

Madera Laminada, Armada y Pretensada

Por E. DELAPORTE

1.—INTRODUCCION

La idea de reforzar la madera por medio de armaduras metálicas no es nueva, el zunchado de traviesas y de toneles es de empleo corriente y antiguo. El pretensado tampoco es una idea original, su uso en el hormigón armado también es de empleo generalizado.

2.—NOCIONES sobre el empleo de armaduras metálicas y sobre la aplicación de un esfuerzo de pretensado.

2.1. Armaduras metálicas

Las armaduras metálicas tienen su gran aplicación en el hormigón armado. El hormigón tiene muy buenas propiedades de resistencia a la compresión, pero muy malas sometido a tracción. Si se sitúan barras metálicas en vigas de hormigón, localizadas en las zonas en las que las vigas están sometidas a tracción, este esfuerzo será soportado por el acero. Esta técnica exige que la unión entre el acero y el hormigón sea perfecta (fig. 1). También es corriente que se dispongan redondos de acero en sitios que, aunque están sometidos a compresión, se desee disminuir la sección de la viga. Esta circunstancia es po-

sible porque el acero presenta alrededor de 15 veces más resistencia a compresión que el hormigón (fig. 2). Sin embargo, es en las zonas sometidas a

tendrá más resistencia a los esfuerzos de tracción que posteriormente se le apliquen.

Por ejemplo: para asegurar la estanqueidad de las duelas de

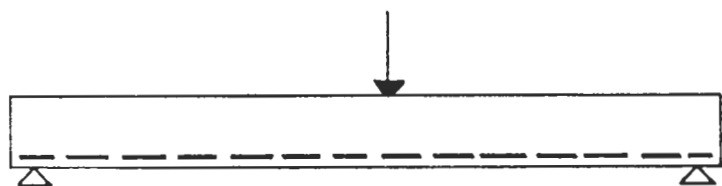


Fig. 1

tracción donde encuentra la mayor aplicación el acero.

2.2. El pretensado

También el pretensado es una técnica que ha encontrado su mayor aplicación el hormigón.

Su principio es el siguiente: si a una pieza se la mantiene

un tonel se mantienen comprimidas unas contra otras mediante un aro de acero; de esta forma resiste posteriormente las presiones del líquido. Las ruedas ligeras y de gran diámetro, de madera se mantienen gracias a una llanta ligera de acero, etc.

En 1920 E. Freyssinet aplica esta técnica al hormigón. Si a una viga rectangular, apoyada en sus dos extremos (fig. 3) se le somete a una carga, en la sección (xx), el diagrama de tensiones será el expresado en la figura 3 b.

Si se aplica un esfuerzo de compresión (por ejemplo, mediante un cable previamente extendido (fig. 1a) y que tiende a tomar su primitiva forma) se producirá un diagrama de tensiones inverso al precedente (fig. 4b).

Cuando a la viga anterior se la somete a una carga, como en el primer caso (fig. 5a), el dia-

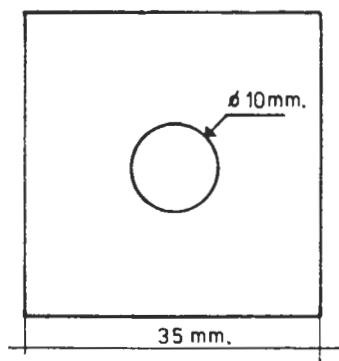


Fig. 2

sometida a un esfuerzo de compresión de intensidad suficiente,

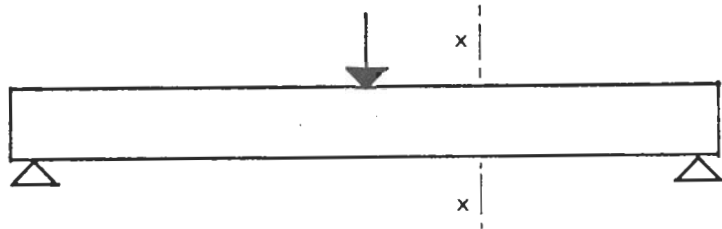


Fig. 3a

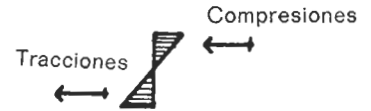


Fig. 3b

Fig. 4b



Fig. 4a



Fig. 5b

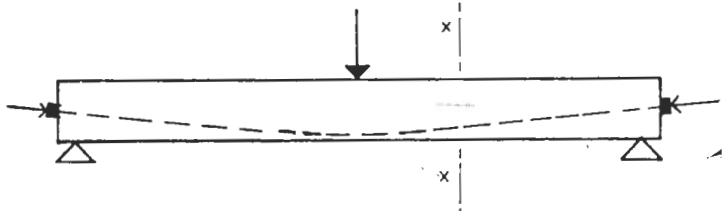
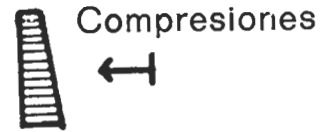


Fig. 5a



grama de tensiones será el expresado en la figura 5b, en el cual ya no existen zonas de tracción. Se puede conseguir de esta forma que las vigas estén sometidas a esfuerzos mínimos, bajo la acción de cargas permanentes y dimensionarlas en función de las sobrecargas temporales.

nada, armada y pretensada han dado resultados altamente satisfactorios. Se puede estimar que se mejoran las características de la madera laminada en un 20 por 100.

La madera laminada tiene una gran elasticidad y su deformación, ocasionada por cargas permanentes, es importante. Por medio del armado y pretensado

se puede conseguir un equilibrio para anular el efecto de las cargas permanentes dejando a la madera disponible para soportar sobrecargas temporales. Se puede deducir de los ensayos efectuados, además de un aumento de resistencia de la madera, una reducción importante en la dispersión de las cargas de rotura.

3.—MADERA LAMINADA, ARMADA Y PRETENSADA.

La construcción de vigas armadas y pretensadas no tiene el mismo interés para la madera que para el hormigón. La resistencia de la madera a tracción es muy buena y superior que a compresión. Por otra parte, existe el problema del encolado madera-metal, que, aunque no presenta problemas en sí, cuando se pasa al plan industrial no puede decirse que esté resuelto, aunque se está trabajando para poder emplear las colas que se usan actualmente sin modificar los procesos de fabricación. Las investigaciones que se han realizado con madera lami-

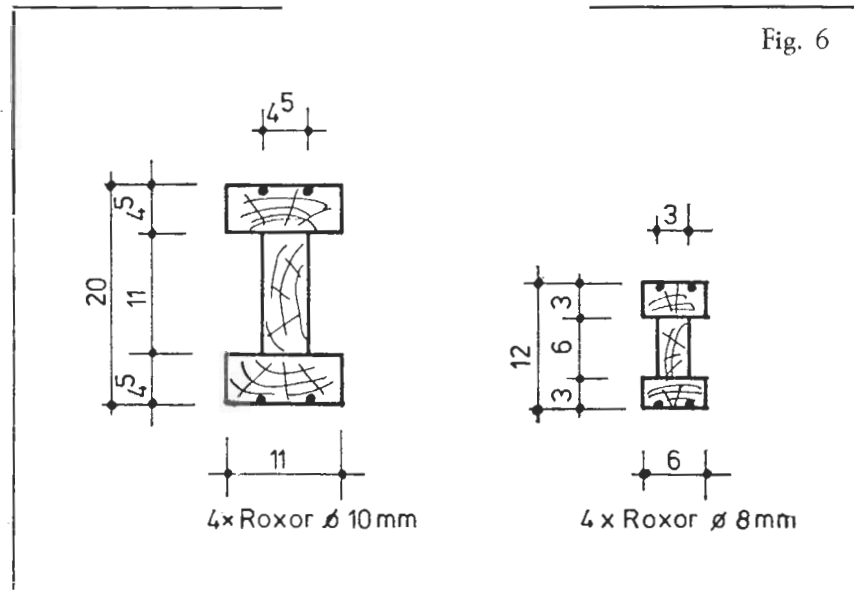


Fig. 6

4.—ENSAYOS REALIZADOS

Por orden cronológico, los ensayos más importante que se han realizado han sido los siguientes:

- Dr. Ing. Cizek en Praga, hacia 1955.
- Bohannan en Madison (USA), 1961-62.
- Peterson en Madison (USA), 1965.
- Borgin, Leodolf y Saunders en Stellenbosch (Africa del Sur), hacia 1967.
- H. J. Larsen y H. Nielsen en Copenhague, hacia 1969.

4.1. Dr. Ing. Cizek, Praga

Realizó los ensayos en dos tipos de vigas (fig. 6) de madera, armadas con redondos de acero Roxor fijadas mediante resinas Epoxy.

Al cabo de dos meses de cargar permanente y comparando con vigas testigos sin armar se establecieron en vigas no armadas flechas finales de 1,65 a 1,75 veces la flecha instantánea inicial; en las vigas armadas las flechas no crecieron más que el 1,24. Su deformación, por tanto, se había reducido 1/3 del valor normal.

4.2. Bohannan

Este autor, en el Forest Products Laboratory de Madison, ensayó vigas laminadas armadas y pretensadas mediante dos tirantes en la parte baja de la viga (fig. 7).

Se construyeron 6 pares de vigas, entre cada dos las características eran similares. Entre cada par de vigas se compararon los resultados, deduciéndose:

- Un aumento medio del 31 por 100 de resistencia a la rotura.
- Una disminución en la dispersión de los resultados en un 47 por 100.

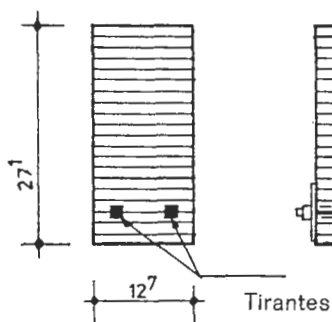


Fig. 7

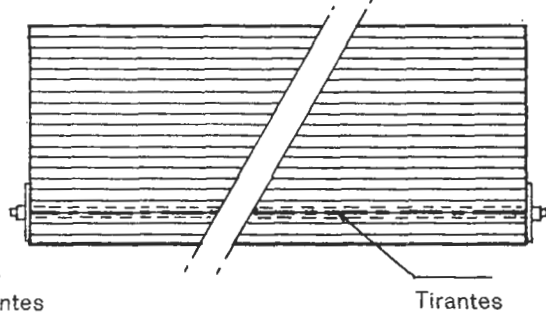
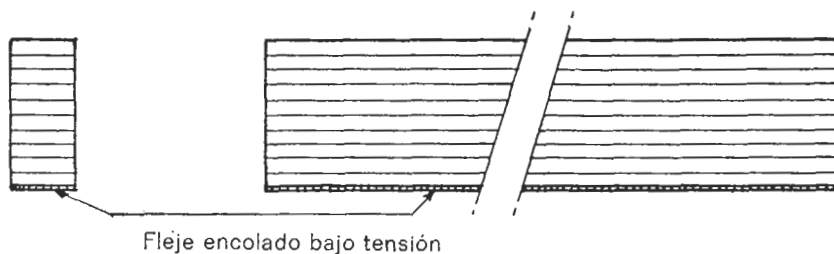


Fig. 8



- El módulo de elasticidad no sufrió influencia; no se estudió la deformación bajo carga.

4.3. Peterson

Este autor construyó también 6 pares de vigas idénticas dos a dos, una de ellas se pretensó y

la otra no. El procedimiento empleado fue sumamente curioso, puesto que encoló un fleje de acero en la parte inferior de la viga (fig. 8). Los resultados fueron los siguientes:

- Aumento del 76 por 100 de la resistencia práctica media con respecto a las vigas laminadas clásicas.
- Aumento del 244 por 100 de la resistencia a la rotura.
- Aumento del 26 por 100 de la rigidez a la flexión.
- Disminución del 71 por 100 de la dispersión de las resistencias prácticas.
- Aumento del 155 por 100 de la carga práctica en los 7 días a igual flecha.

Estos resultados confirman los obtenidos por Cizek, que no parecen haber sido conocidos ni por Bohannan ni Peterson.

4.4. Borgin, Leodolf y Saunders

Estos tres autores estudiaron una serie de vigas armadas no pretensadas. De dicho estudio parece deducirse que las armaduras simétricas (en zonas sometidas a compresión y tracción) aportan una mejora de la rigidez a la flexión. Sin embar-

A.I.T.I.M.

ES UN EQUIPO
de colaboradores
técnicos al
servicio de las
industrias de la
maderay corcho

A.I.T.I.M.

INVESTIGA
PLANEA
ACONSEJA
INFORMA

A.I.T.I.M.

DISPONE DE
LOS MEDIOS
QUE SU
INDUSTRIA
NECESITA

go, estos autores no compararon con vigas testigo y el número de ensayos que realizaron no fue significativo; en el cuadro final puede verse los resultados extremos de los ensayos.

4.5. H. J. Larsen y H. Nielsen

Estos autores no parece que conocieran los estudios realizados anteriormente, sobre todo

los de Bohannan, cuya similitud es grande. Los resultados pueden observarse en el cuadro final, aunque no se tiene un conocimiento exacto del estudio.

4.6. Cuadro resumen

Autores	Aumento de la resistencia a la flexión	Disminución de las desviaciones de resistencia	Aumento de la rigidez	Disminución de las deformaciones
Cizek	No estudiado	No estudiado	No estudiado	Disminución de 2/3 en 2 meses
Borgin Leodoff Saunders	Armadas en la parte inferior: 28-54 % Doble armadura: 12-26 %	No estudiado, pero quedó constancia de este efecto	30- 70 %	No estudiado
Peterson	75 %	70 %	23 %	Para flechas iguales aumento de carga del 150 % en 7 días
Bohannan	30 %	47 %	Nulo	No estudiado
Larsen Nielsen	45 %	66 %	Nulo	No estudiado

5.—CONCLUSION

Todos los ensayos efectuados por diversos investigadores coinciden en que el empleo de armaduras y la aplicación de pretensiones puede aportar a la técnica de la madera lami-

nada una mejora decisiva. Para su desarrollo es necesario que la nueva técnica pueda integrarse en una línea de fabricación industrial. También es preciso que las piezas metálicas queden protegidas contra la corrosión y

el incendio, ya que una de las características más interesantes de la madera laminada es precisamente la resistencia a la corrosión y al fuego.

(Revue du Bois, mayo y junio 1972)

Descortezado a Bajas Temperaturas

Se han realizado en Canadá ensayos de descortezado a bajas temperaturas con los siguientes objetivos:

- identificar los factores que influyen en el descortezado y en las pérdidas de madera producidas por dicha operación a temperaturas inferiores a 0° F (—15° C).
- determinar cómo actúan estos factores.
- mejorar el descortezado modificando las herramientas.

El estudio se ha realizado con una máquina especial que trabaja según el principio de la descortezadora Cambio.

Las conclusiones han sido las siguientes:

- A bajas temperaturas la can-

tidad de corteza eliminada depende de la fuerza aplicada a la herramienta y de la forma de ésta.

- Las pérdidas de madera aumentan al disminuir la temperatura.
- Por debajo de —23° C el descortezado no debe realizarse, dada su pésima calidad.
- El nivel óptimo de descortezado se alcanza cuando la corteza residual en el tronco es el 0,5 por 100. Ello puede obtenerse con varias combinaciones de ángulo de ataque y presión de la herramienta. El valor mínimo de la componente radial de la presión debe ser de 3,5 Kg/cm².

El ángulo de ataque debe variar entre 75° y 80°.

- Los niveles bajos de corteza residual van acompañados por fuertes pérdidas de madera. Por ello es conveniente no extremar el descortezado más allá de lo necesario.
- La presencia de madera de compresión reduce las pérdidas de madera.
- Al crecer el contenido de humedad de la corteza, se facilita el descortezado. Los troncos apeados en verano, aunque se hayan helado, se descortezan mejor que los apeados en invierno.
- Las especies influyen también mucho en el descortezado.

(Resumido de Forest Products Journal, febrero 1972)