

ULTIMAS NOTICIAS SOBRE

# **hormigón pretensado**



BOLETIN NUM. 49 DE LA ASOCIACION ESPAÑOLA DEL HORMIGON PRETENSADO  
DEL INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO

6

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS  
Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica

ULTIMAS NOTICIAS

Técnicas en Estructuras

Hormigón Pretensado

Boletín de circulación limitada

Nº 49

Marzo-Abril 1959



- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

Depósito Legal: M-853-1958.

## I N D I C E

	<u>Págs.</u>
Progresos en la técnica del hormigonado y pretensado en obra . . . . .	1
Sexta Reunión del Consejo Administrativo de la F.I.P.- Asociados. . . . .	29
Sexta Reunión del Consejo Administrativo de la F.I.P.- Literatura técnica e <u>inter</u> cambio . . . . .	34
Sexta Reunión del Consejo Administrativo de la F.I.P.- Publicaciones vendidas <u>has</u> ta 1 de julio de 1958 . . . . .	37

-----

N O T A.- El Instituto, una de cuyas finalidades es divulgar los trabajos de Investigación sobre la construcción y edificación, no se hace responsable del contenido de ningún artículo, y el hecho de que patrocine su difusión no implica, en modo alguno, conformidad con la tesis expuesta.

TERCER CONGRESO DE LA  
FEDERACION INTERNACIONAL DEL PRETENSADO

Berlín 1958

- - - -

Segunda Sesión

- - - -

INFORME GENERAL

PROGRESOS EN LA TECNICA DEL  
HORMIGONADO Y PRETENSADO EN OBRA

Ponente General: Dr. G.F. Janssonius, -- AMSTERDAM --

Se han presentado un gran número de trabajos a esta segunda sesión. Su origen es diverso. Diferentes países están representados. Sus autores exponen en ellos sus diferentes opiniones, marcando unas tendencias basadas en su propia experiencia. Sorprende comprobar la fuerte influencia que ejercen las características locales o nacionales sobre las soluciones adoptadas. La nacionalidad del autor se reconoce con toda facilidad sin más que observar la forma de resolver los problemas que la construcción le plantea.

Como lógica consecuencia, resulta difícil enjuiciar,

con toda objetividad, las tendencias marcadas. También el cronista está sometido a las mismas leyes, y sólo a duras penas puede liberarse de un fárrago de prejuicios que las condiciones locales que hubo de afrontar dejaron en su subconsciente.

#### A.- Inyección

- Comunicaciones: Nº 1.- Boardman (Africa del Sur)  
Nº 2.- Champion and Hill (Gran Bretaña)  
Nº 3.- Ipsen (Dinamarca)  
Nº 4.- Leonhardt (Alemania)  
Nº 5.- Mühe (Alemania)  
Nº 6.- S.T.U.V.O. - C.U.R. (Comisión so  
bre la inyección -- Holanda).

CHAMPION y HILL señalan que la calidad de la inyección no está conforme con la durabilidad prevista para la estructura. En la esfera de la técnica del protensado, la mejora de la calidad de la inyección constituye, por el momento, un problema que urge resol  
ver.

En la contribución presentada por la S.T.U.V.O. se des  
taca que los principales objetivos de la inyección son, como ya in  
dicó Kelopuu en Amsterdam, en el año 1955:

Proteger las armaduras contra la corrosión para aumentar así la durabilidad de la estructura.

Aumentar la capacidad resistente de la pieza mediante el aumento de tensión, factible cuando se consigue una buena adherencia entre el acero y el hormigón.

BOARDMAN considera la importancia que tiene el hecho de que la resistencia al esfuerzo cortante se vea también incrementada.

El problema fundamental que la inyección plantea es el conocimiento de las circunstancias y consecuencias que motiven que la ejecución sea, o no, la adecuada a cada caso concreto. Es comprensible, pero también desafortunado, el hecho de que ninguno de los autores aborde este tema, de tanta transcendencia, en toda su generalidad.

Por el contrario, algunos autores rozan determinados aspectos de este problema. La S.T.U.V.O., por ejemplo, describe los daños que pueden causar las heladas, y también IPSEN considera los perjuicios que por este motivo se pueden presentar. No obstante, conviene destacar la circunstancia de que estas vicisitudes se refieren a los contratiempos ocurridos durante la eje

cución de la obra, pero en ningún caso se refieren a la influencia que pueden ejercer a largo plazo.

La S.T.U.V.O. formula los siguientes cinco requisitos que debe satisfacer la inyección una vez se haya endurecido la lechada introducida:

Debe rellenar los conductos por completo.

Debe adherirse, perfectamente, tanto a las armaduras como a las paredes interiores de los conductos donde aquéllas van alojadas.

Debe poseer la adecuada resistencia en compresión.

Días después de su endurecimiento, no debe sufrir en tumecimientos a bajas temperaturas.

No debe atacar las armaduras.

En la comunicación de CHAMPION y HILL, se indica que los problemas de la inyección no afectan al proyecto de las estructuras. Esto puede ser verdad en Inglaterra. Pero si se consideran las dificultades, siempre crecientes, con que se tropieza al hacer la inyección cuando se utilizan las llamadas "armaduras

concentradas" tan frecuentes en la práctica alemana (véase la referencia hecha en la comunicación de LEONHARDT sobre la necesidad de realizar una segunda inyección en los conductos dispuestos para las armaduras y la conveniencia de utilizar tubos-testigo verticales), se comprende que resulte imprescindible, por lo menos en tales casos, procurar una mejor adaptación de los proyectos a las condiciones necesarias para poder efectuar la inyección en la forma adecuada.

Varios autores se refieren a las características que en cuanto a fluidez debe poseer la lechada de inyección. En el trabajo de la S.T.U.V.O. se indican de un modo más completo tales requisitos, que son los siguientes:

a) Su fluidez debe ser la necesaria para poder realizar la inyección bajo unas presiones que no sean excesivas.

b) Las pérdidas de fluidez durante la preparación e inyección de la lechada deben ser pequeñas.

c) Debe ser estable.

d) Debe ser resistente a los cambios de volumen.

e) Debe poseer la adecuada resistencia en compresión.

f) Varios días después de realizada la inyección, la lechada debe seguir siendo resistente a las heladas.

g) Pequeñas variaciones en su composición no deben ocasionar grandes cambios en sus propiedades.

La naturaleza de estos requisitos en parte contradictoria, origina una serie de problemas dignos de estudio. El último de ellos (g), es particularmente importante, aunque, por desgracia, en el trabajo de la S.T.U.V.O. no se dan detalles del mismo.

En la práctica, las mayores dificultades se presentan para satisfacer el punto (f). El hecho de que tanto IPSEN como LEONHARDT se ocupen ampliamente de este problema, en tanto que BOARDMAN y CHAMPION y HILL no lo mencionan, se debe, sin duda, a las distintas condiciones climatológicas existentes en sus correspondientes países.

El procedimiento generalmente utilizado para realizar la inyección en los distintos países es el siguiente. Primeramente, se procede a limpiar los conductos en que van alojadas las armaduras haciendo pasar un chorro de agua a presión. LEONHARDT menciona el empleo de agua caliente en el caso de formarse hielo en el conducto. A continuación, en general, se introduce aire a presión para eliminar el agua utilizada en el lavado. CHAMPION y HILL sugieren que debe su

primirse esta última operación. En este caso, el agua del conducto es desplazada por la propia inyección.

Todos los autores coinciden en que es conveniente mojar el conducto, tanto si es metálico como si se forma directamente en el hormigón, sin darle ningún revestimiento interior.

En la práctica resulta imposible llegar a eliminar totalmente el agua introducida en el conducto, y ese residuo ha de ser absorbido por la propia inyección. Por este motivo se suele recomendar que se continúe inyectando lechada durante un cierto tiempo, a partir del momento en que empieza a salir la mezcla por el extremo opuesto a aquel por el cual se introduce. No se concreta, sin embargo, durante cuanto tiempo debe proseguirse esta operación para obtener un resultado satisfactorio.

Existen, actualmente, numerosos tipos de equipos e instalaciones para la preparación de la lechada. El aparato descrito por MÜHE parece que reúne una serie de características muy recomendables, así como el mezclador coloidal británico mencionado por la S.T.U.V.O. El temor de LEONHARDT a un excesivo calentamiento de la mezcla no parece justificado.

En las comunicaciones de LEONHARDT y la S.T.U.V.O., se dan interesantes detalles de los aparatos utilizados para realizar

los ensayos de la inyección y de los resultados con ellos obtenidos.

CHAMPION y HILL estudian el desplazamiento del agua por la inyección. En los países en que las heladas son frecuentes, este procedimiento resulta peligroso, ya que existe el riesgo constante de que se hiele el agua que ha podido quedar retenida en el tubo.

BOARDMAN, IPSEN y LEONHARDT subrayan la extraordinaria importancia del tipo de cemento utilizado para preparar la mezcla. CHAMPION y HILL y la S.T.U.V.O. no hacen referencia a esta cuestión. Ello se debe, sin duda, en el caso de la S.T.U.V.O., a que el cemento Portland que utilizan es el holandés, del cuál sólo existe una clase. Es lógico suponer que las divergencias existentes entre las diversas opiniones mantenidas sobre la conveniencia, o no, de añadir "trass" (material de efectos puzolánicos) a la lechada, se deben a la distinta naturaleza del cemento utilizado. En Holanda lo más corriente es añadir "trass", mientras que en Alemania está prohibida su utilización. Este estado de cosas parece justificar que se proponga la realización de una serie de ensayos comparativos, en escala internacional, con el fin de determinar cuáles son los diferentes ti-pos de cemento Portland que deben emplearse en la preparación de las lechadas de inyección.

La composición de las mezclas mencionadas en las diferentes

tes comunicaciones recibidas es bastante distinta. El empleo de cemento de escorias de horno alto, en invierno, no es recomendable, en general, a causa de lo lento de su endurecimiento. BOARDMAN y LEONHARDT hacen notar el pernicioso efecto del cloruro cálcico sobre el acero de alta resistencia. IPSEN menciona el empleo del alcohol metílico. Por lo que respecta a los procedimientos normalmente utilizados en Holanda, puede consultarse el interesante informe presentado sobre el particular al Segundo Congreso celebrado en Amsterdam en 1955 (Comunicación N° 3.- Sesión I a).

Los informes dados por diversos autores sobre el empleo del polvo de aluminio resultan de gran interés. LEONHARDT explica su acción. El aluminio, al actuar sobre los álcalis del cemento, da lugar a que se desprendan minúsculas burbujas de hidrógeno que originan un aumento del volumen de la mezcla que se inyecta. Según BOARDMAN CHAMPION y HILL este efecto es capaz de compensar, más o menos, cualquier retracción que, posteriormente, pueda verificarse. En la comunicación de la S.T.U.V.O., sin embargo, se indica que este punto de vista es erróneo, ya que la acción expansiva del polvo de aluminio desaparece cuando, como ocurre en los conductos en que van alojados los cables de pretensado, se ha de verificar en un espacio cerrado, en el cual toda expansión implica un aumento de presión. La experiencia holandesa demuestra que dicha acción del polvo de alumi

nio cesa en el momento en que la libre expansión de la lechada está impedida, y que, por consiguiente, no produce efecto alguno sobre la retracción de la pasta inyectada. En definitiva, desde el punto de vista holandés, el empleo del polvo de aluminio en conductos cerrados resulta improcedente.

Finalmente, deben mencionarse dos nuevos problemas de carácter especial. MUHE se refiere al empleo de aceite soluble emulsionado para reducir el rozamiento del cable contra las paredes del conducto en que va alojado. Señala que la eliminación posterior de este aceite, mediante chorro de agua, constituye un difícil problema. En su opinión, la presencia de salientes o resaltos en las paredes interiores del conducto proporciona una buena adherencia entre la pasta inyectada y dichas paredes.

BOARDMAN propone añadir un isótopo radiactivo al agua utilizada para lavar los tubos. De esta forma sería posible saber, mediante una simple observación desde el exterior, si el agua ha sido, o no, totalmente desplazada por la inyección. Pueden hacerse, sin embargo, dos objeciones a esta interesante sugerencia. Por una parte, y según se ha indicado ya anteriormente, en aquellos países, en que con frecuencia se producen fuertes heladas, no es conveniente desplazar directamente el agua con la inyección de lechada. Por otra parte, si

Existen, principalmente, tres sitios en los cuales puede producirse el rozamiento: en el gato, en el dispositivo de anclaje (eventualmente, como por ejemplo en los conos de anclaje tipo Freyssinet), y entre las armaduras de pretensado y las paredes de los conductos en que van alojadas.

El rozamiento en el gato es difícil de determinar en la práctica. Incluso la drástica prescripción formulada por KOWALCZYK y ZIELINSKI de que cada gato debe ser tarado individualmente en un laboratorio, resulta inadecuada. El trato que se da al gato en la obra, la forma de manejarlo y la inevitable presencia de polvo y su suciedad, son factores imprevisibles y que afectan de modo nada despreciable a su exactitud.

Por otra parte, la experiencia general ha demostrado (y este extremo aparece confirmado en los trabajos de DREUX, FRITZ y KALHAUGE), que los manómetros utilizados son aparatos cuya eficacia y exactitud dejan siempre bastante que desear. Por todo ello, la opinión sustentada por KOWALCZYK y ZIELINSKI debe ser considerada como muy optimista. En consecuencia, existe una tendencia general a aceptar como más ventajosa la medida del alargamiento de los alambres que las indicaciones registradas en un manómetro como índice de la tensión introducida en las armaduras. Realmente no se comprende co-

mo, aún ahora, en 1958, después de tantos años de experiencia práctica, en la mayoría de los países se hace necesario seguir discutiendo sobre este tema.

Por su parte, y para completar la información sobre el particular, este Ponente General debe mencionar los excelentes resultados por él obtenidos empleando una célula tubular de tarado provista de un strain-gauge, que se intercala entre el gato y el cono hembra del anclaje Freyssinet. De la experiencia recogida durante más de cinco años de aplicación en todo tipo de obras y en condiciones locales muy diferentes, se deduce que los valores de las medidas así realizadas resultan mucho más ajustados a la realidad, incluso que los deducidos a partir de la observación de los alargamientos de las armaduras. Desde luego, en este procedimiento se registra también el alargamiento de los alambres.

DREUX y KOWALCZYK y ZIELINSKI informan en sus comunicaciones sobre la magnitud del rozamiento que se produce en un cono de anclaje Freyssinet.

El rozamiento entre los alambres de pretensado y las paredes de los conductos en que van alojados es un fenómeno mucho más importante desde el punto de vista cuantitativo, y mucho más complejo considerado cualitativamente. Varios autores hacen referencia a la

fórmula de Euler-Cooley-Montagnon. Como KALHAUGE señala, esta fórmula conduce a satisfactorios resultados, siempre y cuando el alambre sea infinitamente delgado. En ella se admite que la magnitud - del rozamiento es proporcional a la presión lateral ejercida por el cable. FRITZ introduce algunas modificaciones en dicha fórmula, y la escribe así:

$$V_a = V_s \cdot e^{-\mu_0 k P (\sum \alpha + \beta_1)}$$

A continuación, se indican algunos de los detalles prácticos mencionados en las comunicaciones recibidas.

Según FRITZ, el rozamiento en los aceros laminados es mayor que en los estirados. CHAMPION y HILL indican que el rozamiento contra las paredes de un conducto de hormigón es mayor que si el conducto es metálico. En el mismo trabajo se menciona el empleo de conductos revestidos con una capa de plomo o de aluminio, métodos ambos totalmente originales.

FRITZ es de la opinión de que los resaltos o salientes grandes son más favorables que los pequeños.

Un fenómeno muy importante, y que con demasiada frecuencia no se tiene en cuenta, es el de las ondulaciones que presentan los tubos, o conductos de las armaduras defectuosamente colocados. DREUX y KALHAUGE insisten en este problema. Las pequeñas y (en un

examen poco meticulouso) difícilmente observables ondas o garrotes de los conductos, se ha demostrado que dan lugar a un rozamiento nada despreciable.

Según FRITZ existen varias causas que impiden que el trazado de las vainas de los cables sea perfectamente ajustado al previsto. Entre ellas deben citarse: los defectos inevitables en la colocación de las vainas; la flexión originada por su propio peso, y la falta de cuidado en el vertido y vibrado del hormigón. En este aspecto resulta muy razonable la advertencia formulada por Kallhaug, de que tiene gran importancia la relación existente entre el diámetro del cable y el del tubo en que ha de ir alojado. Cuanto mayor sea la diferencia entre ambos diámetros, menor será el rozamiento.

Debe hacerse notar que, en algunos casos, como por ejemplo en el pretensado transversal del tablero de un puente constituído por una serie de vigas prefabricadas, los conductos presentan, en general, un trazado un poco irregular, siendo difícil llegar a eliminar totalmente este defecto. Este fenómeno afecta de un modo especial a los puentes en esviaje.

Finalmente, la corrosión de los alambres constituye otro factor cuya influencia en el rozamiento es difícil precisar. FRITZ

opina que si la capa de óxido es muy superficial puede fácilmente desaparecer, con lo que su intervención es muy débil a efectos de un rozamiento adicional por rugosidad.

Por el contrario, una asimétrica distribución de los alambres dentro de los conductos puede aumentar el rozamiento, es pecialmente cuando se concentran pegándose entre sí contra la pared del tubo.

DREUX expone un hecho que, al principio, se interpretó como una anomalía. Al comenzar el tesado de los alambres, no existe una relación lineal entre alargamiento y esfuerzos introdu cidos. Este fenómeno, lo supone originado por el rozamiento a que da lugar la lechada que, procedente del hormigón adyacente, haya podido penetrar en el tubo que contiene el cable y fraguado en él. Su afirmación de que este fenómeno se produce, principalmente, cuan do al introducir los cables en sus conductos se tropieza con dificultades, viene a confirmar su hipótesis. DREUX indica también, co mo posibles causas de rozamiento, el probable enganche o agarrotamiento de alguno de los alambres que constituyen el cable.

Es lógico que se haya intentado disminuir el rozamiento mediante el empleo de lubricantes, y parece razonable, que, como KALHAUGE indica, se utilicen lubricantes solubles en agua y que puedan ser eliminados lavando los tubos mediante un chorro de agua.

Según FRITZ, la única ventaja de los lubricantes es que ayudan a evitar la corrosión de los cables. Pero, sin embargo, en su opinión, esta ventaja queda eliminada por el peligro que representa el que todo el polvo tienda a adherirse a la masa viscosa del lu  
bricante. A la vista de estas manifestaciones, el empleo de para  
fina propugnada por KOWALCZYK y ZIELINSKI parece que debe ser so  
metido a discusión.

Sacando provecho, por así decirlo, de una maniobra ne  
cesaria, Barredo desarrolla un procedimiento que resulta interesante como posible experiencia. Basándose en el hecho de que la dirección del rozamiento que se produce al tesar los alambres es opuesta a la que se origina cuando se baja la tensión en los ga  
tos, afirma que, adoptando un programa de tesado cuidadosamente planeado, a base de sucesivos aumentos y descensos en la presión del gato, puede conseguirse una tensión casi uniforme a lo largo de toda la armadura de pretensado por muchos codos que presente su trazado.

De todo lo anteriormente expuesto se deduce que, al menos por ahora, no existe posibilidad de calcular de un modo exac  
to las pérdidas de tensión a que da lugar el fenómeno del roza-  
miento. Las cifras, tan precisas, dadas por KNESCH, pueden indu-

cir a la engañosa impresión de que el fenómeno está perfectamente determinado. El Ponente General, sin embargo, considera un deber aconsejar a los técnicos, que proyectos sus estructuras de tal forma, que todos los factores que influyen en el rozamiento se reduzcan cuanto sea posible. Por las mismas razones, es de primordial importancia asegurar la más cuidada ejecución de la obra. Y aún en el caso de cumplirse estas dos condiciones, la prudente sugerencia formulada por KALHAUGE de que siempre debe hacerse un ensayo de rozamiento en obra parece muy aconsejable y digna de ser tomada en consideración.

KOWALCZKI y ZIELINSKY señalan que si al calcular se desprecian las pérdidas por rozamiento, o no se valoran de un modo adecuado, puede reducirse peligrosamente el margen de seguridad previsto. Menos evidente, pero seguramente no menos cierta, es su indicación de que, por el contrario, si se atribuye un valor excesivo a estas pérdidas, puede darse lugar a la formación de fisuras.

El Ponente General opina que, para que el trazado de un cable de pretensado pueda considerarse como realmente satisfactorio, debe ser perfectamente recto o presentar curvaturas muy suaves y, de luego rechaza, de modo rotundo, el empleo de cables de trazado sinuoso con puntos de inflexión.

Parece conveniente resaltar que, como DREUX indica, existe la posibilidad de que el rozamiento real sea muy diferente del que se ha supuesto en el cálculo. Por ello, deben tomarse las precauciones necesarias para lograr que, en ningún momento, esta diferencia exceda de una cierta tolerancia razonablemente aceptable.

Otra observación formulada por KOWALCZYK y ZIELINSKY es la siguiente: un error en la determinación del valor real del rozamiento tiene consecuencias mucho más graves en una estructura armada con un pequeño número de cables que cuando contienen una gran cantidad de ellos. Así, por ejemplo, en la estructura de una fábrica, cuyas vigas trabajan generalmente como elementos individuales, el peligro será mayor que en la estructura de un puente constituida por una serie de vigas, enlazadas unas a otras y que trabajan todas solidariamente.

#### C.- Anclajes

Comunicaciones: N° 13.- Barets (Francia).

N° 2.- Champion y Hill (Informe del Grupo Nacional Británico).

N° 14.- Courbon (Francia).

N° 5.- Mühe (Alemania).

Estos cuatro trabajos se refieren a nuevos tipos de anclajes.

CHAMPION y HILL describen dos nuevos dispositivos de anclaje que representan dos tipos diametralmente opuestos.

Uno de ellos es un ingenioso anclaje para alambres individuales, que consiste, en esencia, en una mordaza con hendidura cónica. Si se compara este sistema de anclaje con otros análogos, este presenta la ventaja de que las pequeñas cuñas que utiliza no pueden caerse ni perderse.

Por otra parte, en el mencionado trabajo se indican algunos detalles sobre cables de 200 pies (60 m) de longitud, análogos a los descritos por Parker, pero que en uno de sus extremos van provistos de un anclaje "ciego". Cada uno de estos cables puede proporcionar un esfuerzo de 1.400 t, y se utilizan, principalmente, en la construcción de grandes presas. En la actualidad se encuentran en estudio algunos proyectos que prevén el empleo de cables que pueden ser sometidos a un esfuerzo de hasta 2.500 t cada uno.

COURBON describe un dispositivo de anclaje aplicable a un nuevo tipo de cable de pretensado. Este cable, capaz para un esfuerzo de 65 t, está constituido por siete cordones, cada uno de los cua

les comprende siete alambres de 3,6 mm de diámetro. El anclaje consiste en un cilindro o taco hueco con siete cuñas internas. Al apretar el cilindro contra las cuñas, estas aprisionan los cordones del cable, los cuales se incrustan en las cuñas que, por estar construídas con un material convenientemente escogido, pueden aceptar una cierta deformación plástica. El esfuerzo ejercido por el cable es absorbido por las cuñas y transmitido al hormigón por medio de una placa de apoyo. Este sistema exige el empleo de un gato especial de doble efecto. Las dos funciones del gato consisten en tesar el cable y ajustar el anclaje.

MÜHE describe un procedimiento mediante el cual se suje tan los extremos del cable, con hormigón de alta resistencia, en un tubo uno de cuyos extremos está ligeramente aplastado.

BARETS indica un método para formar el anclaje en el extremo del cable opuesto a aquél al que se aplica el gato. Parece aconsejable un estudio más detenido de las tensiones que se producen tanto en las armaduras como en el propio dispositivo de anclaje.

#### D.- Aceros y fibras de vidrio

Comunicaciones: N° 14.- Courbon (Francia).

N° 15.- Kajfasz (Polonia).

Nº 16.- Levi (Italia).

Nº 5.- Mihe (Alemania).

Nº 17.- Scherber (Alemania).

Dado el gran interés de la comunicación presentada por LEVI, ha sido incluida en este informe aunque, en realidad, su tema no encaja exactamente en esta II Sesión. Hace referencia a otro trabajo presentado con motivo del Segundo Congreso celebrado en Amsterdam, en 1955, y recuerda que la durabilidad del acero de alta resistencia es un concepto muy complejo. Por esta razón, las Normas Italianas no dan, simplemente, unos valores característicos, si no que indican una serie de valores límites dentro de los cuales deben estar comprendidas las diferentes propiedades del material. Incluye también un interesante informe sobre los ensayos de fluencia realizados durante un cierto número de años (hasta un máximo de nueve años). La importancia de este informe es extraordinaria, sobre todo si se tiene en cuenta que, en la mayoría de los otros países, tales ensayos, hasta el momento actual, no constituyen otra cosa que uno de los fervientes anhelos repetidamente expresados por los especialistas.

El trabajo de LEVI no da todavía una respuesta definitiva sobre la candente cuestión de si son comparables y extrapolables los resultados obtenidos en los ensayos de fluencia a corto y a lar

go plazo. Su deseo de realizar un número mucho mayor de ensayos parece plenamente justificado. Al mismo tiempo, debe tenerse en cuenta que, por otra parte, los procesos de fabricación utilizados por los distintos fabricantes de aceros de pretensado (procesos que, por razones comerciales obvias, se mantienen dentro del mayor secreto) están continuamente modificándose y mejorándose. Esto plantea el problema de si será posible llegar a alcanzar alguna vez una solución definitiva sobre esta importante cuestión, a base de un gran número de ensayos de fluencia, cada uno de los cuales requiere mucho tiempo, o será necesario que los proyectistas tengan que conformarse con conocer su resultado sólo con una cierta aproximación razonablemente aceptable.

El trabajo de SCHMERBER incluye una serie muy interesante de fotografías de defectos mecánicos en aceros de alta resistencia. La discusión de la naturaleza de estos defectos, las causas que los originan y la frecuencia con que se presentan constituye un complemento ideal a la comunicación de LEVI; en la cual se estudian, exclusivamente, las características físicas de estos aceros especiales.

Entre las conclusiones que se deducen del trabajo de SCHMERLER merece destacarse, por su transcendencia, la de que los alambres de pretensado pueden romperse algún tiempo después (algunos, incluso, se rompieron a los siete días) de haber sido **tesados**.

SCHMERBER hace mención de un aparato eléctrico de ensayo a través del cual se hacen pasar los alambres antes de su utilización. Mediante este aparato se consigue detectar, prácticamente, todos los defectos mecánicos que puedan existir en el acero. El problema de determinar la verdadera importancia de los defectos así detectados sigue, sin embargo, presentando dificultades. La relación de las posibles causas de defectos mecánicos, incluida por SCHMERBER en su comunicación, merece quedar grabada de un modo indeleble en la mente de los partidarios de adoptar un valor cada vez más elevado para las tensiones admisibles en estos aceros, basándose en los resultados obtenidos en los ensayos realizados en laboratorio. Dicha relación es la siguiente:

Impurezas del material laminado.

Coqueras, grietas o sopladuras originadas durante el proceso de laminación.

Grietas producidas durante el estirado.

Defectos ocasionados por el excesivo doblado de los alambres en el curso de manipulaciones especiales.

Daños debidos a un almacenaje inadecuado.

Daños causados durante el transporte.

Daños ocasionados por el empleo de métodos inadecuados para desenrollar los alambres.

Merecen, finalmente, mencionarse los ensayos eléctricos, descritos por SCHMERBER, a que se someten los aceros durante su tesado y una vez terminada la estructura.

Como ya se ha indicado al tratar del apartado de anclajes, COURBON describe un cable con capacidad para 65 t que consiste en siete cordones, cada uno de los cuales está constituido por siete alambres de 3,6 mm de diámetro. Dada su flexibilidad este cable es fácil de manejar y colocar. La alta calidad del acero utilizado, junto con el empleo de alambres de pequeño diámetro, supone una ventaja muy considerable. Como quiera que su módulo aparente de elasticidad resulta muy bajo, la influencia de la retracción y las deformaciones lentas del hormigón es menor que cuando se emplean otros tipos de cable.

Las vainas utilizadas para estos cables flexibles están constituidas por tubos metálicos, rígidos, de paredes delgadas. Las paredes de los tubos son lisas, es decir, que en contra de lo que ocurre en la mayoría de los otros tipos de vainas, no tienen resaltos o

salientes de ninguna clase. No se dice nada sobre la influencia que puede tener el rozamiento al emplear estas paredes lisas. No obstante, resulta evidente que, en este caso, desaparece el efecto favorable que pueden producir los resaltos, los cuales, en el supuesto de originarse una segregación de la lechada de inyección, permiten mantenerse, aislados de la espuma y agua segregada, a los aceros pretensados. Como quiera que el trenzado de los cordones que constituyen el cable asegura una buena adherencia, es posible engrasar los cables. Sin embargo, resulta preciso eliminar todo rastro de grasa en la pared interior de los tubos lisos que sirven de vaina.

MEHT señala la posibilidad de obtener cables pequeños por un procedimiento análogo al utilizado en la fabricación de los cables eléctricos. No indica en su comunicación si este original sistema ha sido llevado ya a la práctica.

En el trabajo de KAJFASZ se hace un estudio bastante completo sobre el tema de las posibilidades de empleo de la fibra de vidrio como armadura de pretensado, indicándose las principales características y propiedades de este nuevo material. Como quiera que en ninguna otra de las comunicaciones recibidas se hace referencia a este tema, y el Ponente General carece de experiencia propia sobre el particular, considera oportuno limitarse a mencionar simplemente el trabajo para informe de aquellos a quienes pueda interesar.

B.- Varios

Comunicaciones: Nº 18.- Lessing (Alemania).

Nº 19.- Vassiliow, Coures y Perelstein  
(Rusia).

En realidad, estas dos comunicaciones corresponden a la línea fronteriza que separa los temas fijados para las Sesiones II y IV. Sin embargo, como no está previsto redactar un informe general sobre los trabajos presentados a la Cuarta Sesión, ni publicar ninguna de las contribuciones que a ella corresponden, se ha considerado oportuno hacer una somera indicación de los temas tratados en las dos comunicaciones citadas.

LESSING describe la construcción del viaducto de Nahe, cerca de Bingen (Alemania). Consta de siete tramos, con una longitud total de 367,50 metros. El autor discute la elección de la localización de las juntas de construcción en relación con la posición y magnitud del esfuerzo de pretensado, introducido mediante cables Freyssinet constituidos por doce alambres de 8 mm de diámetro.

En la comunicación de VASSILIEW, COURES y PERELSTEIN, se describe la prefabricación y colocación de un gran número de vigas para cubiertas de edificios industriales. Las vigas de hasta 18 m de

longitud se construyen enlazando una serie de dovelas, de 3 a 6 m de largo, hormigonadas en posición horizontal. Para darles la forma adecuada, las dovelas se fabrican en moldes apisonando enérgicamente el hormigonado. Según la magnitud de la carga de trabajo que haya que soportar se varía el número de cables y la calidad del hormigón, pero no las dimensiones de la dovela. En este trabajo también se hace referencia a unas vigas trianguladas, de hasta 30 m de longitud, cuyo cordón inferior, y algunas veces también las diagonales extremas se han pretensado.

Hay otros dos puntos interesantes en esta comunicación pero, desgraciadamente, no se da una información detallada de los mismos. Uno de ellos se refiere a la posibilidad de enlazar, en obra, un cable con una barra en cuyo extremo se dispone una rosca con su correspondiente tuerca. El otro trata del empleo de placas de acero soldadas "in situ", con objeto de formar la junta entre dos dovelas consecutivas. Las armaduras de pretensado van unidas a estas placas.

- - - - -

FEDERACION INTERNACIONAL DEL HORMIGON PRETENSADO

Sexta Reunión del Consejo Administrativo

Nota A. De los Asociados

(1) Solicitudes de admisión

<u>País</u>	<u>Nombre y detalles de los grupos</u>
Australia	Cement and Concrete Association of Australia Yorkshire House 14 Spring Street Sydney  F.I.P. Vice-Presidente) Corresponsal ( Mr. T.J. Cavanagh )
Chile	Grupo chileno pro Difusión del Hormigón Precom- primido. Manual Carvallo 771 Santiago, Chile  F.I.P. Vice-Presidente: Profesor Ing. Rodrigo Flores Secretario : Ing. David Tunik

Méjico

Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto A.C.

Bolívar 23 (309)

Mexico 1, D.F. (Mexico)

F.I.P. Vice-Presidente: Mr. Adolfo Zeevaert

Secretario : Mr. K. Banister

Noruega

Norsk Betongforening

Kronprisengate 17

Oslo 9, Noruega

F.I.P. Vice-Presidente)

Secretario { Mr. Sven Thaulow

Se elevó, por error, una solicitud de admisión como asociado en favor del Norsk Ingenior Forening durante la quinta Reunión del Consejo Administrativo en Berlín. Solicitud que se retiró el 11 de julio de 1958, ya que la Sociedad no podía solicitar su admisión dentro de una organización internacional sin previo consentimiento de otras Asociaciones nórdicas. Norsk Betongforening ha solicitado puede representar a Noruega en el seno de la F.I.P.

(2) Observadores

<u>País</u>	<u>Nombre de los observadores</u>
-------------	-----------------------------------

Canadá	Profesor Mark Huggins Mr. D. Grigglostone
--------	--

Se acordó nombrar a Mr. D. Grigglostone, del P.T.C. Equipment Ltd., como observador adicional en la F.I.P., ya que está en contacto directo con la mayoría de ingenieros y fabricantes interesados en el hormigón pretensado en el Canadá.

En vista del presente interés del Canadá en la F.I.P., se espera que pronto se formará un grupo en dicho país capaz para afiliarse a la F.I.P.

China	Director Institute of Building Research Peking, China
-------	---

El 27 de enero de 1959 se les mandó una carta manifestándoles la esperanza del Comité Ejecutivo de que se recibiría una solicitud de admisión en la F.I.P. por parte del grupo chino (Ac-

ta E.C. 62), pero no ha habido mayor progreso.

Nueva Zelanda Mr. M.A. Craven

New Zealand Portland Cement Association

No se ha realizado progreso alguno, pero se sigue considerando seriamente la posibilidad de formar un grupo.

Portugal

Mr. A.F. Morujao

Ingeniero Civil

El observador informa que se ha realizado un progreso considerable para la formación de una organización de ingenieros interesados en el hormigón pretensado y capaces de afiliarse a la F.I.P. Se confía formularán una solicitud de ingreso en la Federación este año.

- - - - -

Posibles nuevos adheridos

País

Nombre de los observadores

NOTAS

Albania

Engineer Dyardi

Ministerio de la Construcción

Tirana, Albania

El nombre y dirección del observador, lo facilitó el Profesor ~~L~~vydor, Vice-Presidente de la U.R.S.S. Se han enviado muchos detalles de la F.I.P., pero hasta la fecha no se ha recibido contestación.

Colombia

Señor J.F.G. Balado

Instituto del Cemento Portland

No se conocen progresos.

Eire

Institution of Civil Engineers,

Ireland

No: se conocen progresos.

Hungría	Dr. Laszlo, Hungría	No se conocen proyec- tos.
Israel	Association of Engineers and Architects	No se conocen proyec- tos.
Perú	Cía. Peruana de Cementos Portland	No se conocen proyec- tos.
Siria	Soc. des Cimentos Libanais	No se conocen proyec- tos.
Venezuela	Dr. D. Ellenberg Senor Blas. Lamberti	Se están hacien- do grandes esfuerzos para formar un grupo en este país.  También se ha propuesto una conferen- cia internacional pa- ra 1960.  Muestran un gran interés los nuevos ob- servadores.

# FEDERACION INTERNACIONAL DEL HORMIGON PRETENSADO

## Sexta Reunión del Consejo Administrativo

### Nota D.- Literatura técnica e intercambio

Desde principios de 1959 se han distribuido 64 trabajos a Grupos-miembro, Asociaciones y 39 observadores. Un total de 11 Grupos-miembro han contribuido a este fin como sigue:

Federación Internacional del Hormigón Pretensado . . . . .	2
Agrupación belga para el Hormigón Pretensado, Bélgica . . . . .	3
Prestressed Concrete Comittee, Formosa, China . . . . .	1
Czechoslovak Prestressed Concrete Group, Checoeslovaquia . . . . .	1
Association Scientifique de la Précontrainte, Francia . . . . .	2
Deutscher Beton Verein, Alemania . . . . .	10
Prestressed Concrete Development Group, Inglaterra . . . . .	26
Prestressed Concrete Engineers Association, Japón . . . . .	1
S.T.U.V.O., Holanda . . . . .	3
Mr. A.F. Morujo, Observador Oficial, Portugal . . . . .	1
Asociación Española del Hormigón Pretensado del Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, España . . . . .	11
Prestressed Concrete Institute, EE.UU. . . . .	3

Siguiendo la sugerencia lanzada en la novena Reunión del Comité Ejecutivo (Acta E.C.78), los grupos que se mencionan a continuación han contribuido en esta labor con ayuda de sus boletines:

Checoslovaquia

Inglaterra

Japón

Holanda

España

E.E.UU.

La Academia de la Construcción y Arquitectura de la U. R.S.S., ha distribuido, bajo la sugestión del Profesor Darvydor, a todos los Grupos-miembro y Asociaciones, una copia del Boletín de la Cuarta Reunión de la Academia de la Construcción y Arquitectura de la U.R.S.S., tratando sobre hormigón pretensado y piezas prefabricadas. La referida publicación contiene más de 1.000 páginas.

También se han distribuido a los adheridos otras partes tratando de información bibliográfica sobre hormigón pretensado, publicada por la F.I.P., y el suplemento del año 1956, el cual complementa la bibliografía publicada por la Institution of Civil Engineers y la Cement Concrete Association.

# FEDERACION INTERNACIONAL DEL HORMIGON PRETENSADO

## Nota C.-Publicaciones vendidas hasta 1 de julio de 1958

F.I.P. II*	Boletines		Copias vendidas	573
			En almacén	540
F.I.P. III	Boletines	Trabajos	Copias vendidas	217
			En almacén	1.700
F.I.P. III*	Boletines	Trabajos	Copias vendidas	500

\*Estas cifras son adicionales a los requerimientos de los miembros en los respectivos Congresos.

