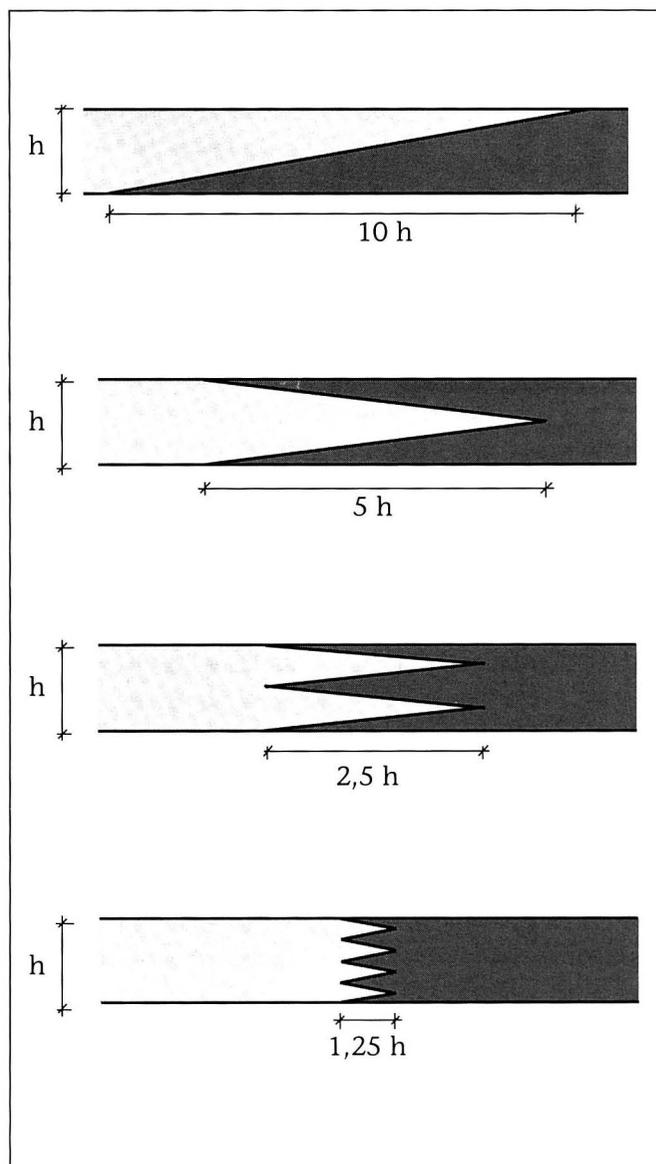


Figura 2

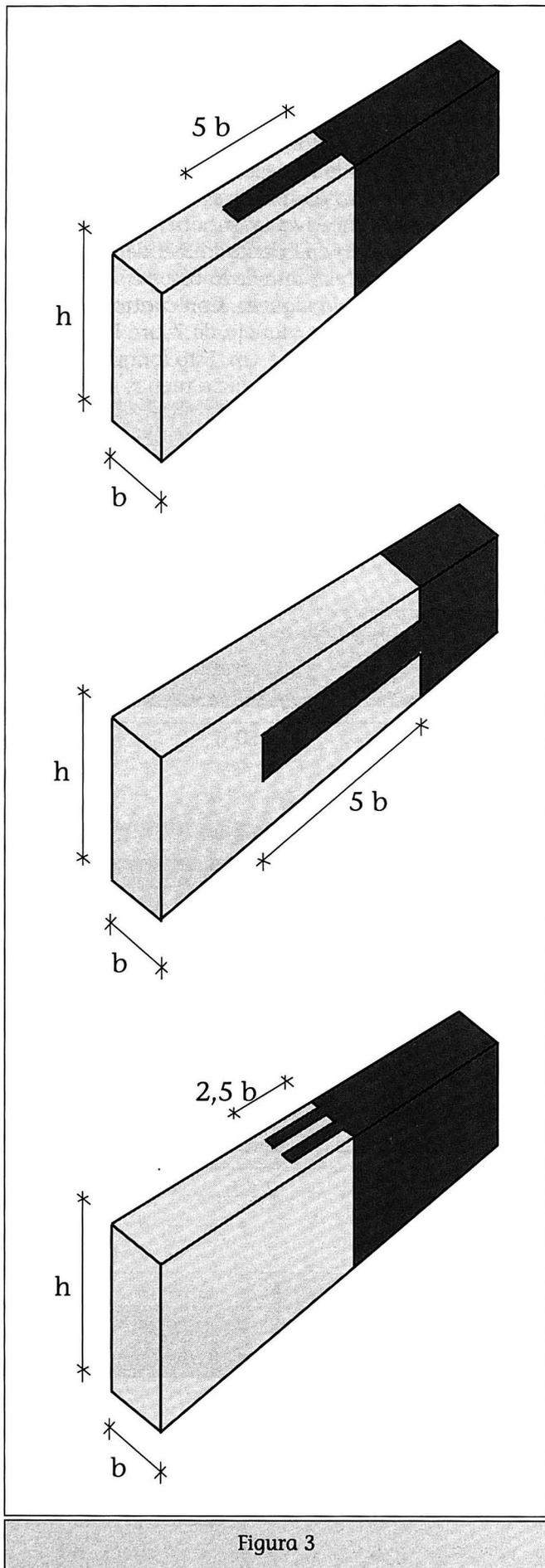


Figura 3

Una vez realizada la unión, se procede al encolado de las dos partes. La cola utilizada será la de **Resorcina**. El encolado necesita unas condiciones de humedad, temperatura y presión de las que trataremos más adelante.

Finalmente la unión necesita un tiempo de encolado dependiendo de la humedad y de la temperatura antes de que entre otra vez en carga.

Conviene tener en cuenta que en una rehabilitación se debe tratar la madera, tanto la ya existente, como la que se coloque nueva. La madera nueva irá tratada de antemano, pero la madera que se mantiene, recibirá un tratamiento curativo en obra.

Depende del tratamiento que apliquemos a la madera, ésta deberá ser antes o después del encolado. En el caso del **Vacsol**, se debe encolar antes del tratamiento; en el caso de las **sales de CCA**, se puede aplicar el tratamiento primero y encolar después debido a que no afecta a la calidad de la unión.

### 3. TIPOS DE UNIONES

Las uniones dependen del tipo de pieza de madera y de la parte de la pieza en que estemos actuando.

En el caso de un pilar, el problema más habitual es el de la degradación de la parte inferior del mismo, la que corresponde al apoyo, debido a las humedades que se mantienen tiempo en la base del pilar. En una estructura de madera tradicional, normalmente isostática, el pilar tiene una sollicitación a compresión; esto facilita la unión que se vaya a realizar.

En el caso de una viga, existen más posibilidades que en el de un pilar.

Podemos tener la cabeza de la viga dañada, que suele ser el problema más habitual, debido a las humedades residentes en la zona de empotramiento de la viga con el muro y debido a la falta de ventilación. Aquí el ataque más frecuente es el de pudrición de la madera.

La zona afectada puede ser el centro del vano de la viga (ataques de xilófagos, goteras...); lo que puede producir una flecha apreciable. Un ataque de xilófagos, puede dejar muy mermada la capacidad portante de la viga en puntos determinados.

Si a la viga le falta inercia debido a un aumento de las cargas en la estructura por el nuevo uso, sin que el problema sea una degradación de la capacidad portante de la madera, se puede suplementar una pieza de madera en la parte superior o inferior de la viga, encolándola, y consiguiendo aumentar la inercia. La unión en este caso es plana y a lo largo de toda la superficie (superior o inferior) de la viga. La única precaución a tomar en este caso es la de cepillar las superficies de las piezas de madera, para conseguir una perfecta planeidad que garantice un buen encolado. Esta solución no será posible en el caso en el que no se pueda mover el pavimento o el cielorraso.

En cada caso la sollicitación es distinta y la forma de actuar también; sin embargo para una viga, el tipo de unión puede ser el mismo independientemente de la zona de la viga en que estemos actuando, teniendo en cuenta que esta unión sirve tanto para el cortante en el extremo de la pieza, donde es máximo, como para el momento del centro del vano, en donde el momento es máximo.

La unión tiene que garantizar una continuidad del material de forma que una vez que la estructura ha entrado en carga nos olvidamos de ella.

Cuando se produce una rotura en una pieza encolada, ésta se tiene que producir por la madera. Es una forma de comprobar que la unión ha sido correctamente realizada.

**4. ENCOLADO**

El encolado de la unión de las dos o más piezas de madera, se efectuará utilizando una cola que nos garantice que la resistencia de la unión es superior a la resistencia de la propia madera.

Esto convierte la actuación en una mera operación de sustituir una parte de madera por otra. Habrá que ejecutar la unión correctamente y ello nos conduce a que el único cálculo que tengamos que realizar, sea el de la resistencia de la pieza entera, sin que la unión afecte al cálculo.

Las colas que pueden ser utilizadas en el encolado de vigas o estructuras de madera son:

- Melamina-formol
- Fenol-formol
- Resorcina-formol

La elección de la cola que se va a utilizar en esta técnica, está condicionada por los requerimientos de las obras, sobre todo hay que tener en cuenta la humedad posible en el lugar en que la pieza de madera va a trabajar.

La cola más adecuada para su utilización en este tipo de uniones, es la de **Resorcina**.

La **Resorcina** es una cola que reúne unas características excelentes para su uso a la intemperie. Resiste condiciones extremas de humedad y temperatura.

Son las que tienen mayor aplicación en la fabricación de estructuras de madera laminada encolada.

El fraguado de esta cola se produce bajo la acción del endurecedor, sin que sea necesario alcanzar temperaturas elevadas; se obtienen juntas que presentan una excelente calidad a la intemperie en frío, entre 20 y 30° C. Estas juntas son de mayor resistencia mecánica que la madera y su tiempo de polimerización es de entre 4 y 5 horas.

A medida que aumentamos la temperatura, aceleramos el fraguado hasta llegar a durar pocos minutos si alcanzamos los 90° C.

Las juntas realizadas en caliente, son de mejor

calidad que las efectuadas en frío.

La presión de encolado estará entre los valores de 2 y 5 Kg/cm<sup>2</sup> para los encolados en frío, si bien esta presión depende de la especie de madera que se vaya a encolar.

Estas propiedades de las colas de **Resorcina**, hacen que sean adecuadas para su utilización en rehabilitación, ya que van a resistir las humedades y la temperatura y además las condiciones que requieren para su puesta en obra se consiguen fácilmente.

Las colas de **Resorcina**, no sirven para rellenar, como lo hacen las resinas epoxi, por lo tanto los

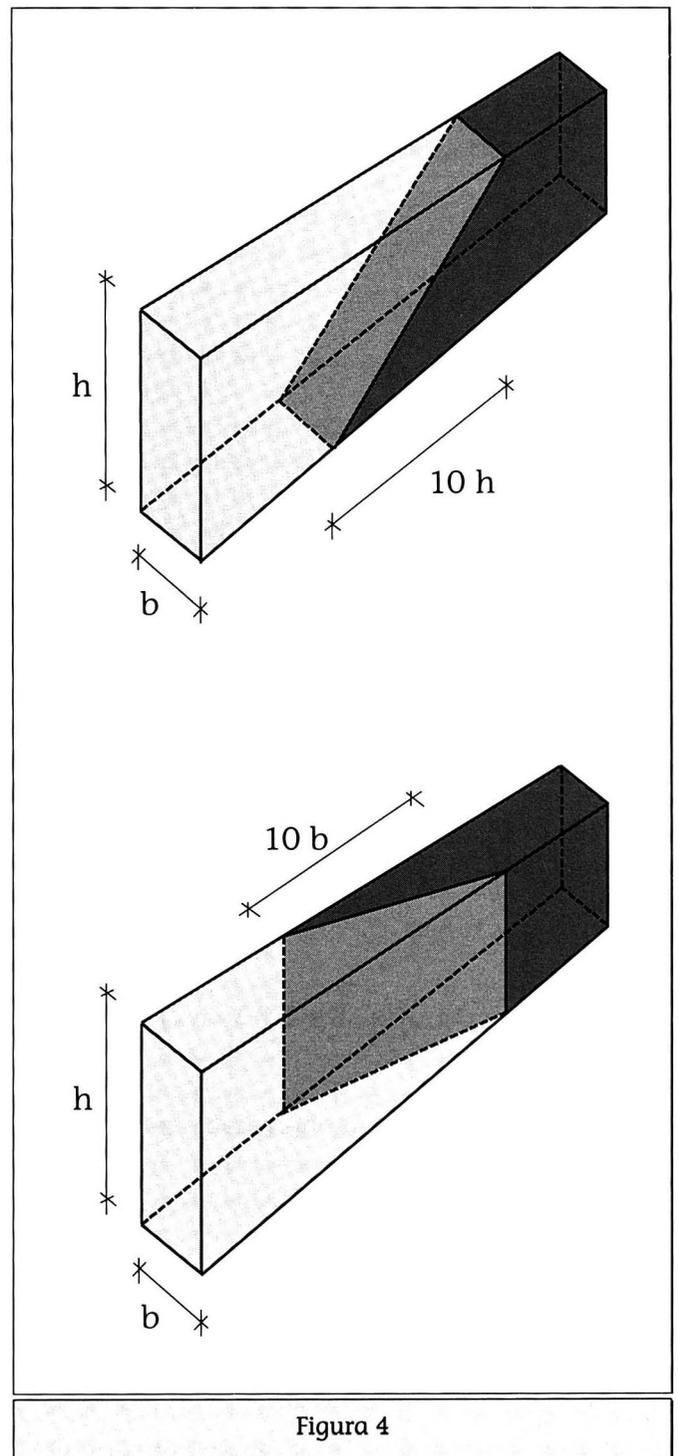


Figura 4

planos de unión deberán estar correctamente ejecutados y no permitir bolsas de aire que perjudiquen el encolado.

Hay que tener en cuenta el tratamiento que se vaya a dar a la madera, debido a que algunos tratamientos afectan a la resistencia de la unión, si han sido aplicados antes de su ejecución.

En estos casos será conveniente tratar la madera a posteriori, como si de un tratamiento curativo se tratara.

## 5. METODOLOGIA.

Se consideran las siguientes fases en la ejecución de una unión encolada en rehabilitación,

considerando el caso de una viga:

1. Apeo de la pieza a consolidar.
2. Despejar la zona que rodea la cabeza de la viga.
3. Análisis de la profundidad de los daños producidos en la madera, en la zona oculta.
4. Sanear la parte de madera afectada.
5. Conseguir una pieza de madera de la misma obra que se haya sustituido, para suplementar en la parte dañada.
6. Dibujar el tipo de unión elegido en la pieza existente y en la nueva.
7. Ejecución de la unión en las dos partes.
8. Encolado de ambas piezas y unión.
9. Se somete la unión a la presión de encolado durante el tiempo necesario.
10. Se hace entrar en carga a la pieza.