

# 2 métodos de refuerzo y su comportamiento en vigas de hormigón armado de edificación\*

JOSE LUIS RAMIREZ ORTIZ, Prof. Dr. Ingeniero Industrial.

JOSE MANUEL BARCENA DIAZ, Dr. Ingeniero Industrial

JOSE MANUEL FEIJOO GIL, Ingeniero Industrial

422 - 16

## sinopsis

Continuando con los trabajos sobre investigación del comportamiento resistente de elementos estructurales de hormigón armado reforzados, se trata en la presente ocasión de analizar la resistencia a la flexión de vigas reforzadas por dos métodos diferentes.

En el primero se utiliza hormigón armado reforzando la viga por debajo del forjado en sus laterales y fondo. El segundo consiste en pegar dos chapas delgadas en los laterales de la viga, por debajo igualmente del forjado.

Los dos métodos han probado ser eficaces, y en lo que sigue se describen las vigas y refuerzos ensayados, su comportamiento y forma de rotura, y se dan datos relativos a las distintas fases de los ensayos junto con algunas conclusiones obtenidas.

## Introducción

El presente trabajo se integra en una serie dedicada al mejor conocimiento del comportamiento resistente de refuerzos y reparaciones de estructuras de hormigón armado.

En ocasiones anteriores se han estudiado hasta seis sistemas diferentes de refuerzo de pilares, con soluciones tanto basadas en el empleo de estructura metálica como de adiciones de hormigón armado.

En el trabajo que sigue se pretende analizar el comportamiento de dos tipos de refuerzo de vigas de hormigón armado que, por deficiente calidad en su hormigón, tienen unas posibilidades resistentes inferiores a las de cálculo. Siguiendo criterios anteriores se han probado dos tipos de reparación: uno por recrecido de parte de los laterales y fondo de la viga, con hormigón armado, y otro por pegado de chapas en parte de los laterales de las vigas.

Se han utilizado elementos de ensayo de tamaño natural, se ha procurado que los refuerzos sean fáciles de realizar en obra, y tanto en la fabricación de las vigas como en su refuerzo se ha procurado reproducir las condiciones de obra, no excesivamente rigurosas, para tener unos resultados más cerca de la realidad de un caso práctico.

\* Trabajo realizado en los Laboratorios de la Cátedra de Estructuras de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao, y en los Laboratorios de Ensayos e Investigación Industrial «L. J. Torrónategui» anexos. Constituye parte de la experimentación de los trabajos de tesis doctoral de J. M. Feijoo Gil.

## DIMENSIONES DE VIGAS Y REFUERZOS

### Viga original

Se ha tratado de partir de un tamaño de viga que fuera usual dentro de las que se emplean en edificios. Por facilidad de ensayo se ha calculado para una carga de servicio concentrada en el punto medio de la luz, en nuestro caso de 5,5 kp. Las calidades de los materiales han sido  $f_{ck} = 175 \text{ kp/cm}^2$  y  $f_{yk} = 4.200 \text{ kp/cm}^2$ , y los coeficientes de seguridad  $\gamma_c = 1,5$ ,  $\gamma_s = 1,15$  y  $\gamma_f = 1,6$ .

A partir de estos datos y utilizando el método de cálculo en agotamiento de la EH-73, se ha llegado a las dimensiones y armado que se muestran en la figura 4.

La necesidad de refuerzo de estas vigas se ha planteado en esta ocasión, haciéndolas con un hormigón cuya resistencia ha sido finalmente de  $104 \text{ kp/cm}^2$  (60 % de la de proyecto).

La figura 1 muestra esta viga dispuesta para su ensayo.

### Refuerzo de hormigón

Este tipo de refuerzo ha consistido en el regruesamiento de la viga original en 5 cm, en todas sus caras, excepto en la zona de la supuesta existencia del forjado que hemos considerado de 15 cm de grueso. Con ello hemos querido simular un refuerzo del nervio de una viga en su parte saliente bajo el forjado.

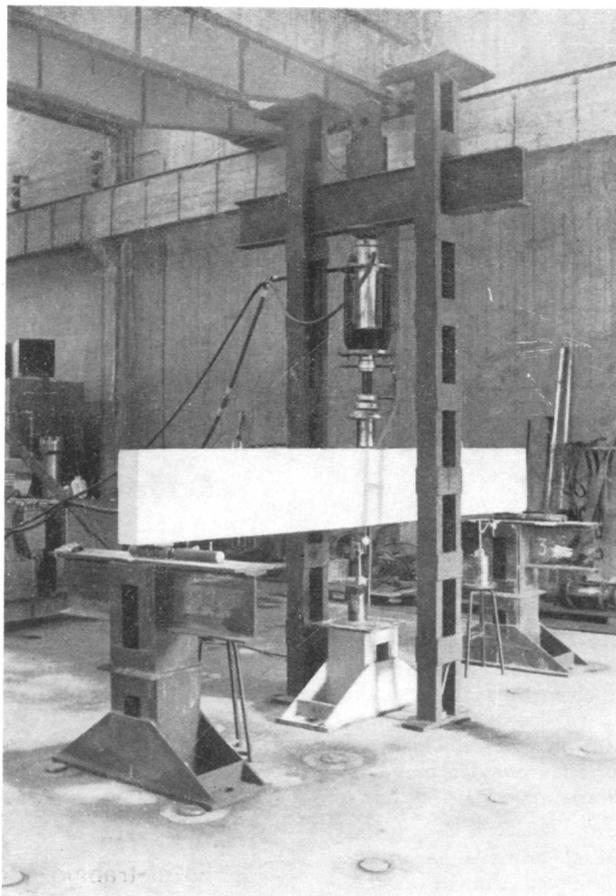
Su dimensionamiento se ha realizado suponiendo que trabaja independientemente de la viga original, al ser ésta la hipótesis más desfavorable. Con ello, además, no era necesario estudiar ni cuidar especialmente la superficie de contacto viga original-refuerzo.

Lo dicho equivale a que el refuerzo se ha dimensionado para el momento flector y esfuerzo cortante, diferencia entre los que resultan de considerar la carga de 5,5 kp en el centro de la luz, y el momento flector y esfuerzo cortante que resiste la viga original con los valores reales de resistencia para ella obtenidos ( $104 \text{ kp/cm}^2$  para el hormigón y  $f_{yk} = 2.500 \text{ kp/cm}^2$  para el acero, valor mayor de  $f_{yk}$  a considerar con dicha calidad de hormigón según la EH-73).

De los cálculos correspondientes ha resultado el refuerzo detallado en la figura 4 y cuya realización se ve en la figura 2. La ejecución del refuerzo se realizó a partir de la situación de viga descargada.

### Refuerzo metálico

El refuerzo ha consistido en adosar a las dos caras laterales de la viga, y en toda su longitud, sendas chapas de acero dulce de 2,5 mm de espesor y altura de 30 cm, dejando libre, como antes, la zona de supuesto forjado.



1

El proceso de cálculo ha consistido en suponer la chapa como armadura suplementaria introducida en las zonas de compresión y tracción de la viga de hormigón.

El esquema de la viga reforzada puede verse en la figura 4 y su aspecto antes del ensayo en la figura 3. Al igual que el refuerzo de hormigón el pegado de las chapas se realizó a partir de la situación de viga descargada.

## MATERIALES UTILIZADOS

### Hormigones

Se han confeccionado con áridos calizos de machaqueo de empleo habitual en nuestra región. El tamaño máximo de árido ha sido de 30 mm para el hormigón de las vigas originales y 12 mm para el hormigón de refuerzo.

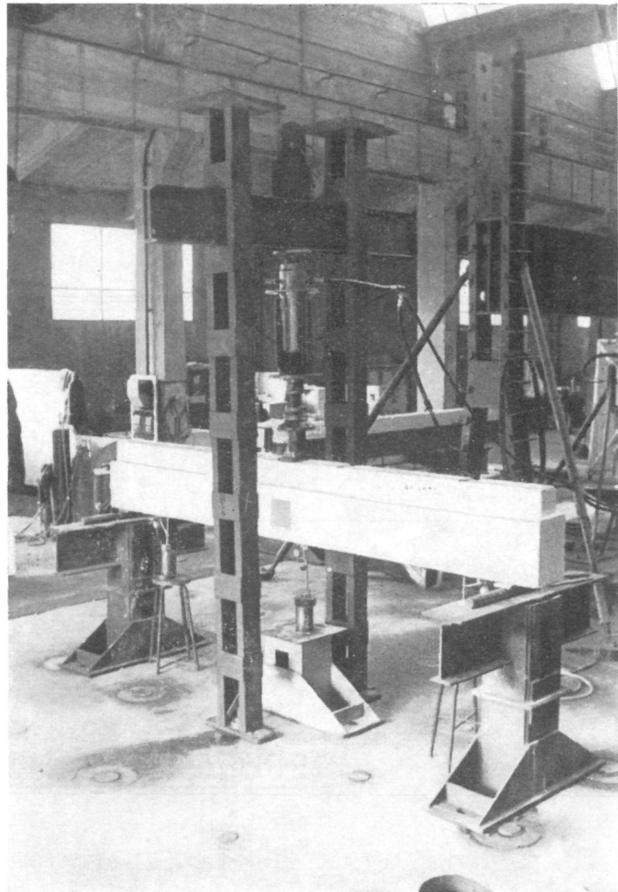
Las proporciones de árido grueso y arena se han calculado con el criterio de ajustar la curva mezcla lo más posible a la curva de Fuller.

El contenido de finos en la arena ha sido el 14 %, valor muy superior al 5 % que tolera la EH-73, pero muy frecuente en gran parte de las canteras de caliza.

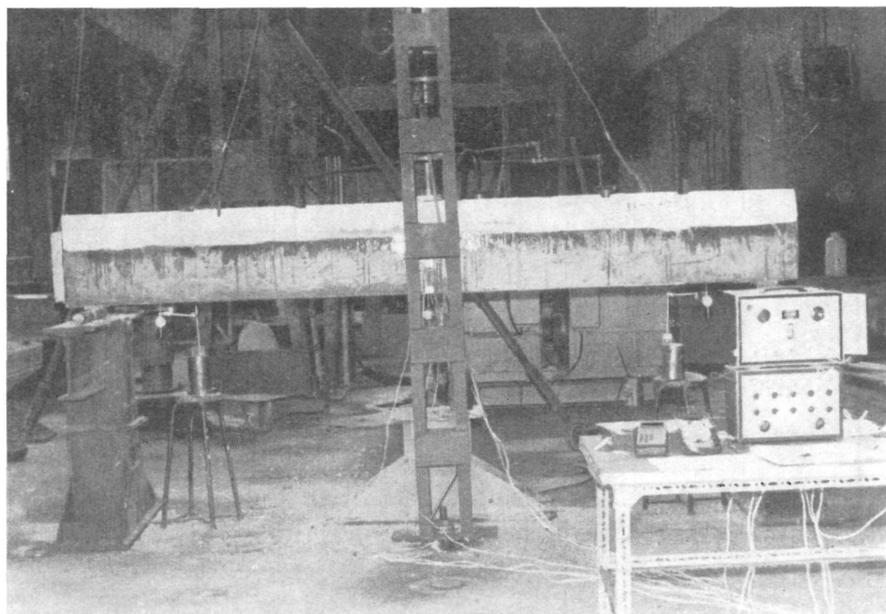
Para mejorar el contacto entre hormigón nuevo y antiguo se apiconó la superficie de la viga original.

Las composiciones de las masas, de acuerdo con los anteriores criterios, han sido las siguientes:

	<u>Original</u>	<u>Refuerzo</u>
Guijo (12-30 mm) ... .. .	60 %	—
Guijillo (5-12 mm) ... .. .	—	50 %
Arena (0-5 mm) ... .. .	40 %	50 %
Cemento P-350 ... .. .	200 kg/m <sup>3</sup>	315 kg/m <sup>3</sup>
A/C ... .. .	1,2	0,88
Cono de Abrams (cm) ... .. .	10,5	10
Aspecto de la masa ... .. .	Fluída	Plástica-fluida

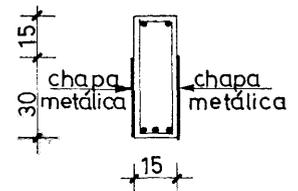
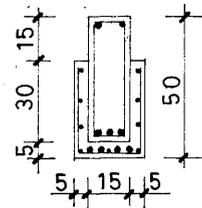
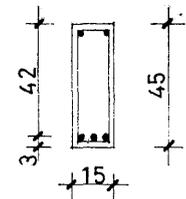
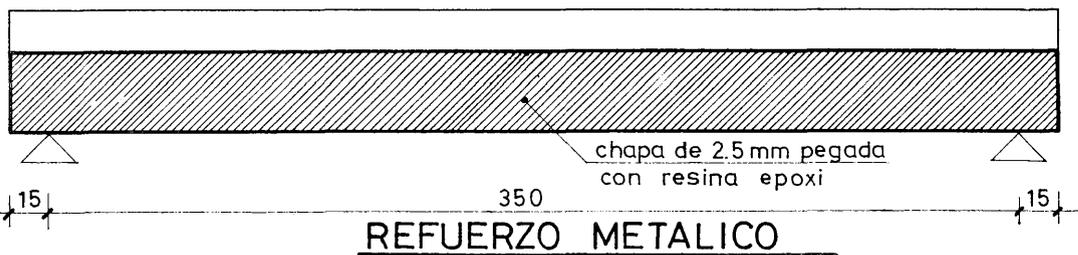
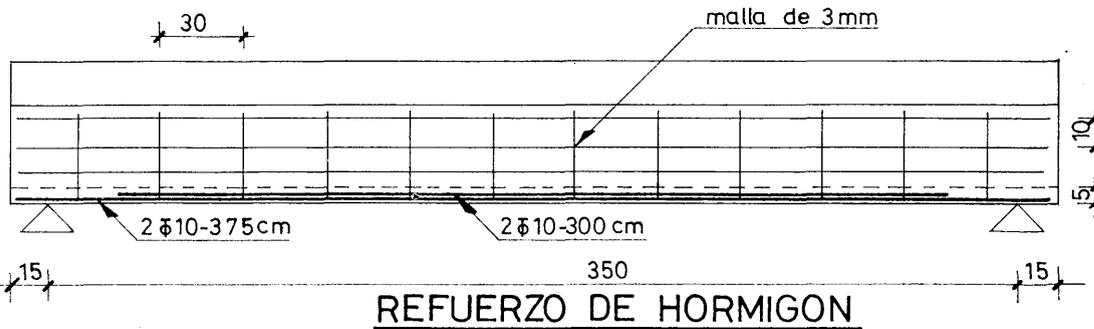
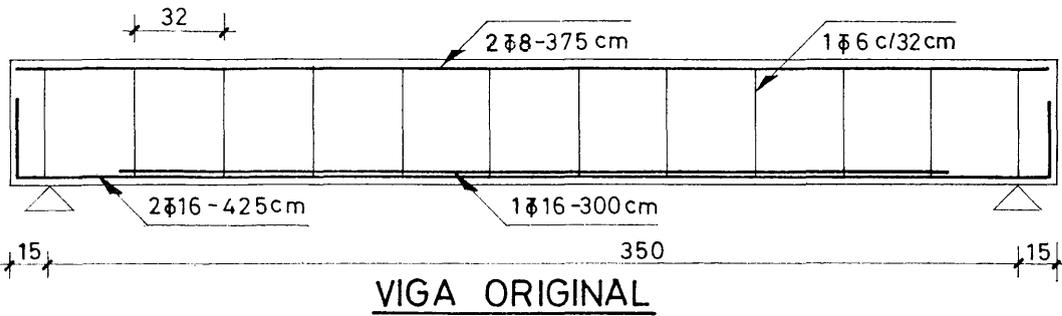


**2**



**3**

4



Para controlar las calidades tanto del hormigón como del refuerzo, se confeccionaron probetas cilíndricas normalizadas cuyos resultados se reúnen en el cuadro 1.

CUADRO 1

RESISTENCIA AL HORMIGON UTILIZADO (kp/cm<sup>2</sup>)

VIGA ORIGINAL NUM.			REFUERZO NUM.		
1	2	3	1	2	3
90,5	104,7	109,8	164,1	147,2	167,5
93,3	100,7	110,7	166,9	150,0	171,5
95,1	96,2	118,8	165,2	148,3	156,8
104,7	104,7	111,5	164,1	152,8	160,7
93,4	96,2	113,2	172,6	155,6	181,1
110,9	107,5	107,0	168,6	156,2	178,3
Valor medio: 104 kp/cm <sup>2</sup>			Valor medio: 163 kp/cm <sup>2</sup>		

### Armaduras

Las armaduras longitudinales y estribos fueron de acero corrugado torsionado del tipo AE 42F. La malla electrosoldada del refuerzo fue de calidad AE 50N.

### Chapa

La calidad elegida fue de la dulce normal A42.

### Cola

Para unir las chapas a la viga original se utilizó una resina epoxi del tipo Nitobond E.

La superficie de la chapa a entrar en contacto con el hormigón se limpió y decapó previamente con

una disolución de ácido clorhídrico, y el hormigón de la viga se raspó con cepillo de alambre y se limpió posteriormente con agua.

Las chapas se apretaron con sargentos contra la viga por intermedio de listones de madera transversales, inclinados 45° respecto a la vertical y separados 50 cm en el sentido longitudinal.

### DESARROLLO DE LOS ENSAYOS DE FLEXION

Todas las vigas, originales y reforzadas, nueve en total, se ensayaron en la Plataforma de Ensayos de los Laboratorios «L. J. Torrón-tegui», de acuerdo con el método que se describe a continuación (fig. 3):

- Apoyos biarticulados, uno de ellos con posibilidad de desplazamiento, separados 3,5 m.
- Carga aplicada en el centro de la luz concentrada en una longitud de 10 cm, sumi-

nistrada por un gato de 20 t y equipo hidráulico de precisión.

- Medición de flechas por comparadores centesimales en el centro del vano y próximo a los apoyos para poder corregir un eventual descenso de los mismos.
- Determinación de tensiones mecánicas en armaduras y chapas de refuerzo por medio de extensometría óhmica.

La carga se aplicó por incrementos, haciéndose un primer ensayo hasta la carga de trabajo de las vigas, volviendo a cero y reanudando la carga hasta llegar al agotamiento.

Durante el mismo se leían para cada escalón de carga flechas, tensiones mecánicas y número, aberturas y altura de la fisuración.

En los cuadros 2 y 3 se han resumido una serie de valores significativos, deducidos de los ensayos, que discutimos en los siguientes apartados.

**CUADRO 2**

RESUMEN RESULTADOS SIGNIFICATIVOS DE LOS ENSAYOS

ESTADO VIGA ENSAYADA	CARGA ROTURA (kg)	CARGA DE FISURACION (kg)		FLECHA CARGA SERVICIO (mm)	TENSIONES DE TRACCION PARA CARGA DE SERVICIO (kp/cm <sup>2</sup> )				
		Comienzo	Ancho 0,3 mm		Armaduras originales	Armaduras refuerzo	Chapa refuerzo Punto inferior	A 15 cm altura	
Original ... ..	1	11.000	4.000	7.000	5,30	—	—	—	—
	2	11.020	4.000	8.000	4,86	1.976	—	—	—
	3	11.970	2.000	8.500	3,51	2.029	—	—	—
Valores medios ... ..	11.330	3.333	7.833	4,55	2.003	—	—	—	
Reforzada hormigón . . .	1	17.850	4.000	13.000	1,94	—	—	—	—
	2	19.290	5.500	14.500	1,91	775	1.292	—	—
	3	16.640	5.500	14.500	1,97	877	1.139	—	—
Valores medios ... ..	17.927	5.000	14.000	1,94	826	1.216	—	—	
Reforzada metálica ... ..	1	14.650	4.000	13.000	2,67	—	—	—	—
	2	15.370	5.500	12.500	2,52	1.183	—	1.110	402
	3	16.000	6.000	14.500	2,46	1.084	—	1.118	427
Valores medios ... ..	15.340	5.167	13.333	2,55	1.134	—	1.114	415	

### CUADRO 3

RELACIONES DE COMPORTAMIENTO ENTRE VIGA REFORZADA Y SIN REFORZAR PARA ALGUNOS PARAMETROS DEL ENSAYO

PARAMETRO CONSIDERADO	TIPO DE REFUERZO	
	Hormigón	Metálico
Carga de rotura ... ..	1,58	1,35
Carga inicio fisuración ... ..	1,50	1,55
Carga para fisuración 0,3 mm.	1,79	1,70
Flecha carga servicio ... ..	0,43	0,56

### RESISTENCIA, FISURACION Y FORMA DE LAS ROTURAS

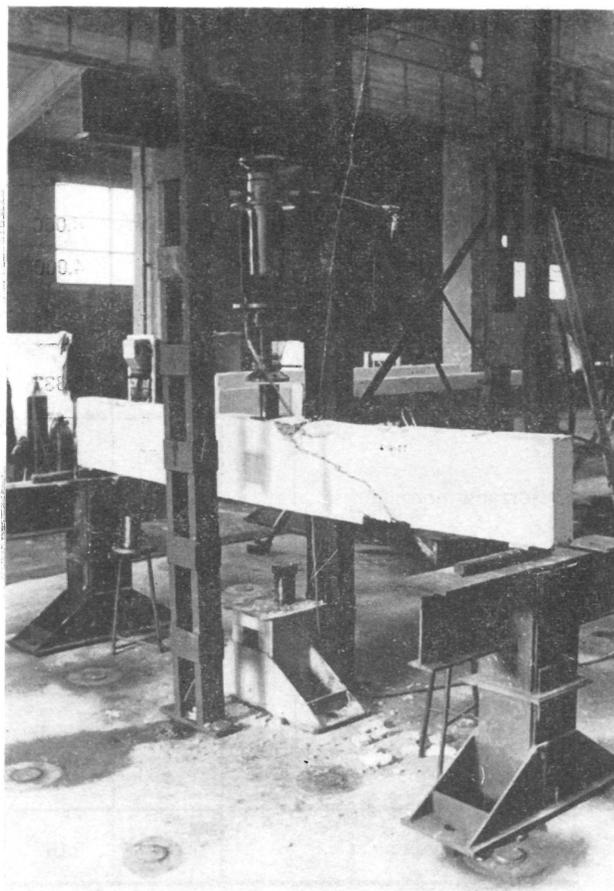
Desde el punto de vista de la carga de rotura hemos deducido de comprobaciones teóricas y datos experimentales que en nuestro caso de un descenso de calidad del hormigón del valor 175 kp/cm<sup>2</sup>, nominal, al 104 kp/cm<sup>2</sup>, realmente obtenido, era suficiente aumentar la carga de rotura de la viga original por el refuerzo en un 30-40 %.

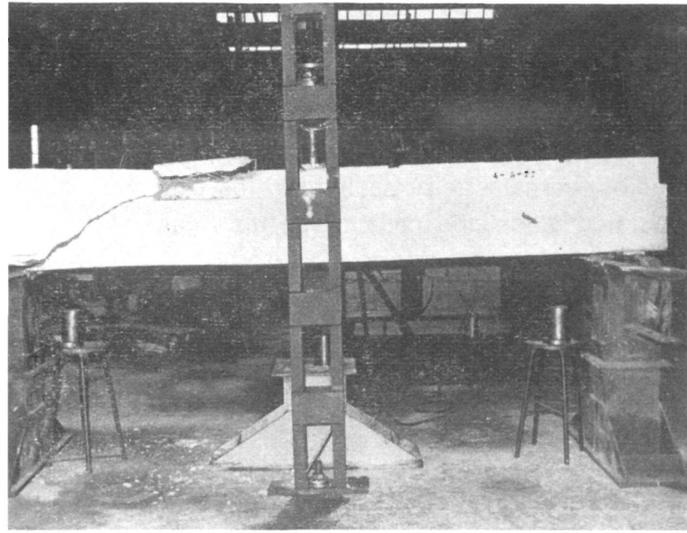
Esto se ha alcanzado, puesto que el refuerzo en hormigón ha proporcionado una mejora del 58 % y el metálico un 35 % (cuadro 3).

No sólo se ha restablecido la carga de rotura, sino que también se ha mejorado sustancialmente en cuanto a flecha y fisuración. La flecha de las vigas reforzadas, en las dos soluciones, es del orden de la mitad que en la viga sin reforzar y totalmente comparable con el valor (2,7 mm) calculado teóricamente para la viga proyectada. La carga de inicio de fisuración se ha elevado un 50 % con el refuerzo, y la que produce fisuras de 0,3 mm de ancho un 75 %, no diferenciándose prácticamente en su comportamiento los dos tipos de refuerzo (cuadro 3).

Cada uno de los tres tipos de viga ensayada ha tenido una forma de rotura característica.

La viga original de sección rectangular ha fallado por combinación de esfuerzo cortante y momento flector en el centro de la luz que

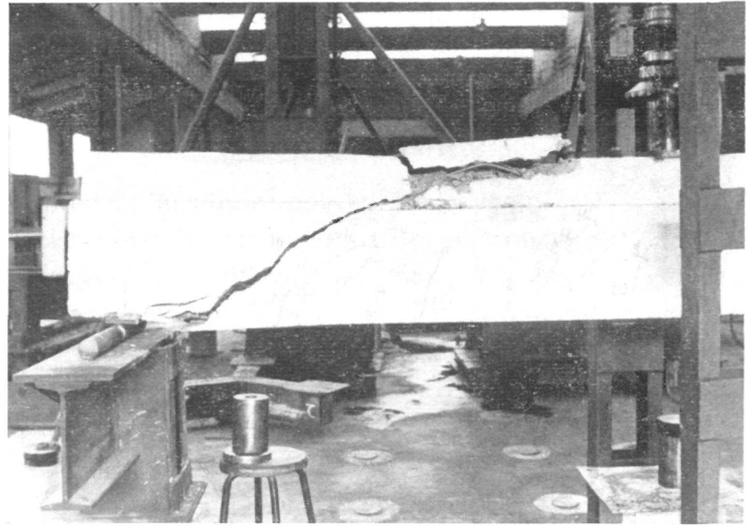




**6**

coincide con el punto de aplicación de la carga (fig. 5).

La reforzada con la U inferior de hormigón ha roto, en cambio, por esfuerzo cortante en la sección de un apoyo (figs. 6 y 7). Proba-

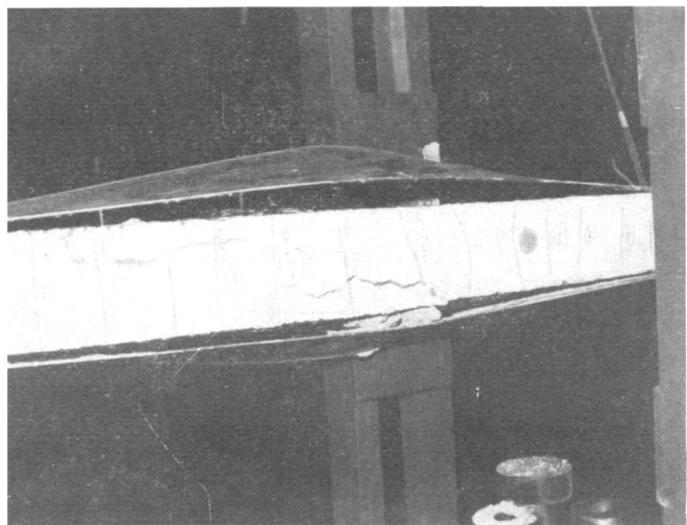
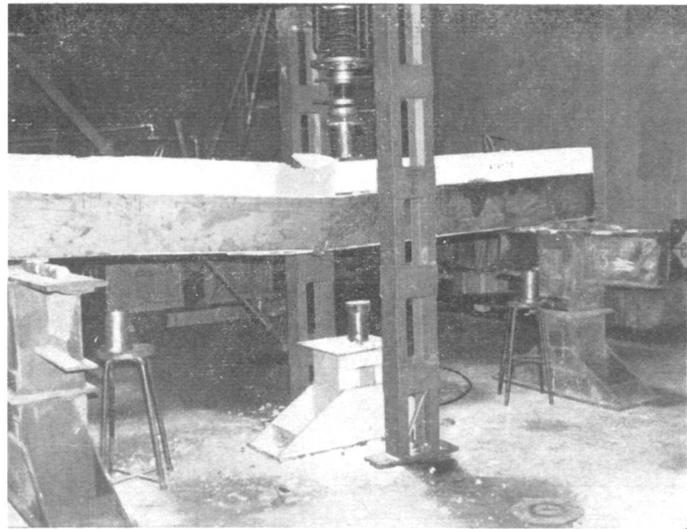


**7**

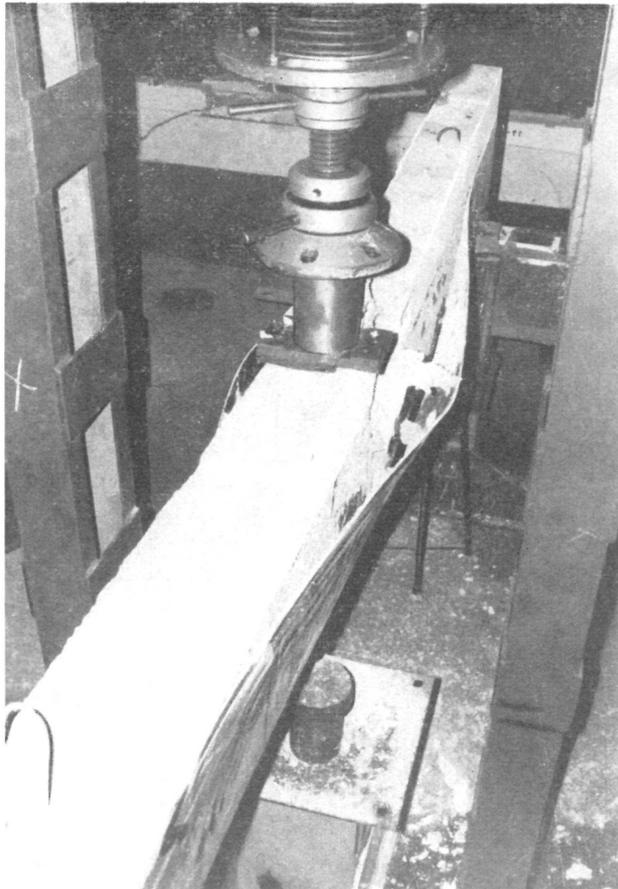
blemente esto es consecuencia de que el refuerzo ayuda proporcionalmente más desde el punto de vista del momento flector que del esfuerzo cortante.

Finalmente, la reforzada con chapas laterales

**8**



**9**



**10**

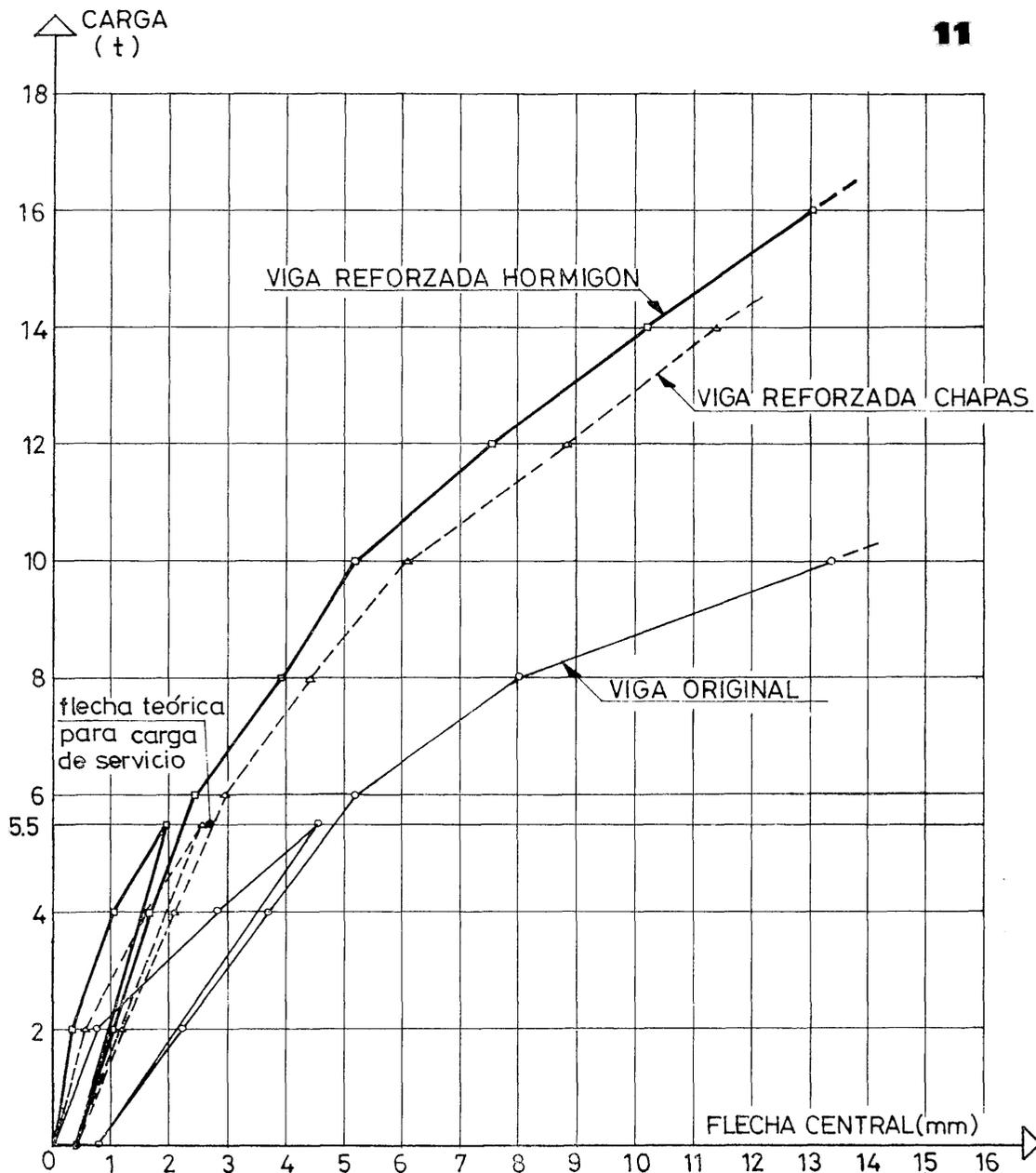
pegadas ha roto por la sección central, por agotamiento del hormigón comprimido, como consecuencia del despegue y pandeo lateral de refuerzo (figs. 8, 9 y 10).

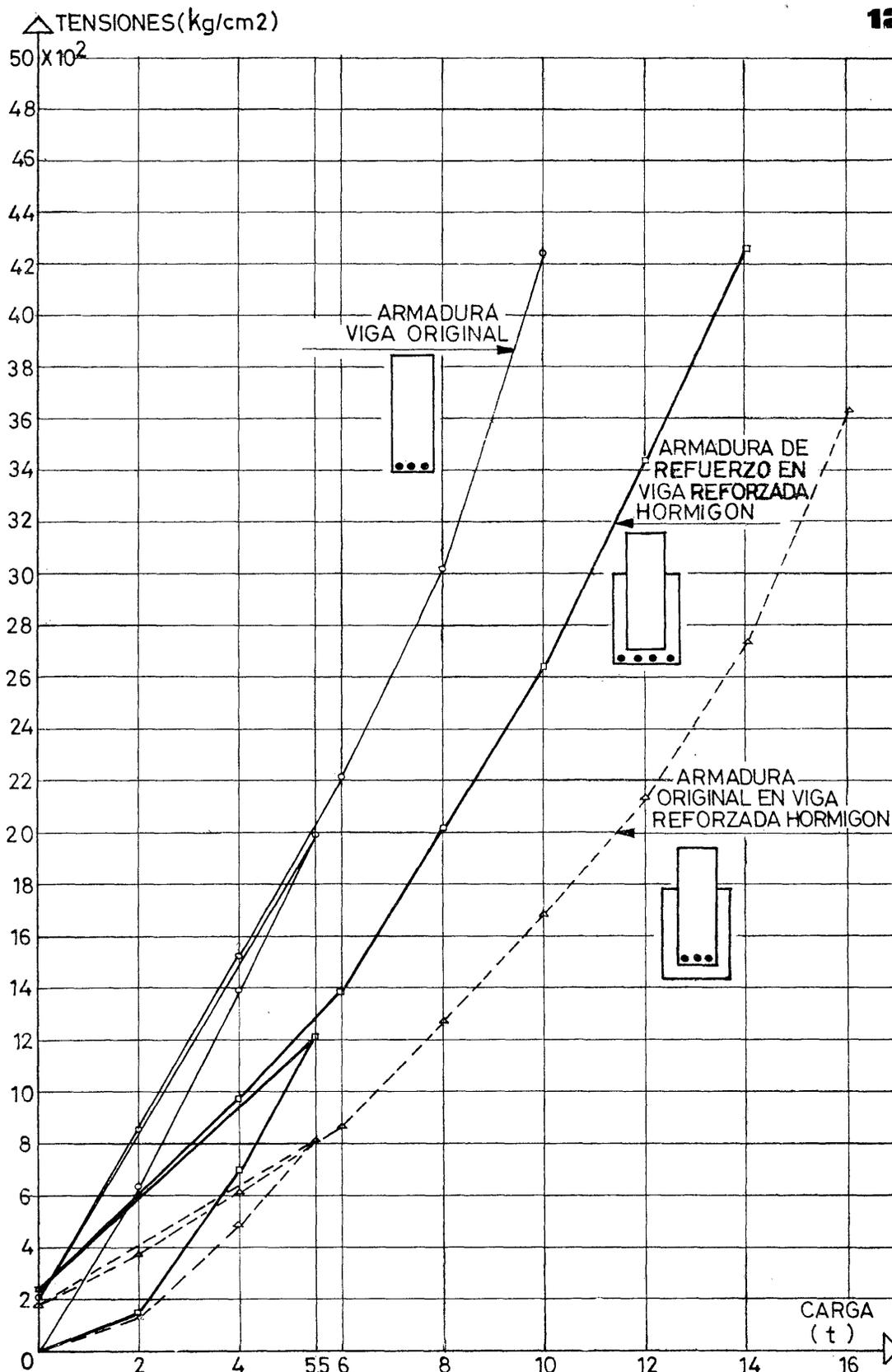
Con ninguno de los dos refuerzos se ha observado ningún deslizamiento relativo de los mismos respecto a la viga original a lo largo del ensayo, habiendo una buena colaboración hasta la rotura.

## DEFORMABILIDAD DE VIGA ORIGINAL Y REFORZADAS

En la figura 11 se han representado los valores medios, carga y deformación, de los tres ensayos realizados con cada grupo de vigas originales y reforzadas.

Las curvas disponen de varios trazos, correspondientes al proceso de subida hasta la car-





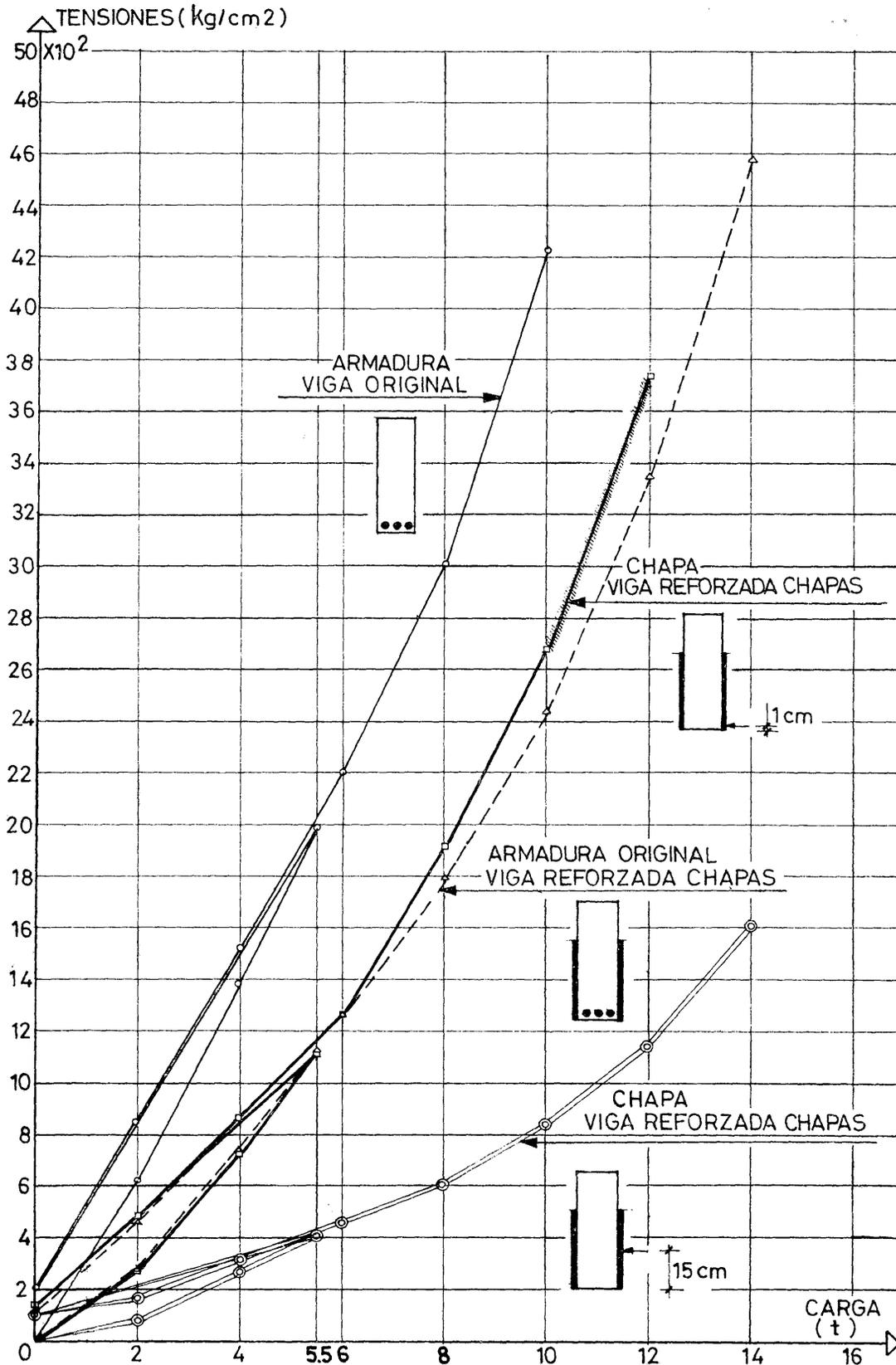
ga de servicio, bajada a cero y posterior subida de carga progresiva hasta la rotura.

Se observa que para la carga de servicio las vigas reforzadas por ambos procedimientos presentan una flecha análoga a la teórica de la

viga original proyectada, mientras la viga sin reforzar tiene una flecha del orden del doble.

#### REPARTO DE CARGAS ENTRE VIGA ORIGINAL Y REFUERZOS

Las curvas dibujadas en las figuras 12 y 13



nos dan los valores medios de las tensiones, medidas en armaduras y refuerzos por medio de extensómetros óhmicos, en función de la sollicitación de las vigas.

En el cuadro 4 se han calculado, en función de las tensiones en la armadura de la viga de

hormigón original, el reparto aproximado de cargas entre viga primitiva y refuerzo.

Podemos destacar como consecuencia de estos resultados una menor colaboración relativa del refuerzo a medida que aumenta la carga y una mayor participación del refuerzo

# Nueva tecnología experimentada en sistemas de impermeabilización



composan



GERLAND ETANCHEITE

os grandes firmas, lo han hecho posible en España

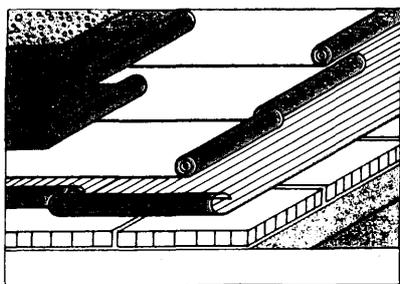


# HYRENE

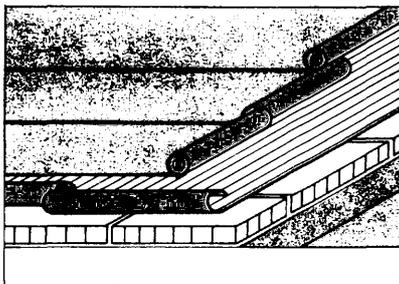
COMPOSAN, S. A. y GERLAND ETANCHEITE, presentan ahora en España unos nuevos sistemas de impermeabilización y estanqueidad, experimentados en otros países, en base a la gama de productos prefabricados HYRENE, realizados a partir de un ligante de betún-elastomérico, formando en todos los casos un complejo bicapa.

La gama HYRENE comprende una serie de productos que, bajo la característica común del ligante betún-elastomérico, admite gran variedad en cuanto a armaduras (velo de vidrio, poliéster sin tejer, etc.), en cuanto a colores, autoprotectidos en cerámica o sin protección, etc.

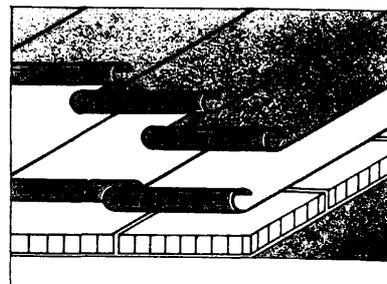
Los sistemas HYRENE, dan solución a cualquier tipo de impermeabilización, ajustándose al Pliego de Características Técnicas HYRENE.



FLOTANTE



SEMI-ADHERENTE



ADHERENTE

Para más información en cuanto a los detalles de ejecución, materiales necesarios, complementos, casos especiales, presupuestos, etc.,

rogamos consulten a nuestro Departamento Técnico quien está en condiciones de aportarles la más amplia información técnica al respecto.



**composan**

Cedaceros, 4  
Teléfs. 222 64 76 y 222 74 25  
Telex: 44116 COEL-E  
MADRID-14

CUADRO 4

TIPO DE REFUERZO	% DE LA CARGA TOTAL SOPORTADA EN LA FASE DE					
	CARGA DE SERVICIO		DOBLE CARGA SERVICIO		ROTURA PIEZA ORIGINAL	
	Original	Refuerzo	Original	Refuerzo	Original	Refuerzo
Hormigón ... ..	45	55	48	52	56	44
Metálico ... ..	60	40	70	30	74	26

de hormigón respecto al metálico en su toma de carga exterior.

De todas formas, siempre se ha mantenido la colaboración del refuerzo por encima del 30-40 % de la resistencia de la viga original que, anteriormente, citamos como aportación necesaria en función de los cálculos y experiencias realizados.

### CONCLUSIONES

Los dos métodos de refuerzo han sido útiles para el propósito que se proyectaron: refuerzo de vigas de edificios de pisos desde el punto de vista de esfuerzo cortante y momento flector. En efecto:

- El cálculo ha sido sencillo: U de hormigón para la diferencia de momento y cortante a resistir, sin contar con la unión que se crea con la viga antigua. En el caso de refuerzo con chapas, se han integrado éstas en la sección antigua original de hormigón armado.
- Los dos tipos de refuerzo son fáciles de ejecutar en obra y no precisan de preparaciones previas complicadas ni mano de

obra especializada. Hay que extremar los cuidados para lograr un pegado uniforme de las chapas. No son métodos caros.

- La flecha para carga de servicio de las vigas reforzadas ha sido análoga a la teórica de una viga original correctamente realizada.
- La resistencia última ha sido aumentada por encima de las necesidades, sobre todo en la solución en hormigón.
- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos parece más satisfactorio, en este caso, desde el punto de vista de la seguridad general, el refuerzo con hormigón, toda vez que en el refuerzo con chapas pegadas hay que asegurar un buen comportamiento frente al fuego y fluencia y se conoce menos su respuesta a las cargas fluctuadas. Además, en los ensayos que hemos realizado la rotura se presenta de forma brusca.
- Es clara la ventaja del refuerzo por medio de chapas pegadas en cuanto a la rapidez de ejecución, no deterioro de la estructura, y poquísima variación de dimensiones del elemento reforzado.

### BIBLIOGRAFIA

1. L'HERMITE, R. y BRESSON, J.: «Béton armé par collage d'armatures». Colloque RILEM, U.T.I., París, septiembre 1967, Eyrolles, 1971, vol. II, p. 175.
2. BRESSON, J.: «Nouvelles recherches et applications concernant le collage dans les structures. Béton plaqué». Ann. Institut Technique Bâtiment et T. P. París, febrero 1971.
3. SIDNEY y JOHNSON: «Deterioro, conservación y reparación de estructuras». Ed. Blume, Labor S. A. Madrid-Barcelona, 1973.
4. BURKHARDT, P.; HERTIG, P., y AESHUMANN, H.U.: «Experiences sur les poutres mixtes en acier béton liées à l'aide d'adhésifs époxydes». Matériaux et Constructions (RILEM). París, julio-agosto 1975, p. 261.
5. RAMIREZ, J. L., y BARCENA, J. M.: «Eficacia resistente de pilares de hormigón armado de baja calidad reforzados por dos procedimientos diferentes». Informes de la Construcción, núm. 272, julio 1975. Colloquium RILEM, «Comportement en service des ouvrages en béton». Lieja, 406, junio 1975.
6. BERGHOLTK y HANSEN, T. C.: «Cracking and repair of a reinforced concrete structures following reinforcement corrosion due to chloride contamination of aggregate». Colloquium RILEM, «Comportement en service des ouvrages en béton». Lieja, 406, junio 1975.
7. RAMIREZ, J. L.; BARCENA, J. M., y FEIJOO, J. M.: «Comparación resistente de cuatro métodos de refuerzo de pilares de hormigón armado». Informes de la Construcción, núm. 290, mayo 1977.
8. TOMLINSON, E.: «Reinstatement of a fire damaged building». Fire prevision science technology, número 15, agosto 1976, pp. 22-26.
9. FISHER, J. M.: «Repair of damaged reinforced concrete structures». Concrete. Londres, marzo 1976.
10. CRUMPTON, Carl F.: «Research on maintenance of concrete structures». Public Works, septiembre 1976, pp. 90-92.
11. FERNANDEZ CANOVAS: «Patología y terapéutica del hormigón armado». Dossat, 1977.

## résumé

Deux méthodes de renforcement et leur comportement pour des poutres de construction en béton armé

José Luis Ramírez Ortiz, Prof. Dr. ingénieur

José Manuel Bárcena Díaz, Dr. ingénieur civil

José Manuel Feijoo Gil, Dr. ingénieur civil

Continuant les travaux de recherche sur le comportement résistant d'éléments de structure renforcés en béton armé, on analyse ici la résistance à la flexion de poutres renforcées à l'aide de deux méthodes différentes.

Dans le premier cas le béton armé est utilisé pour renforcer le plancher sur les cotés et le fond. Le second consiste à coller deux plaques minces sur les cotés de la poutre, sous le plancher également.

Les deux méthodes se sont montrées efficaces. Les poutres et renforcements sont décrits ainsi que leur comportement et genre de rupture. Suivent des données relatives aux différentes phases des essais et quelques conclusions.

## summary

Two reinforcement methods and their behaviour when applied to reinforced concrete girders in buildings

José Luis Ramírez Ortiz, Prof. and Dr. in Industrial Eng.

José Manuel Bárcena Díaz, Dr. in Industrial Engineering

José Manuel Feijoo Gil, Industrial Engineer

The present paper deals with the flexural strength of girders reinforced by two different methods, as the following part of the research work on the bearing behaviour of reinforced concrete structural elements.

The first method uses the reinforced concrete to strengthen the girder under the floor construction, in both sides and at the bottom. The second consists in attaching two thin sheets to the sides of the girder, also under the floor construction.

Both methods have been proven efficient, and the paper follows with a description of the beams and reinforcements tested, their behaviour and their failure mode and information is given on the different testing stages together with some of the conclusions.

## zusammenfassung

Zwei Verstaerkungsmethoden und ihr Verhalten in Stahlbetonbalken für den Gebaueubau

Dr. José Luis Ramírez Ortiz, Prof. Dr. Industrieningenieur

Dr. José Manuel Bárcena Díaz, Dr. Industrieningenieur

José Manuel Feijoo Gil, Industrieningenieur

In Fortsetzung der Arbeiten über die Erforschung des Beständigkeitsverhaltens der verstärkten Stahlbetonstrukturelemente, handelt es sich in diesem Fall darum, die Beständigkeit der nach zwei verschiedenen Methoden verstärkten Balken gegen Biegung zu untersuchen.

Gemäss der ersten Methode wird Stahlbeton verwendet und der Balken unter der Eisenarmierung an den Seiten und am Boden verstärkt. Die zweite besteht darin, ebenfalls unter der Eisenarmierung zwei dünne Bleche an die Seiten des Balkens zu kleben.

Beide Methoden haben sich als wirksam erwiesen. In Anschluss werden die untersuchten Balken und Verstärkungen und die Verhalten und Rissform beschrieben und Angaben über die verschiedenen Versuchsphasen gegeben sowie einige Schlussfolgerungen gezogen.

---

# publicación del i. e. t. c. c.

## protección química de la construcción

HANS KÖLZOW

Dr. Químico Dipl.  
Stadtbaurat a.D.

La importancia creciente que se concede a la protección química de las obras de fábrica y la carencia de un tratado que reúna toda la literatura dispersa que existe sobre el tema, han llevado a la publicación de este libro, que debe leerse con atención en todas y cada una de sus páginas a fin de que nada resulte incomprendible.

En la Technische Akademie de Wuppertal el autor celebró, durante los últimos años, ocho seminarios, de tres días de duración cada uno, sobre protección de obras. Los participantes a

estos seminarios han sido arquitectos e ingenieros procedentes de organismos oficiales y de empresas privadas, así como químicos de las industrias dedicadas a la fabricación de sistemas y métodos químicos protectores. De las conferencias y de los coloquios consiguientes se han obtenido resultados importantes y esperanzadores que merecen ser conocidos por círculos mucho más amplios. Por todo ello se ha creído conveniente la publicación del presente resumen, indicando expresamente que, de ningún modo, se trata de un manual ni de un libro de recetas.

Encuadernado en rústica, de 17 × 24 cm, compuesto de 74 páginas. Madrid, 1971.

Precios. España: 300 pesetas. Extranjero: \$ 6.