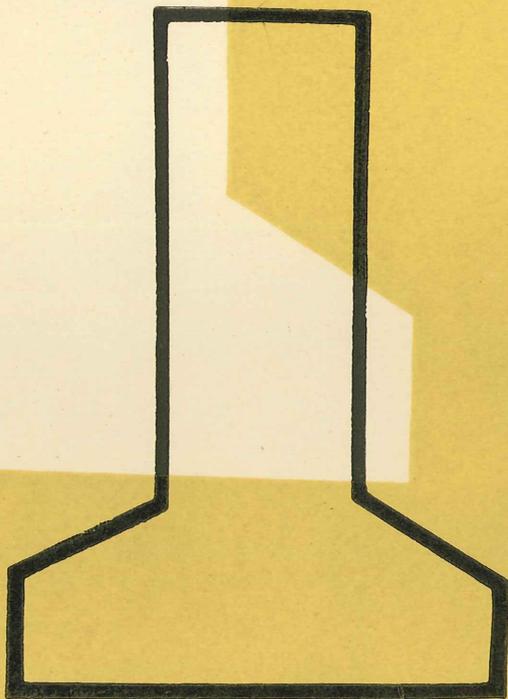
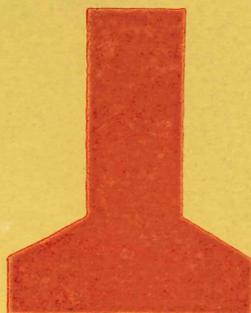


ULTIMAS NOTICIAS SOBRE

hormigón pretensado



BOLETIN NUM. 33 DE LA ASOCIACION ESPAÑOLA DEL HORMIGON PRETENSADO
DEL INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO

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



U L T I M A S N O T I C I A S

Técnicas en Estructuras

Hormigón Pretensado

Boletín de circulación limitada

Nº 33

Julio-Agosto 1956

-- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO --

I N D I C E

=====

		<u>Págs.</u>
457-9-2	Ventajas económicas del hormigón pretensado. A. W. Hill	1
457-9-3	Ventajas económicas del hormigón pretensado en Holanda.- F. J. Barends; J. J. B. J. J. - Bouvy, y B. Visser	21
	Reunión del Consejo Administrativo de la Fe- deración Internacional del Hormigón Pretensa- do	60
	Nota de la Asociación Española del Hormigón Pretensado	62

- - -

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.

457-9-2 VENTAJAS ECONOMICAS DEL HORMIGON PRETENSADO

(Les avantages économiques du béton précontraint)

Por A. W. Hill

II CONGRESO DE LA FEDERACION INTERNACIONAL DEL PRETENSADO - AMS
TERDAM, 1955

- S i n o p s i s -

En este artículo se estudian las ventajas económicas que puede reportar la aplicación del hormigón pretensado a la construcción de diversos tipos de estructuras. Al redactar un proyecto y hacer la elección del material que debe adoptarse para su ejecución deben tenerse en cuenta los siguientes factores, cuya influencia varía de unos casos a otros: a) gasto inicial; b) gastos de mantenimiento durante la vida de servicio de la estructura; c) facilidades de aprovisionamiento de los materiales; d) plazos de ejecución; e) consideraciones estéticas; f) seguridad con respecto a ciertos riesgos no precisables; g) ventajas especiales; y h) conservación de los recursos nacionales. En el trabajo que a continuación se reproduce, se enjuicia la posición del hormigón pretensado con relación a estos diversos factores, basándose, principalmente, en las condiciones existentes en Inglaterra. Finalmente, en las conclusiones, se indican los campos en los que, en la actualidad, resulta recomendable el empleo del pretensado y se hacen diversas consideraciones sobre su previsible desarrollo en un futuro próximo.

I N T R O D U C C I O N

De los informes presentados a estas sesiones se deduce que, si bien el empleo del hormigón pretensado se encuentra cada día más extendido, el volumen de las obras ejecutadas con arreglo a esta técnica supone sólo un porcentaje, relativamente débil dentro del programa total de construcciones de cada país. En ciertos campos, sin embargo, tales como puentes, depósitos, forjados prefabricados, y cubiertas, ha llegado a ser, o está en camino de

ser, el principal sistema constructivo. En otros, en cambio, su empleo constituye una excepción, más que una regla.

Habr  quien opine que esta selecci3n es la selecci3n natural impuesta por las características propias del hormig3n pretensado. Pero es necesario señalar que, en muchas ocasiones, la elecci3n del material para una obra se hace teniendo en cuenta, únicamente, su coste inicial. Los demás factores, cuya influencia es también muy importante, se olvidan o ignoran. Entre estos factores deben citarse, los gastos de entretenimiento exigidos, la durabilidad del material, y su resistencia al fuego, al agua del mar y a ciertas condiciones de corrosi3n. El empleo del hormig3n pretensado ir  extendiéndose progresivamente. Los ingenieros pueden ya, en la actualidad, proyectar con toda confianza estructuras de esta clase, pues saben que los contratistas son cada día más competentes en las técnicas necesarias y que los materiales de alta calidad requeridos, tanto acero como hormig3n, pueden obtenerlos sin dificultad.

Factores de los cuales depende la economía

En todo proyecto, el ingeniero o el arquitecto debe procurar hacer el mejor uso posible del dinero y de los materiales de que dispone, pero, en general, carece de la suficiente informaci3n, y son únicamente las circunstancias locales y los plazos de ejecuci3n, los factores en que se basa en el momento de redactar el proyecto. Hay que tener en cuenta que éste debe ser satisfactorio y econ3mico, no solamente desde el punto de vista del gasto inicial, sino también a lo largo de toda la vida de servicio de la estructura. Al hacer el estudio de un proyecto deben

tomarse en consideración todos los factores siguientes:

- (a) gasto inicial.
- (b) gastos de entretenimiento durante la vida de servicio de la estructura.
- (c) facilidades de aprovisionamiento de los materiales.
- (d) plazos de ejecución.
- (e) consideraciones estéticas.
- (f) seguridad, con respecto a ciertos riesgos no precisables.
- (g) ventajas especiales.
- (h) conservación de los recursos nacionales.

La importancia de estos diversos factores varía de unos proyectos a otros, y la superioridad de cada procedimiento constructivo depende de diferentes circunstancias que, en general, suelen variar según el caso particular que se considere.

Conviene, ahora, enjuiciar la posición del hormigón pretensado con respecto a estos diversos factores.

Los ejemplos que a continuación se citan se refieren, en general, a proyectos ingleses, y en los anexos se dan algunos ejemplos suplementarios de obras realizadas en países continentales.

Gasto inicial

En numerosos concursos, la solución en hormigón pretensado ha resultado a precios inferiores a los correspondien

tes a los otros sistemas concurrentes que, en general, eran a base de hormigón armado, estructuras metálicas e, incluso, algunas veces, aluminio. Esto ocurre especialmente en ciertos tipos de estructuras, tales como puentes, depósitos y elementos prefabricados para forjados. En Gran Bretaña, a pesar de que los puentes construidos a partir de la guerra no han sido muchos, la gran mayoría (más de cien puentes carreteros), se realizaron en hormigón pretensado, y parece que este sistema constructivo no admite competencia dentro del campo de las medias y pequeñas luces. En la construcción de depósitos, la gran economía de hormigón y de acero que proporciona conduce, generalmente, a un coste inicial más bajo y, al mismo tiempo, permite obtener estructuras exentas de fisuras. Esta última cualidad bastaría por si sola, en muchos casos, para justificar el empleo del hormigón pretensado, aunque su precio fuese más elevado. En Kenya ⁽¹⁾ se celebró un concurso libre para la construcción de una serie de depósitos con una capacidad total de unos 27.000 m³. La solución pretensada resultó más económica que la de hormigón armado. El precio de tres unidades en hormigón pretensado era muy poco superior al de dos en hormigón armado.

⁽²⁾
Del estudio presentado por Ernst, Bronken y Riveland, sobre las condiciones en que se desarrollan las obras en América, se deducen las siguientes conclusiones:

Si el precio unitario del hormigón pretensado en obra es inferior a dos veces el del hormigón armado ordinario, el coste inicial de los depósitos en hormigón pretensado resultará menor que el de los construidos con arreglo a los procedimientos tradicionales, especialmente en los casos de depósitos no subte-

rráneos y de unos 7.000 m³ de capacidad.

"Los depósitos enterrados, para condiciones normales de excavación y de precio, pueden resultar más económicos en hormigón pretensado, para capacidades superiores a los 13.000 m³, - si se les construye con el revestimiento adecuado".

"En el caso de depósitos elevados, se consigue obtener, mediante el pretensado, notables economías en los materiales. Estas economías pueden llegar hasta el 61 por ciento para el acero, y el 35 por ciento para el hormigón. Si los depósitos son de capacidad superior a los 5.000 m³, también se logra, en general, economizar materiales, pero en menor proporción".

En un concurso para la construcción de un depósito de gas en York, la oferta más baja (57.825 libras) correspondía a una solución pretensada.

En hormigón armado, el precio inferior era de 66.742 libras. El diámetro del depósito era de 50 m y la altura de 10 m, de los cuales 6,70 m quedaban enterrados. El hormigón pretensado ha obtenido, últimamente, un nuevo éxito, en Birmingham, con motivo de la construcción de un depósito, al permitir una economía del 8 por ciento sobre el precio de las otras ofertas.

En el campo de las piezas prefabricadas, tales como pilotes, postes, y viguetas para forjados, el hormigón pretensado puede competir con éxito, en coste inicial, con los otros métodos constructivos. En el informe de un fabricante inglés, se demuestra una economía de un 15 por ciento, en el precio de las viguetas pretensadas para forjados, según el siguiente estudio comparativo:

	<u>Hormigón pretensado</u>	<u>Hormigón armado</u>
Materiales para el hormigón	14	15
Mano de obra en fábrica	20	14
Amortización industrial (fábrica y - moldes)	14	11
Acero	17	35
Gastos de conservación y almacenaje.	<u>20</u>	<u>25</u>
T o t a l	85	100

Además, se consigue una economía suplementaria ya - que el peso propio de las piezas resulta un 10 por ciento menor.

El coste inicial de las estructuras de hormigón pre- tensado para edificios es, normalmente, más elevado que el de - las metálicas o de hormigón armado. Por esta causa, sólo suele - adoptarse este tipo de estructuras en aquellos casos en que exis- tan dificultades para el aprovisionamiento de los materiales y , en particular, cuando se necesita economizar acero.

Gastos de entretenimiento durante la vida de servicio de la obra

Las principales ventajas que sobre los otros materia- les ofrece el hormigón pretensado son las que se derivan de la - ausencia de fisuras, del empleo de materiales de alta calidad, y de la protección que proporciona a las armaduras.

Las obras pretensadas más antiguas tienen ahora vein- te años, pero la mayor parte de ellas han sido construidas des -

pués de la guerra.

Mientras no transcurra más tiempo, no es posible emitir un juicio definitivo sobre su comportamiento y durabilidad. Sin embargo, teniendo en cuenta que las estructuras de hormigón armado, convenientemente ejecutadas, han soportado, con éxito, la prueba del tiempo y de la intemperie, es de esperar que el hormigón pretensado, con su compresión permanente, ha de proporcionar aún resultados más satisfactorios.

Admitiendo como expresión del coste total de una obra la fórmula de Kjellmann, citada por Thomas⁽³⁾,

$$I + \sum R \times C = \text{mínimo},$$

en la que,

I = coste inicial de la obra;

R = riesgo de que se produzca un fenómeno determinado, y

C = cuantía de los gastos de entretenimiento, reparación, o incluso reconstrucción, a que puede dar lugar el fenómeno que se considere.

se deduce que, en muchos casos, el hormigón pretensado debe proporcionar resultados más económicos que los otros procedimientos constructivos.

Según el informe de Ordmann y Greeves, se decidió emplear el hormigón pretensado, para la construcción de las cubiertas de los Docks de Londres⁽⁴⁾, teniendo en cuenta, principalmente, la economía de acero que esta solución suponía y las facilitaciones

dades para el aprovisionamiento de los cables. Pero, además, en dicho informe se dice:

También se dió gran importancia al hecho de que una estructura de hormigón reduciría los gastos de entretenimiento, al no tener que pintarla todos los años, como ocurre con las metálicas. Existe el convencimiento de que una parte muy importante de los gastos anuales de entretenimiento de la administración de los depósitos, se debe a la necesidad de proteger la estructura con pintura. Pero raras veces se tienen, además, en cuenta los gastos suplementarios que suponen las perturbaciones en el trabajo a que da lugar este hecho.

Una reducción, o mejor, la supresión del gasto que representa el tener que proteger la estructura con pintura, puede compensar, totalmente, de un precio inicial algo más elevado.

Cuanto más larga sea la vida de la estructura, tanto más importante será esta compensación.

Si se considera que los edificios del grupo "London y St. Katherine Dock", muchos de los cuales tienen más de cien años, prestan todavía buenos servicios, se comprende que la política de aceptar gastos iniciales más elevados, siempre que ello dé lugar a una reducción de los gastos de entretenimiento, está plenamente justificada.

Facilidades de aprovisionamiento

En épocas normales, este factor tiene poca importancia, pero en los años que acaban de transcurrir, muchas veces ha sido el factor fundamental. La producción de acero, a pesar de

haber experimentado un aumento importante, no ha sido suficiente para cubrir la demanda, y el haber podido recurrir al hormigón pretensado para la construcción de estructuras, ha supuesto una inapreciable ayuda para la economía nacional.

Las estructuras metálicas consumen el doble o el triple del acero necesario para construir, la misma estructura, en hormigón armado. El hormigón pretensado requiere, en general, tres veces menos acero que el hormigón armado, pero con precios unitarios que, en Gran Bretaña, son de dos y media a tres veces más elevados. No obstante, hay que tener en cuenta que el acero, así economizado, puede ser entonces destinado a otros usos, en donde su empleo es insustituible.

La escasez de madera ha favorecido el desarrollo de las traviesas de hormigón pretensado, durante y después de la guerra. Las características de los ferrocarriles modernos exigen traviesas más fuertes y pesadas que las utilizadas en un principio, y el hormigón pretensado puede competir, en este campo, desde todos los puntos de vista, con los demás materiales.

Facilidades y rapidez de montaje

La facilidad con que pueden obtenerse los elementos prefabricados de hormigón pretensado permite a éstos competir, con éxito, con los perfiles metálicos, en la construcción de estructuras isostáticas. En las hiperestáticas, la situación ya no es tan favorable. Empleando placas prefabricadas de hormigón pretensado pueden construirse, rápidamente, puentes de un sólo tramo y, de esta forma, la perturbación que se origina en el tráfico es mínima. Para la cubierta del nuevo astillero de Lowestoft⁽⁵⁾

se ha adoptado también el hormigón pretensado, en elementos prefabricados, con lo cual se ha conseguido cubrir rápida y económicamente, los 45 m de luz de la nave. Por otra parte, los gastos de entretenimiento de esta estructura son mucho más reducidos -- que los de una cubierta metálica. La economía que respecto al hormigón armado puede proporcionar el pretensado procede, principalmente, de las ventajas que se derivan de la prefabricación, la cual, entre otras cosas, hace posible prescindir, en muchas ocasiones, de los encofrados y andamiajes en obra. Esta economía, -- sin embargo, depende, en gran parte, de los gastos de transporte, y de la mayor o menor facilidad para obtener la maquinaria auxiliar necesaria para el montaje.

Consideraciones estéticas

En general, las dimensiones de las secciones de hormigón pretensado suelen ser menores que las de hormigón armado, y esto supone una característica muy valiosa, desde el punto de vista estético, pues, gracias a ella, se pueden lograr estructuras de formas muy agradables y elegantes. Las piezas pretensadas llegan a alcanzar escuadrias casi tan esbeltas como las de los -- perfiles metálicos.

En la construcción de puentes, y sin necesidad de aumentar la complejidad de la obra, pueden conseguirse, con el pretensado, luces mayores que con el hormigón armado, lo que permite, cuando se trata de puentes de varios tramos, disminuir el número de apoyos intermedios.

Un ejemplo interesante es el del Puente Flannery, en el cual se ha podido obtener una economía del 3 por ciento, con

respecto a otro proyecto de tres tramos en hormigón armado. Otro ejemplo es el del Puente Staveley, donde los gálibos exigían una luz de 23 m, con un canto máximo de viga de 0,90 m. Tanto con el hormigón pretensado como con los perfiles metálicos, podían satisfacerse estas condiciones a un precio análogo, pero, finalmente, se adoptó la solución pretensada, teniendo en cuenta sus cualidades estéticas y su mayor facilidad de ejecución.

En la sustitución de puentes antiguos sobre las vías férreas, el empleo del hormigón pretensado ha permitido aumentar los gálibos necesarios para la electrificación de las líneas, sin modificar la rasante de la carretera. En las obras de drenaje de la cantera de Leyton Marsh, se adoptó, también, la solución pretensada, ante la posibilidad de conseguir una canalización sin juntas y de un sólo tramo, en lugar de los dos tramos que exigía otro proyecto en hormigón armado, presentado en competencia. Las posibilidades que ofrece el pretensado para cubrir grandes espacios, económicamente, han conducido a su empleo en la construcción de cubiertas de edificios de gran luz en los cuales se logran grandes naves diáfanas, sin los obstáculos que supone la existencia de pilares intermedios. Finalmente, deben destacarse las ventajas que se derivan de la introducción del pretensado en las vigas de borde de las cubiertas laminares.

Seguridad, con respecto a riesgos diversos

Los elementos de una estructura, además de poder resistir las condiciones normales de carga, deben poseer otras condiciones, tales como resistencia al fuego, resistencia a la acción de la intemperie o de los agentes corrosivos, y resistencia

a las cargas repetidas. Durante los últimos años, gracias a los intensos trabajos de investigación realizados, se han adquirido muchos conocimientos sobre el comportamiento del hormigón pretensado en relación con estos extremos.

De dichos trabajos se deduce que el hormigón pretensado, es capaz de satisfacer todas las condiciones de resistencia exigibles a cualquier tipo de estructura, tanto para edificios de vivienda como industriales.

Los mayores recubrimientos, y con hormigones de alta calidad, con que en esta técnica se disponen las armaduras, hacen que este tipo de piezas se encuentre en condiciones especialmente favorables para resistir la acción de la intemperie. Por otra parte, la ausencia de fisuras supone una ventaja suplementaria, desde este punto de vista. Por las mismas razones, esta clase de estructuras es la más indicada para aquellas obras que han de quedar expuestas a la acción de atmósferas agresivas. Por todo ello, el hormigón pretensado sustituye, con ventaja, al hormigón armado, en las obras realizadas en regiones industriales, donde la acción de las atmósferas agresivas es permanente. Como ejemplo, se pueden citar las pasarelas de la "Imperial Chemical Industries Limited". Finalmente, las especiales características de resistencia a la fatiga y a las cargas repetidas del hormigón pretensado han sido comprobadas mediante los recientes ensayos realizados por la "British Transport Commission"⁽⁶⁾.

Campos en los cuales se consiguen economías especiales

El hormigón pretensado puede, en ciertos campos, proporcionar determinadas ventajas, que son imposibles de conseguir

con ningún otro método constructivo. La ausencia de fisuras es una ventaja inapreciable para las estructuras destinadas a contener agua, ya que permite suprimir los recubrimientos, siempre molestos.

Las ventajas en lo que se refiere a los pilotes y traviesas han sido ya señaladas. Las sustituciones de cimientos en infraestructuras han sido ejecutadas, con mucho éxito, y económicamente, mediante el hormigón pretensado. En los casos de cubiertas laminares de gran luz, el pretensado, después del hormigonado y endurecimiento, ha proporcionado economías indiscutibles, y, en particular, en las cubiertas en dientes de sierra, ha permitido llegar a soluciones no alcanzables por ningún otro método. Para luces superiores a los 30 m, el pretensado conduce a secciones más débiles, con la consiguiente reducción de peso propio, siempre que se coloquen los cables de una forma adecuada. Para luces más pequeñas, puede igualmente obtenerse economía, por lo que respecta al encofrado, dada la posibilidad de desencofrar más rápidamente.

Conservación de los recursos naturales

El empleo creciente del hormigón en las obras, como dice Sir Harold Hartley⁽⁷⁾, ha supuesto un considerable beneficio para la economía de los distintos países, ayudándoles a conservar sus recursos naturales al permitir sustituir, en las construcciones, el acero por otros materiales de menor valor y más fácil fabricación, con el consiguiente ahorro de carbón.

Una obra en hormigón armado consume, aproximadamente, el 40 por ciento del peso de acero que sería necesario utilizar -

si se construyese con estructura metálica, y el hormigón pretensado reduce este porcentaje a $\frac{1}{7}$. En los edificios con estructuras reticuladas, la cantidad de hormigón que es necesario añadir para compensar la economía de acero es casi despreciable, pero en los puentes esta economía lleva, como contrapartida un aumento considerable de las cantidades de cemento y de áridos necesarios. No obstante aun en este caso no es probable que dicho aumento exceda de un 25 por ciento, pues no hay que olvidar que el volumen del hormigón de las cimentaciones es siempre el mismo. Si se recuerda que se necesitan 1700 Kg de carbón para fabricar una tonelada de acero y sólo 400 Kg para una tonelada de cemento, se comprende que la economía de carbón que con esta sustitución se consigue puede ser importante. En la fabricación del hormigón se consumen, como término medio, 4 toneladas de áridos por tonelada de cemento. Pues bien, aun teniendo en cuenta el equivalente en carbón del consumo de energía necesario para dicha fabricación, con la sustitución de una tonelada de acero por una tonelada de hormigón armado, se obtiene una economía de una tonelada de carbón, aproximadamente. Con el hormigón pretensado, las economías son todavía superiores.

Elección de los materiales de construcción

En Gran Bretaña, en general, la elección de los materiales que han de ser empleados en la ejecución de un proyecto se hace "a priori", con el fin de poder preparar, con todo detalle, los planos, presupuestos y pliegos de condiciones de la obra que, posteriormente, se saca a concurso. Esta elección la hacen el arquitecto y el ingeniero asesor o la oficina de estu-

dios del departamento oficial al que corresponda la obra, basándose, para ello, en las características del proyecto, en los precios obtenidos en construcciones análogas y en las condiciones impuestas por el cliente o la autoridad correspondiente. Algunas veces, el arquitecto, antes de tomar una decisión definitiva, se pone en relación con los contratistas especializados en cierta clase de trabajos y obtiene de ellos los oportunos informes sobre precios aproximados y otros extremos que puedan interesarle. Otras veces, sin embargo, cuando se presentan casos especiales, se redacta el proyecto en términos generales, sin descender a detalles, y se saca así a concurso entre contratistas especializados para que presenten ofertas, tanto sobre su estudio como sobre su construcción. La decisión final la toma siempre el arquitecto o el ingeniero asesor, de acuerdo con las instrucciones de su cliente o del organismo correspondiente.

Conclusión

Para todos los sistemas constructivos existe siempre un campo específico de aplicación para el cual se encuentran perfectamente adaptados.

El ingeniero debe, en cada caso, recomendar a su cliente el sistema que resulte más apropiado.

Para el hormigón pretensado existen numerosos campos en los cuales puede competir, y efectivamente compete, bajo todos los puntos de vista, con los otros procedimientos de construcción. En la actualidad, es frecuente que, en la ejecución de un mismo proyecto, se empleen simultáneamente varios métodos constructivos. Así, por ejemplo, en los hangares del aeropuerto de -

Londres, para las "British European Airways", los cimientos, los soportes, los muros, y algunas vigas y forjados de pequeña luz, son de hormigón armado; las vigas principales del hangar, de 33 y 45 m de luz libre, son de hormigón pretensado con armaduras postestas y, en cambio, los forjados en serie, las vigas de la cubierta y algunas otras viguetas y paneles, son de hormigón prefabricado con armadura pretesa.

Las vigas del puente grúa y las de algunos forjados provisionales son metálicas y, finalmente, para las cubiertas ligeras se empleó el aluminio.

Los campos en los cuales el hormigón pretensado resulta económico desde todos los puntos de vista son: los puentes, los depósitos de agua, los forjados prefabricados, los elementos para cubiertas, y otros muchos elementos prefabricados, tales como: postes de alumbrado, traviesas, pilotes y tubos. En otros campos, su coste inicial puede ser más elevado, pero su elección resulta justificada si se tiene en cuenta la economía de acero que proporciona y la reducción que se consigue en los gastos de entretenimiento que toda obra exige. Puede, además, competir, con ventaja, con otros procedimientos de construcción, en cuanto a rapidez de ejecución, posibilidad de alcanzar grandes luces con cantos pequeños, resistencia al fuego, y seguridad frente a ciertos riesgos.

El hormigón pretensado ha conquistado ya campos de aplicación, en los cuales se encuentra perfectamente adaptado, y su desarrollo se extiende de año en año. Para aquellos que piensan que el coste inicial es el único factor que debe tenerse en cuenta al elegir un material, conviene, como final, reproducir -

los siguientes párrafos citados por Corbetta⁽⁸⁾.

"No es de sabios pagar demasiado, pero tampoco es de sabios pagar demasiado poco. Cuando se paga demasiado, se pierde un poco de dinero, y esto es todo. Por el contrario algunas veces, cuando se paga demasiado poco, se pierde todo, porque el objeto comprado es incapaz de desempeñar la misión para la cual ha sido adquirido. La ley natural del equilibrio en los negocios, se opone a que se pague poco y se obtenga mucho. Esto no es posible. Cuando se elige la oferta más baja, es prudente, reservar una cierta cantidad para cubrir el riesgo que con ello se corre y, entonces, se tendrá ya lo suficiente para comprar otra cosa mejor".

R E F E R E N C I A S

- 1.- Prestressed concrete cuts reservoir construction costs.
(Reducción del coste de los depósitos mediante el empleo del hormigón pretensado).
The Contract journal Vol. 152. N° 3.895. 18 de febrero de 1954.
P. 755.
- 2.- Ernst, G. C., Brunken, C. O. and Riveland, A. R. Relative economy of prestressed and conventional reinforced concrete reservoirs.
(Estudio económico-comparativo de los depósitos de hormigón pretensado y hormigón armado ordinario).
Journal of the American Concrete Institute. Vol. 23. N° 6. Febrero 1952, pp. 505-511.

- 3.- Discussion on relative economics of prestressed concrete compared with other forms of construction - aluminium, reinforced concrete, steel, and timber.

(Discusión sobre la economía obtenida con el hormigón pretensado, en comparación con otros sistemas constructivos - aluminio, hormigón armado, acero y madera).

Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Part 1 Vol 1, N° 4 julio 1952, pp. 390-422.

- 4.- Ordman, N. N. B. and Creeves. I. S. S. Design and construction of a prestressed concrete framed transit shed for the Port of London Authority.

(Cálculo y construcción de la estructura de hormigón pretensado de la cubierta de la estación de trasbordo del puerto de Londres).

Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Part. 3. Vol. 3, N° 2. Agosto 1954. pp. 409-434. Discusión pp. 434 a 447. Correspondencia pp. 447-448.

- 5.- Design of a new shipyard: prefabrication in shipbuilding.

(Proyecto de un nuevo astillero, a base de elementos prefabricados).

Engineering. Vol. 178. N° 4.618. 30 de julio de 1954. pp. 154-156.

- 6.- British Transport commission Research Departement. Static and fatigue tests made on prestressed concrete beams using 0,276 in diameter wire.

(Ensayos estáticos y dinámicos sobre vigas de hormigón pretensado armadas con alambres de 7 mm de diámetro).

7.- Hertley, Sir H. The engineers contribution to the conservation of natural resources.

(Contribución de los ingenieros a la conservación de los recursos naturales).

First Graham Clark lecture to be given at the Institution of Civil Engineers. 4 de mayo de 1955. pp. 39.

8.- Corbetta, R. H. Construction problems and techniques. Proceedings of a conference on thin concrete shells.

(Problemas y técnicas de la construcción. Texto de una conferencia sobre cubiertas laminares de hormigón).

Massachusetts Institute of Technology, junio 1954, pp. 124 a 127.

BIBLIOGRAFIA ADICIONAL

Komendant, A. E. Prestressed concrete structures.

(Estructuras de hormigón pretensado)

1 st. edition. London, Mc. Graw-Hill Publishing Co. Ltd. 1952.
pp. VIV 261.

Johnson. R. M. Outlook on prestressing.

(Consideraciones sobre el pretensado)

Concrete. Bol. 62. N° 9. Septiembre de 1954. pp. 22-23

Ramsey F. Bridge abutments prestressed to cut costs.

(Reducción del coste de los estribos de puente, mediante el pretensado).

Engineering News-Record. Vol. 154. N° 5. 3 febrero 1955, pp. 43-46.

Lämmlein, A. Über die Wirtschaftlichkeit von Spannbeton -- Straßenbrücken.

(Coste comparativo de un puente en hormigón pretensado y en hormigón armado).

Beton und Stahlbetonbau. Vol 45. N° 3, marzo 1950. pp. 66-68.

London. Cement and Concrete Association Library Translation. Cj 19. (6/50), pp. 9.

Phillips, o. o. Practical aspects of plant produced prestressed concrete.

(Aspectos prácticos de la prefabricación en el hormigón pretensado).

Journal of the American Concrete Institute. Vol. 25, n° 9. Mayo 1954. pp. 737-740.

Abeles P. W. The economy of prestressed concrete.

(La economía en el hormigón pretensado).

Liege, international Association for Bridge and Structural Engineering. 3er. Congress. Septiembre 1948. Final report pp. 379-385.

Broms, B. Förspänd betong med 7 mm tråd en light system Freyssinet.

(Hormigón pretensado por el sistema Freyssinet empleando alambres de 7 mm).

Betong. Vol 40. N° 1. 1955. pp. 1-13.

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

457-9-3 VENTAJAS ECONOMICAS DEL HORMIGON PRETENSADO EN HOLANDA

(The economical advantages of prestressed concrete in Netherlands)

Por F. J. Barends, J. J. B. J. J. Bouvy y B. Visser

ANEJO N° 1 A LA COMUNICACION B PRESENTADA AL II CONGRESO DE LA FEDERACION INTERNACIONAL DEL PRETENSADO - AMSTERDAM, Septiembre 1955

• S i n o p s i s -

Se hacen, primeramente, algunos comentarios generales sobre las ventajas que, en Holanda, pueden obtenerse aplicando el hormigón pretensado a la construcción de diversos tipos de estructuras. Se indican los principales factores que, a juicio del autor, han dado lugar al extraordinario desarrollo alcanzado, en relativamente pocos años, por esta nueva técnica. Finalmente, se incluye una relación de las obras de hormigón pretensado, más importantes, realizadas, últimamente, en Holanda, indicando sus características, el sistema de pretensado utilizado, las circunstancias que han inducido a la elección de este método constructivo, y, en algunos casos, las características económicas del proyecto, y las ventajas que ofrecía en relación con las otras soluciones presentadas en competencia.

Resulta materialmente imposible desarrollar, totalmente este tema, en pocas páginas. Sin embargo, se procurará informar a este Congreso sobre algunos aspectos del desarrollo del hormigón pretensado, en Holanda, y de los campos en los cuales las estructuras de hormigón pretensado resultan económicamente justificadas.

El rápido avance de esta técnica, relativamente joven, se debe, principalmente a los siguientes factores:

a los métodos modernos de fabricación del hormigón que permiten obtener, fácilmente, en obra, hormigones de alta calidad,

a la posibilidad de obtener, sin dificultad, en el mercado, diversas calidades de aceros de alto límite elástico,

a la general aspiración de perfeccionar los métodos constructivos existentes, adoptando nuevas técnicas,

a la existencia de un número suficiente de técnicos, con los conocimientos necesarios para poder calcular y construir cualquier tipo de estructura en hormigón pretensado, y

al deseo de poder terminar las estructuras en el menor plazo posible.

Poco a poco, los campos de aplicación del hormigón pretensado se han ido ampliando. Es evidente que se trata de un nuevo material constructivo que, por lo que a sus cualidades respecta, debe situarse entre el hormigón armado corriente y las estructuras metálicas.

En general, el hormigón pretensado es más resistente a los agentes agresivos que el acero y que el hormigón armado corriente.

En algunos casos, el empleo del hormigón pretensado evita la existencia de tensiones secundarias perjudiciales.

Por estas razones se observa, con frecuencia, que se construyen estructuras de hormigón pretensado por el único motivo de ser, evidentemente, el material más apropiado, aún cuando quizá no proporcione la solución más económica.

La posibilidad de construir estructuras continuas, a base de elementos prefabricados que se unen por medio del pretensado, constituye, en determinados casos, una ventaja muy impor-

tante. En diversas ocasiones, se ha podido ya demostrar que, empleando este procedimiento, se consigue construir un edificio, o un puente, en menos tiempo que empleando hormigón armado ordinario.

En Holanda, ningún método constructivo ha disfrutado de protección especial alguna, ni directa, ni indirectamente, bien sea imponiendo restricciones a la importación de los aceros para armar, perfiles metálicos para estructuras, madera etc., o bien por medio de otras medidas similares.

Esta circunstancia es una prueba más de las ventajas económicas que el pretensado ofrece, pues, en caso contrario, no se hubiesen nunca construido todas las estructuras de hormigón pretensado que en la adjunta lista se mencionan, correspondientes a obras ya terminadas, realizadas en Holanda.

Algunos contratistas, fabricantes y departamentos oficiales, han estudiado, con el mayor interés, las posibilidades de aplicación en la práctica del pretensado. Pero existen, sin embargo, amplios círculos que todavía no se han preocupado de ponerse al corriente sobre las particularidades de esta nueva técnica.

Es difícil establecer, con exactitud, los límites del campo de aplicación del hormigón pretensado, en Holanda. Cabe esperar que los datos incluidos en este breve informe sirvan para dar una idea acerca de lo que en Holanda se ha hecho sobre el particular y poder, así, establecer una comparación con lo realizado por otros países de condiciones económicas más o menos análogas.

En el caso de elementos estructurales resistentes, tales como vigas, el empleo del hormigón pretensado resulta solamen

te aconsejable para luces que excedan de los 10 m y, aun en este caso, únicamente cuando se trate de grandes edificios y valga la pena, por lo tanto, montar una fábrica, o por lo menos organizar un taller de prefabricación a pie de obra.

Debe tenerse en cuenta que, en general, cuanto menor sea el tamaño de las piezas pretensadas que se desee fabricar, - tanto mayor debe ser su número para que resulte económica la producción. En Holanda, hasta la fecha, no se han construido estructuras pretensadas de luces demasiado grandes (la máxima, de 56 m, corresponde al puente de Amstel). Ello se debe, probablemente, al hecho de que, por ahora, no se ha dado al hormigón pretensado verdadera oportunidad para competir con los demás sistemas constructivos.

Cuando se desea comparar este material con el hormigón armado es imprescindible tener en cuenta la relación entre - el precio del acero de alta resistencia y el del acero dulce ordinario. El precio del acero ordinario, de 1.400 Kg/cm^2 de tensión admisible, es de 0,48 f más 0,10 f para gastos de colocación en obra. El de los cables Freyssinet, por ejemplo, en los cuales la tensión de trabajo varía de 8.500 a 9.000 Kg/cm^2 , depende, en gran parte, de su longitud; además hay que tener en cuenta los - gastos de preparación y colocación de los cables, los de tesado e inyección, y el coste de los anclajes, del resorte longitudinal situado en el interior de los cables, de los tubos en los que es tos van alojados, de las patentes, etc.

A continuación se indican los precios, para distintas longitudes, de los cables de acero de alta resistencia, cons tituidos por doce alambres de 5 mm de diámetro:

	Longitud de los cables Freyssinet de doce alambres (5 mm)			
	8 m	15 m	20 m	40 m
(a) Coste de los materiales, a pie de obra, por Kg de acero de alta resistencia, incluyendo patentes. (El precio normal del acero de alta resistencia es de unos 0,88 f por Kg)	1,91 f	1,66 f	1,60 f	1,53 f
(b) Coste de la mano de obra de colocación, por Kg de acero (2,50 f por hombre-hora).	0,90 f	0,57 f	0,48 f	0,33 f
Total por Kg de acero de alta resistencia, colocado en obra	2,81 f	2,23 f	2,08 f	1,86 f

Es evidente que, cuanto mayor es la longitud del cable, menor es su precio unitario. Empleando cables de doce alambres de 7 mm, se consiguen precios todavía más económicos. Para otros sistemas de pretensado a base de cables o barras, tales como los de Blaton-Magnel y Diwidag, no se conocen datos generales, pero cabe suponer que su coste ha de ser más o menos el mismo.

El hormigón pretensado resulta, actualmente, caro en mano de obra, pero, lógicamente, las circunstancias han de ser cada vez más favorables, según se vaya progresando en la mecanización.

Una adecuada racionalización de esta técnica produciría también, seguramente, notables economías. Los precios de las vigas de hormigón con armadura pretensa son, naturalmente, distin

tos.

Comparando estas vigas con los perfiles metálicos DIN se obtienen las siguientes conclusiones:

Para la pieza puesta en obra, de luces comprendidas entre los 10 y 20 m y sobrecarga admisible superior a $1,0 - 0,4$ T por metro lineal, el precio de las vigas prefabricadas de hormigón pretensado es alrededor de un 10 a un 25 por ciento menor que el de las vigas metálicas (el peso propio de las vigas de hormigón pretensado es relativamente grande. Por esta razón, sólo pueden competir con las metálicas, cuando la sobrecarga, por metro lineal, excede de un cierto valor mínimo). Aunque, en general, es también aplicable al hormigón pretensado el principio de que las estructuras muy esbeltas son antieconómicas, sin embargo, se presentan algunos casos, en la práctica, en que resulta aconsejable recurrir al empleo de piezas de poco canto. Por una parte, al reducirse el espesor de las vigas y, como consecuencia, su peso propio, se pueden conseguir considerables economías en el resto de la estructura. Por otro lado, el arquitecto, en algunas ocasiones, necesita utilizar cantos mínimos. En los casos en los que las vigas han de ser transportadas de un lugar a otro, antes de su colocación, y, en particular, cuando se trate de vigas prefabricadas, debe procurarse, generalmente, reducir su peso todo lo posible. Para estructuras de hormigón pretensado, en Holanda, suelen admitirse en el hormigón tensiones del orden de los 120 Kg/cm^2 , las cuales resultan económicamente justificadas en relación con el precio del acero de alta resistencia y las tensiones admisibles en el acero.

En Holanda, existen diversas fábricas que se han especializado en la producción de elementos de hormigón pretensado, -

tales como: vigas, pilotes, postes y tubos.

Las vigas prefabricadas, de hasta 20 m de longitud, se emplean con regularidad; la cuestión del precio ha sido ya comentada. Con frecuencia, se emplean también pilotes de hormigón pretensado de hasta 20 metros.

Económicamente, estas piezas resultan más ventajosas, unas veces en hormigón armado normal, y otras, en hormigón pre-tensado. En gran parte de los tendidos de las líneas eléctricas ferroviarias, se han utilizado postes de hormigón pretensado.

Existen también más de 45 Km de conducciones hidráulicas, a base de tubos de hormigón pretensado, de 1,40 m de diámetro. A continuación, se incluye una relación de estructuras de hormigón pretensado construídas en este país, en el curso de los últimos años, con la intención de dar una idea general sobre las distintas posibilidades que este nuevo material ofrece. Naturalmente, dicha relación no es completa. Siempre que ha sido posible, en la última columna, se han hecho constar los datos relativos al coste de la estructura que se comenta. Sobre algunas de ellas, se hacen, primeramente, algunas consideraciones económicas más detalladas.

Puente sobre el Amstel en Rijnstraat en Amsterdam. En 1952, el Departamento de obras públicas de Amsterdam realizó un estudio económico-comparativo de las dos soluciones presentadas para la construcción del mencionado puente, uno en hormigón armado corriente, y otra, en hormigón pretensado. La longitud total a cubrir, incluyendo el paso sobre el Amstel y los accesos sobre las carreteras que corren a lo largo de ambas orillas del

río, era de 178 m. El ancho del puente, entre barandillas, era de 26,20 m, distribuidos en una calzada, para tráfico de coches, de 13 m de anchura; dos pistas, para ciclistas y tráfico lento, de 3,6 m de ancho, y dos aceras de 2 m cada una.

(a) Solución en hormigón armado.

En dirección transversal: 9 vigas en T, de 1,80 m de canto.
En dirección longitudinal: una viga continua de cinco tramos, con luces de 29, 10; 41, 85; 41, 85; 41, 85 y 23, 40 m respectivamente.

Armadura: Acero St 52.

(b) Solución en hormigón pretensado.

En dirección transversal: 15 vigas en T.

En dirección longitudinal: sobre el Amstel, una viga continua de 124,79 m de longitud y tres tramos de 34,12; 56, 55; y 34,12 m de luz, respectivamente.

El canto, en el punto medio del tramo central, es de 1,5 m.

El coste de las pilas es análogo en ambos casos.

La superestructura en hormigón armado tenía que hacerse "in-situ", sobre una cimbra provisional, continua, a lo largo de todo el puente, lo cual habría resultado muy caro, teniendo en cuenta la pequeña resistencia del terreno.

En la solución pretensada las vigas podían construirse en un lugar próximo, para ser colocadas después en su posición definitiva. Para ello, sólo hacía falta cuatro pequeñas pi las provisionales.

En este caso, la principal ventaja de la solución pretensada radica en el menor coste de las estructuras provisionales necesarias, según se deduce del cuadro que a continuación se expone:

	Puente de hormigón armado	Puente de hormigón pretensado	Economía
Estructuras provisionales	644.000 f	416.000 f	228.000 f
Superestructura del puente	960.000 f	939.000 f	21.000 f
		Economía total	249.000 f

Puente sobre el "Zijkanaal I" en Klaprozenweg, en Amsterdam.

El estudio económico de este puente se realizó, en 1953, por el Departamento de Obras Públicas de Amsterdam.

La longitud total del nuevo puente es de 142,80 m.

Su anchura, entre barandillas, 16 m.

El puente consta de una parte móvil y dos partes adyacentes de hormigón. La parte móvil no se incluye en el estudio económico-comparativo que a continuación se expone.

El nuevo puente venía a sustituir a otro antiguo, que se encontraba en malas condiciones. Para ello había que cons

truir, primeramente, un puente provisional, a corta distancia del existente, en cuya estructura podrían utilizarse la mitad de las vigas destinadas al nuevo puente. Cuando esta estructura provisional estuviese terminada, se podía empezar la construcción de la nueva, empleando las vigas aún no utilizadas para levantar la mitad del ancho del nuevo puente, y, cuando esta parte estuviese ya en servicio, podía completarse la estructura con el material procedente de la pasarela provisional, ya no necesaria entonces.

a) Solución en acero y hormigón armado

Puente provisional: 10 tramos, de 12 m cada uno. Cada tramo estaba constituido por 9 vigas metálicas Din 38 y tablero de madera.

Nuevo puente: 10 tramos, de 12 m cada uno, constituidos por 19 vigas metálicas Din 38 y una base de hormigón, de 20 cm de espesor, unida a las vigas mediante pasadores soldados a los perfiles de acero.

b) Solución en hormigón pretensado

Puente provisional: 6 tramos, de 20 m cada uno. Cada tramo consta de 6 vigas de hormigón pretensado, de 1 m de canto, con tablero de macadam.

Nuevo puente: 6 tramos, de 20 m, con una viga continua que cruza 5 de estos tramos. En cada uno van 12 vigas, de hormigón pretensado, de 1 m de canto.

Estas piezas se construyeron en un taller de Amsterdam y, después, se transportaron hasta el lugar de su colocación.

ción sobre las pilas.

El siguiente cuadro da una idea de la economía alcanzada, mediante el empleo del hormigón pretensado. Además, adoptando esta solución pudo reducirse, sensiblemente, el plazo de ejecución.

	Puente provisional y puente nuevo con vigas de acero	Puente provisional y puente nuevo con vigas de hormigón-pretensado	Economía
Puente provisional	275.000 f	220.000 f	55.000 f
Superestructura del nuevo puente.	320.000 f	330.000 f	- 10.000 f
Economía en pilas			40.000 f
		Economía total	85.000 f

El puente definitivo, que está ahora en construcción tiene una anchura, entre barandillas, de 18 m. Cada tramo consta de 16 vigas en T, de hormigón pretensado, con un canto de 0,87 metros.

Puente para ciclistas y peatones en el "Amsterdamse Bos" de Amsterdam.

En 1954, el Departamento de Obras Públicas de Amsterdam realizó el estudio económico-comparativo de las dos soluciones, una en hormigón armado y otra en hormigón pretensado, presentadas para

la construcción de este puente. Su longitud es de 12,54 m; y el galibo mínimo exigido, de 6 metros.

(a) Solución en hormigón armado.

Una losa continua, de 35 cm de espesor, sobre 4 apoyos; tramos de respectivamente 6, 8 y 6 m.

(b) Solución en hormigón pretensado.

Una losa, de hormigón pretensado, con una luz de 20 metros (sin apoyos intermedios) y 35 cm de canto.

El coste de la solución (a) era de 158.000 f y el de la (b) 133.000 f. Esta diferencia se debía, principalmente, al hecho de que el coste de los estribos y pilas del proyecto (a) era considerablemente mayor que el de los estribos del proyecto (b).

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN PRETENSADO CONSTRUIDAS EN HOLANDA

(*) Sistemas de pretensado

- F Ø 5: pos-tesado mediante cables de 12 alambres de 5 mm de diámetro; anclajes por conos Freyssinet.
- F Ø 7: pos-tesado mediante cables de 12 alambres de 7 mm de diámetro; anclaje por conos Freyssinet.
- BIII Ø 5: pos-tesado mediante cables de varios alambres de 5 mm de diámetro; anclaje con placas sandwich tipo Blaton-Magnel.
- BIII Ø 7: pos-tesado mediante cables de varios alambres de 7 mm de diámetro; anclaje con placas sandwich tipo Blaton-Magnel.
- Pr : Armaduras pre-tesas. Fabricación en cadena, en moldes individuales o "in situ".
- FIII : Pretensado de depósitos circulares, con armadura en espiral, según el método de Freyssinet y Muzet.
- Ø 26 : Pos-tesado mediante barras de 26 mm de diámetro, roscadas en los extremos y ancladas con tuercas (Dywidag, Freyssinet ó Lee-icCall)
- D : Pos-tesado mediante cables, constituidos por alambres doblados en los extremos, según el método Duyster.

Descripción general, ubicación y fecha de construcción.	Luces (en metros)	Tipo de pieza, número y dimensiones.	Realización	Sistema de pretensado (*)	Cantidad de acero de alta resistencia, por metro cúbico.	Cualidades técnicas y arquitectónicas del proyecto.	Economía, respecto a otros métodos constructivos.
1 Viaducto, en Malden 1951	8,2 - 10,7 - 8,2	Losas continuas, sobre cuatro apoyos; ancho: 5,3 metros; espesor: 0,35 m.	"in situ"	BIII Ø 5	35		

P U E N T E S L O S A

<p>2</p> <p>Puente "Flushing" en Middelburg 1954</p>	<p>8,8 - 11,4 - 8,8</p>	<p>Losa continua, - sobre 4 apoyos; ancho: 11,72 m; espesor variable: 30-51 cm.</p>	<p>"in situ"</p>	<p>F Ø 5</p>	<p>33,5</p>	<p>El aspecto del - puente pretensa- do es más estéti- co que el del - proyecto original - (losa de hormigón ordinario, sobre 6 apoyos)</p>	<p>Presupuesto conjun- to para ambos puen- tes: En hormigón - ordinario, sobre 6 apoyos, 156.500 f. En hormigón preten- sado, sobre 4 apo- yos (incluidos gas- tos de proyecto). 161.000 f.</p>
<p>3</p> <p>Puente sobre el - Herengracht, en - Middelburg 1954</p>	<p>9,5 - 11 - 9,5</p>	<p>Losa continua, - sobre 4 apoyos; ancho: 11,72 m; espesor variable: 35-56 cm</p>	<p>"in situ"</p>	<p>F Ø 5</p>	<p>32,5</p>		
<p>4</p> <p>Puente en Klazinaveen (en construcción) 1955</p>	<p>9,5 - 13 - 9,5</p>	<p>Losa continua so- bre 4 apoyos; an- cho: 11,5 m; es- pesor variable: 45-72 cm</p>	<p>"in situ"</p>	<p>F Ø 7</p>			
<p>PUENTES VIGA CON DOS APOYOS</p>							
<p>5</p> <p>Puentes pasarela en las esclusas de Tiel 1949</p>	<p>19,75</p>	<p>16 puentes pasa- relos de 2 vigas de 1,70 m de can- to, unidas por una losa forman- do en conjunto una sección en T ancho total: 1,2 metros; calzada: 0,90 m.</p>	<p>"in situ"</p>	<p>F Ø 5</p>	<p>13,5</p>	<p>Algunos puentes construidos en otros lugares - en hormigón co- rriente, se han fisurado y es- tán ahora en ma- las condiciones</p>	<p>Los puentes preten- sados no exigen - gastos de entrete- nimiento.</p>

6	Puentes pasarela en las esclusas de Harlingen 1950	19,75	24 puentes pasarela de 2 vigas de 1,0 m de canto unidas por una losa formando el conjunto en una sección en U; ancho total: 1,2 metros; calzada: 0,80 m.	Prefabricadas con armaduras corrugas pretesadas.	Pr Ø 5	34	Véase núm. 5	Véase núm. 5
7	Viaducto en Overchie 1950	16,0	9 tramos; en dirección transversal, 8 vigas en T; ancho: 11 metros; canto: 0,90 m.	Vigas prefabricadas colocadas sobre los apoyos y unidas mediante cables transversales.	F Ø 5	43,5	La losa de hormigón ordinario es demasiado pesada; malas condiciones de cimentación.	
8	Puente sobre el canal de Panmerdens. 1952	15,6	12 tramos; en dirección transversal, 8 vigas en T; ancho: 10,8 m; canto: 0,95 m	Véase núm. 7	F Ø 5	43,5	La posible inundación de las tierras pantanosas durante la construcción, hubiera dificultado la construcción "in situ".	Prácticamente no hay diferencia de precio entre este presupuesto y el correspondiente a la solución a base de losas continuas de hormigón ordinario.

9	Accesos del puente de la Reina Juliana, en Alphen aan de Rijn 1952	15,4	1 tramo constituido por 16 vigas; ancho: 15,0 metros.	Vigas - pretensas - localizadas mediante grúa flotante, con la cabeza de comprésión moldeada "in situ".	Pr Ø 5	Plazo de ejecución muy breve	9 % de economía
10	Accesos del puente basculante de Den Helder 1954	26,52	4 tramos; en dirección transversal 8 vigas en T; ancho 13,0 m; canto: 1,50 m.	Vigas/pre-fabricadas, localizadas sobre los apoyos mediante grúa flotante y unidades por cables transversales.	F Ø 5	La solución métrica resultaba demasiado cara por los gastos de entretenimiento necesarios dada la proximidad del mar.	En acero, demasiado caro, cimbrado muy costoso si se construyese "in situ" en hormigón armado.

11	Accesos del puente basculante de Harlingen 1954	26,52	1 tramo; en dirección transversal 9 vigas en T; ancho: 12,52 m; canto: 1,5 m.	Vigas prefabricadas en la orilla, en Den Helder (véase nº 10). Todavía sin colocar.	F Ø 5	45	Véase nº 10	
12	Viaducto en Zwijndrecht 1954	15 - 15,6	8 tramos; en dirección transversal 8 vigas; canto: 0,80 m; el tablero superior y las vigas transversales, fueron construidas "in situ".	Vigas con armaduras prefabricadas unidas una vez en posición, mediante un pretensado transversal realizado, únicamente, a través de las vigas de arriostramiento.	Pr Ø 5 Ø 26		Véase nº 10	Debido al elevado coste y al peligro de asiento de la cimbra durante el hormigonado, se seccionó la solución en hormigón armado. La solución en hormigón pretensado era, estéticamente, superior a la metálica.
13	Puentes sobre el canal de Haandrik-Ane 1954	32	4 puentes constituidos por 2 vigas de 1,45 m de canto. Vigas en la parte superior unidas mediante una losa. La cimbra se reutilizó 4 veces ordinario de 3 metros de ancho	Construidos "in situ" en 2 fases 1º las vigas y después la losa. La cimbra se reutilizó 4 veces ordinario de 3 metros de ancho	F Ø 5	40	Véase nº 10	Presupuesto de los 4 puentes. (1) hormigón pretensado 104,250 f. (2) losa de hormigón ordinario con 2 pilas intermedias, 103,940 f.

14	Accesos del puente de Amstel en Amsterdam. 1954	22,82 y 28,62	Véase la descripción más completa que aparece en el texto del artículo.		F Ø 7	59		
15	Acceso Oeste del puente basculante de Klapprozenweg en Amsterdam. 1955	19,15	Véase la descripción más completa que aparece en el texto del artículo.		F Ø 7			
16	Accesos del puente basculante de Warrena (F) 1955	15,15	3 tramos; en dirección transversal 10 vigas en T; canto: 0,60; ancho: 8,1 m.	Vigas - prefabricadas en Haagkerk	F Ø 5	47,5	Se necesitaba poco canto.	
PUENTES DE VIGAS CONTINUAS								
17	Puente en Leimuiden 1953	19,2-30,6 -19,2 y 2 tramos en voladizo de 5,5	Sección transversal 10 vigas en T; ancho: 15,4 m canto variable 0,75-1,80 metros.		F Ø 5	49	Cualidades arquitectónicas.	Los presupuestos del proyecto en hormigón armado corrientes y en hormigón pretensado, dieron aproximadamente, las mismas cifras.

18	Viaducto en Mijmegen 1953	25,80 - 25,36 - 25,80	Sección transversal del tramo central: 13 vigas en T; de los tramos laterales 14 vigas en T; ancho: 19,2 m, canto: 1,15 m; se obtiene continuidad pretensando transversalmente las vigas que se prolongan por fuera de las pilas.	F Ø 5	57	No se podía interrumpir el servicio de trenes. Se haría necesaria la prefabricación.	La estructura metálica, resultaba más cara.
19	Puente sobre el Amstel en Amsterdam. 1953 - 1954	34,12 - 56,55 - 34,12	Véase la descripción más completa en el texto del artículo.	F Ø 7	59		
20	Acceso Este del puente basculante de Klaprozenweg en Amsterdam. 1955	5 x 20,0	Véase la descripción más completa en el texto del artículo.	F Ø 7			

21	Puente en Lemeler- veld. 1954	13,5 - 17 - 13,5	Sección transver- sal del tramo - central; 12 vi - gas en I; tramos laterales 11 vi- gas en I, más 2 vigas rectangula- res; canto 0,65 metros; ancho: 12,0 m. Vigas so- lapadas en los apoyos; la conti- nuidad se consi- gue por medio de pretensado trans- versal, únicamen- te.	Vigas - prefabri- cadas - "in situ"	F Ø 5 F Ø 7	39		(1) Proyecto en hormigón normal 37,8 m ³ de hormi- gón; 54,4 tonela- das de acero dul- ce. (2) Proyecto en hormigón preten- sado. 198 m ³ de hormigón preten- sado. 4,1 tonela- das de acero dul- ce; 7,7 tonela- das de acero de alta resistencia
22	Puente en el Oirs- chotse - dijk en Eindhoven 1954	14,0 - 21,5 - 14,0	Sección transver- sal; 2 vigas en- lazadas por la - parte superior - mediante una lo- sa; anchura: 9,3 metros; canto va- riable: 1,5-2,37 metros.	"In si- tu"	F Ø 7	46	En hormigón pre- tensado el canto es 0,5 m menor, quedando más es- pacio libre para la construcción de la cimbra en- tre el puente y el gálibo necesá- rio para el trá- fico marítimo.	Estudio economi- co: la solución en hormigón pre- tensado represen- ta una econo- mía del 5%.

PUENTES EN ARCO CON TIRANTES PRETENSADOS						
23	Puentes en arco en - Rotterdam 1952 Wierden 1953 Breda (2) 1953 Lochem 1954 Eefde 1955	2 x 15,75 44,1 21,25 67 67	Arco y tablero - en hormigón arma- do corriente. Armadura de pre- tensado sólo en el tablero o en tirantes especia- les.	BM Ø 5 F Ø 5 (18) F Ø 7 F Ø 7 F Ø 5	Los tirantes me- tálicos produ- cen deformacio- nes muy fuertes que pueden oca- sionar fisuras.	Los tirantes de hormigón pretensa- do son la solución más económica.
VIGAS, SIMPLEMENTE APOYADAS, PARA ESTRUCTURAS INDUSTRIALES						
24	Fábrica de hormigón en Alphen a/d Rijn 1949	20,85	13 vigas en l; - canto: 0,95 m - distancia entre ejes 6,0 m	Prefabri- cadas y coloca- das pos- terior- mente so- bre los apoyos.		
25	Garaje subterráneo en The Hague 1949	14,63 y 18,26	70 vigas en l; - canto: 0,9 m y 1,0 m; distancia entre ejes: 1,1 - 1,4 m	Véase nº 24	La supresión de soportes inter- medios deja más espacio al gara- je.	La contrata propu- so el mismo precio para la solución - en hormigón preten- sado, sin soportes intermedios, que - para la de hormi- gón armado corrien- te con soportes.

26	Fábrica de tapones de corcho en Rotterdam 1949	20	17 vigas en l; canto: 1,20 m; distancia entre ejes: 4,43 m.	Prefabricadas y colocadas después sobre los soportes.	BH Ø 5	41		
27	Almacén "Rijnhaven" en Rotterdam 1949	27,26	63 vigas en l; - canto: 1,40 m; - distancia entre ejes: 6,07 m.	Véase nº 26	BH Ø 5	40		
28	Almacén en Heerlen 1949	11,6	388 vigas en l; canto: 0,65 m; distancia entre ejes: 1,5 m.	Véase nº 26	BH Ø 5	23		
29	Fábrica de papel en Rotterdam 1949	23,26	60 vigas en l; canto: 1,20 m; distancia entre ejes: 4,43 metros.		BH Ø 5			
30	Fábrica de conservas en Beverwijk 1950	21,95	12 vigas curvas; distancia entre ejes: 3,8 metros; sección del arco en l - 25 x 55; sección del tirante 15 x x 22, 4 pendolones.	El arco estaba formado por 15 elementos prefabricados unidos, sobre el suelo, al posar el arco y el tirante; después se colocan sobre los soportes.	F Ø 5	42		Atmósfera muy húmeda que exigirá unos gastos de entretenimiento muy elevados en el caso de emplear estructura metálica

31	Almacén de mercancías en el Aeropuerto de Schiphol 1950	13,32	18 vigas en I; canto 0,81 m.	Prefabricadas y colocadas después en posición sobre los apoyos.	F Ø 5	27	En el concurso celebrado, la solución pretendida fue la más económica.
32	Establecimiento industrial en IJaalhaven, Rotterdam 1950	30 más 2 volados de 7,0	1 viga con sección transversal en I; canto: 1,0 m.	Prefabricada y colocada después sobre los soportes por medio de una grúa.	BH Ø 5	50	
33	Fábrica de calcetines en Beesteren 1950	19,10	7 vigas en I; canto: variable 1,20-1,5 metros; distancia entre ejes 4,35 m.	Viga en I constituida por 4 elementos prefabricados unidos mediante el post-tensado y colocados después sobre los soportes.	F Ø 5	59	
34	Fábrica de instrumentos en Amersfoort 1950	12,0	9 vigas en I; canto: 0,85 m; distancia entre ejes: 6,0 m	Vigas en I formada por 3 elementos prefabricados, unidos mediante el post-tensado, y colocadas después sobre los soportes.	F Ø 5	58	

35	Garaje subterráneo en Heerlen 1950	19,55	13 vigas en l; canto 1,09 m; distancia entre ejes: 2,12 metros.		BM Ø 5	48		
36	Garaje en Zaandam 1950	21,95	5 vigas en arco; distancia entre ejes: 6,0 m.	Véase nº 30	F Ø 5	62		
37	Puentes para tubería en Limburg 1950 (Ampliación 1953)	10 - 16	74 puentes; cada puente consta de 2 vigas; sección rectangular ó en l.		F Ø 5 BM Ø 5	38-38	La atmósfera agresiva exigía gastos de mantenimiento muy elevados si se aceptaba la solución metálica.	La solución en hormigón pretendido era más económica.
38	Fábrica de fibras de Nylon en Emmen 1950 (ampliación 1953 y 1954)	19,95	528 vigas en l; canto: 1,26 metros; distancia entre ejes: 2,5 m.	Prefabricadas y colocadas después sobre los soportes.	F Ø 5	40	La atmósfera agresiva exigía gastos de mantenimiento muy elevados en el caso de estructuras metálicas.	Se adoptó la solución pretendida, en competencia con otras metálicas y de hormigón armado, por resultar la más adecuada para este tipo de industria.
39	Almacén y taller en Rotterdam 1951	11,60	29 vigas en l; canto: 0,65 m.	Véase nº 38	BM Ø 5	32		

40	Túnel para transporte de carbón en Geertruidenberg 1951	7,0	86 vigas; sección transversal 0,2 x 0,8 metros; distancia entre ejes 3,2 m.	Vigas formadas por elementos prefabricados, unidos mediante el posteado, y colocadas después sobre los soportes.	F Ø 5	47
41	Almacén para celulosa en Ede 1951	30,0	14 vigas en I; canto: 1,60 m; distancia entre ejes: 5,33 metros.		F Ø 5	49
42	Almacén para maderas en Urmond 1951	22 (y 35,5)	6 (2) vigas en I; canto 1,10 (1,55) m.		BMI Ø 5	
43	Almacén para azúcar en Zavenbergen 1951	13,9	55 vigas en I; canto: 0,85 m; distancia entre ejes: 6,0 m.		BMI Ø 5	38,5
44	Sala de reuniones en Limburg 1952	25,40	14 vigas en I; canto: 1,20 m.		BMI Ø 5	44
45	Hangares en Volkel y Gilze-Ryen 1952	30,40	14 vigas en I; canto: 1,80 m; distancia entre ejes: 6,4 metros.		F Ø 5	54

46	Taller en Utrecht 1952 (ampliación 1953)	21,95	54 vigas curvas; distancia entre ejes: 6 m.	Véase nº 30	F Ø 5	62		
47	Fábrica de conser- vas en Voorthuizen 1952	14,0	5 vigas en I; canto: 0,65 m	Viga formada - por 4 elemen- tos prefabrica- dos, unidos me- diante el pos- tesado, y colo- cados después sobre los so- portes.	F Ø 5	57		
48	Taller en Keey 1953	15,03	27 vigas; sec- ción transver- sal rectangu- lar; canto: - 0,81 m; distan- cia entre ejes: 8 m.	Vigas prefabri- cadas en las - proximidades - de los sopor- tes y coloca- das después so- bre ellos.	F Ø 5	57		
49	Club para marinos y aviadores bel- gas en Flushing 1953	9,4	8 vigas en I; - canto: 0,80 m; distancia entre ejes: 3,4 m.	"in situ"	F Ø 5	19		
50	Sub-estación de distribución para líneas de alta - tensión, en Limburg 1953	13,0	85 vigas cajón; canto: 0,6 m.	Soportes de - hormigón ordi- nario, y vi- gas prefabri- cadas. Las vi- gas cajón se moldearon en dos fases.	F Ø 5	34	Las estructuras metálicas exi- gian gastos de entretenimiento muy elevados de- bido a la agre- sividad de la atmósfera.	La estructura - constituida por vigas de hormigón pretensado y so- portes de hormi- gón armado, resul- ta un 20% más eco- nómica que la me- tálica.

51	Matadero en Weert 1953	8,5 y 10,2	9 vigas en I; canto: 0,75 m.	Vigas, de 3 - elementos pre- fabricados, - unidos median- te el postesa- do antes de co- locarlas sobre los soportes.	F Ø 5	41 y 68		
52	Fábrica en Apeldoorn 1953	10,4	4 vigas en I; - canto: 0,55 m; distancia entre ejes: 3,4 m.	Véase nº 51	F Ø 5	66		
53	Garaje en Schiedam 1954	24,14	6 vigas en I; - canto: 1,2 m; - distancia entre ejes: 8,0 m.		Ø 5	45		
54	Fábrica de galletas en Jutphaas 1954	14,0	16 vigas en I; canto: 0,85 m; distancia entre ejes: 6,0 m.	Vigas prefabri- cadas en las proximidades - de los sopor - tes y coloca - das después so- bre ellas.	F Ø 5	45,5	Construcción - más rápida por prefabricación	La solución en - hormigón preten- sado resultaba - al mismo precio que en hormigón armado ordinario
55	Almacén en Eindhoven 1954	16 y 18	27 vigas en I; canto: 0,68 m, distancia en- tre ejes: 2,4 m.	Véase nº 54	F Ø 5	36,5 y 50		La solución en - hormigón preten- sado resultaba - más económica - que la metálica o en hormigón - armado.

56	Fábrica de Seda artificial en Breda. 1953-54	24,2	18 vigas en l; canto: 1,25 m; distancia entre ejes: 2,36 metros.	Véase nº 54	F Ø 5	48	
57	Edificio en Ede 1954	10,0	5 vigas en l; - canto: 0,67 m; distancia entre ejes: 5,25 m.	Vigas de 3 elementos prefabricados, unidas mediante el postesado, antes de ser colocadas sobre los soportes.	F Ø 5	67	
58	Ampliación de fábrica en The Hague 1954	18,0	12 vigas en l; - canto: 1,05 m; distancia entre ejes: 6,0 m.	Vigas de 3 elementos prefabricados, unidos mediante el postesado antes de ser colocadas sobre los soportes.	F Ø 5	66	
59	Garaje en Nijmegen 1954	8,48 - 11,62	11 vigas de sección transversal rectangular; canto: 0,70 m; distancia entre ejes: 5,75 m.	Vigas constituidas por 2 elementos prefabricados, unidos mediante el postesado antes de colocarlos sobre los apoyos.		42 - 63	

60	Cinena Thalia en Rotterdam 1955	29,5	4 vigas en l; - canto: 1,65 m; distancia entre ejes: 4,4 m.	"in situ"	F Ø 7	55	
61	Iglesia en Eindhoven 1955	16,7 más un voladizo de 3,4	4 vigas en l; - canto: 0,88 m; distancia en - ejes: 4,85 m.	"in situ"	F Ø 7	37,5	
62	Fábrica textil en Arnhem 1954	18,58	Superficie: 20 x 130 m; 50 vigas en l; canto: 0,90 m.	Vigas en l pre fabricadas.	Pr Ø 7		Usando vigas prefabricadas no hubo necesidad, durante el invierno, de alterar el ritmo de ejecución de las obras.
63	Estación de carga para vagones en las proximidades de los silos de Arnhem 1954	18,0	Marquesina en voladizo de 6 m partiendo de 2 vigas de 18 m de luz.	"in situ"	F Ø 7		El hormigón pre tensado era el único procedimiento adecuado dada la existencia de considerables esfuerzos de torsión.
64	Laboratorio para los astilleros de Delft 1954	12,54	35 vigas en l; canto: 0,60 m; distancia entre ejes 3,3 metros.	Prefabricadas.	Pr Ø 5	68	

65	Salón de exposiciones "Bouwcentrum" en Rotterdam. 1954 - 55	10,5	154 vigas en I; canto: 0,40 m.	Prefabricadas	Pr Ø 5		
66	Astillero en Amsterdam 1953	18,10	27 vigas en I; canto: 0,80 m.	Prefabricadas	Pr Ø 5		
67	Centro comercial "Lijnbaan" en Rotterdam. 1952	6,54 - 8,74	656 vigas en I; canto: 0,40 m.	Prefabricadas	Pr Ø 5		
68	Garajes militares en varios lugares 1952	15,0	276 vigas en I	Prefabricadas	Pr Ø 5		
69	Laboratorio de Ingeniería en Delft 1954 - 55	10,65	20 vigas en I; canto: 1,36 m; distancia entre ejes 3,60 metros.	Prefabricadas	Pr Ø 5 Ø 26		
70	Vigas para la cimentación de una fábrica en Halfweg 1954		222 vigas en I; canto: 0,33 m.	Prefabricadas	Pr Ø 5		

ESTRUCTURAS HIPERESTÁTICAS PARA EDIFICIOS INDUSTRIALES							
71	Almacén en Arnhem 1951	2 x 10,0	6 vigas en l; - canto: 0,60 m; distancia entre ejes: 5,5 m.	Cada tramo está formado por 3 - elementos prefa- bricados unidos por 1 cable de 12 Ø 5. Una vez colocados sobre los soportes se estableció la - continuidad me- diante un pos- tesado.	F Ø 5	56	Más económica que la estructura me- tálica.
72	Fábrica de telas pa- ra velas de barco - en Arnhem 1952	2 x 10,0	Véase nº 71	Véase nº 71	F Ø 5	Véase nº 71	
73	Edificio industrial en Zevenaar 1952	2 x 11,0	5 vigas en l; canto: 0,60 m; distancia en- tre ejes: 5,50 metros.	Véase nº 71	F Ø 5	60	En competencia con el hormigón armado corriente.
74	Fábrica en Veenen- daal 1953	2 x 10,0	Superficie: 40 x 160 m; distan- cia entre sopor- tes, en ambas - direcciones, 10 metros.	Vigas prefabrica- das y pretensa- das, colocadas so- bre los soportes y unidas después mediante el pos- tesado.	Pr Ø 5 F Ø 5		

75	Ampliación de una fábrica en Utrecht 1953	2 x 12	18 vigas en l; - canto: 0,70 m; - distancia entre ejes: 6,0 m; 24 pórticos de dos plantas; canto de las vigas horizontales: - 0,64 y 0,50 m; distancia entre ejes: 8,90 m; - altura: 8,5 m.	Véase nº 71	F Ø 5	55	
76	Almacén en Rotterdam 1953	2 x 20 15	7 pórticos, vigas en l; canto: 1,10 m; distancia entre ejes: 15,0 m; 45 viguetas de sección en l; canto: 0,75 m.	Cada tramo consta de 5 elementos prefabricados unidos por cables; después de montados se tesaron los cables de continuidad. Viguetas constituidas por 3 elementos prefabricados.	F Ø 5	73	
77	Tintorería en Tillyburg 1953	11,20 - 13,4 - 11,20	2 vigas en l; - canto: 0,67 m; distancia entre ejes: 10 m.	Véase nº 71	F Ø 5	55	

78	Edificios en Eelde 1954	6-2, 2-6	10 pórticos de 2 plantas; vigas en l; canto: 0,50 m; distancia entre ejes: 4,0 m; altura: 9 metros; 8 vigas en l; distancia entre ejes: 5,4 metros.	Véase nº 71	F Ø 5	54	68	66	67		
79	Garaje en Zwolle 1954	20	6 pórticos con vigas en arco: sección transversal en l; - canto: 0,5-0,85 metros; distancia entre ejes: 3 m.	Véase nº 71	F Ø 5	42					
80	Hangar 1954	25	7 pórticos con vigas en arco; sección transversal en l; canto: 1,0-1,35 m; distancia entre ejes: 3,6 m; 54 viguetas de hormigón pretensado.	Véase nº 73	F Ø 5	72					En competencia con estructura metálica.

81	Depósito en Amster- dam 1954	2 x 15	9 vigas en l; canto: 0,55 - 0,85 m; distan- cia entre ejes: 6,5 m; - 110 viguetas de hormigón - pretensado.	Véase nº 71	F Ø 5	68		
82	Edificio en Doetin- chem 1954	9,5	19 pórticos; - vigas de sec- ción transver- sal rectangú- lar; canto: - 0,45 m; distan- cia entre ejes: 1,54 m.	Véase nº 71		57		
83	Escuela en Kerkrade 1954	10,0	5 pórticos; - vigas en l; - canto: 0,55 - metros; dis- tancia entre ejes: 3,1 m.	Véase nº 71	F Ø 5	39		
84	Edificio en Schoonebeek 1954	2 x 14,25	7 vigas en l; canto: 0,55-0,85 metros; distan- cia entre ejes: 6 m. 78 viguetas de hormigón pre- tensado.	Véase nº 71	F Ø 5	58		

85	Edificio de subas- tas de géneros sub- tropicales 1954	21,0 más un voladi- zo de 3,0	5 pórticos de sección en T; canto: 1,4 m; distancia en- tre ejes de - 1,60 a 6,00 - metros.	Moldeadas "in situ"	F Ø 5		El proyecto origi- nal era en hormi- gón armado, pero - después se adoptó la solución preten- sada con una econo- mía de 1.150 f.
DEPOSITOS Y SILOS							
86	Depósito para depu- ración de aguas en Beverwijk 1951		2 depósitos de 1,850 m ³ ; diáme- tro: 14 m; altu- ra: 12,0 m; espe- sor pared: 12 cm.	"In situ", arma- dura de preten- sado en espiral con recubrimien- to de gunita.	Fm Ø 5	Impermeabili- dad.	Más económico que en hormigón co- rriente.
87	Depósito elevado en Limburg 1952		Diámetro: 9,12 m; altura: 11,5 m; - espesor pared: 12 centímetros.	"In situ"; jun- tas deslizan- tes alambres - con recubri- miento de gu- nita.	Bm Ø 5	Impermeabili- dad.	Hormigón corriente: 191,000 f. Hormigón pretensa- do: 189.000 f.
88	Silos de cemento en Goor 1952		4 silos; diáme- tro: 8,12 m; y altura: 19,0 m; espesor pared: 12 cm.	"In situ"; ca- bles con recu- brimiento de - gunita.	Bm Ø 5		

89	Silos de Cemento en Velzen 1952	4 silos; diámetro: 9,10 m; altura: 21,0 m; espesor de las paredes: 20 cm.	"In situ"; cables embutidos en las paredes	F Ø 5			
90	Depósito para depuración de aguas en Aalten 1955	Diámetro: 12,0 metros; altura: 13 m; capacidad: 1,300 m ³ ; espesor de la pared: 12 cm.	"In situ" pretendido mediante alambres en espiral con recubrimiento de gunita	FM Ø 5	Impermeabilidad.	Economía del 7%	
91	Depósito para depuración de aguas en Zeist 1955	3 depósitos, diámetro 11,5 m; altura: 8,0 m y 4,6 m; espesor de pared: 12 cm	Véase nº 89	FM Ø 5	Impermeabilidad.		
92	Depósitos para depuración de aguas en Ede 1955	Diámetro: 13,7 metros; altura: 15,90 m; espesor de pared: 25 cm.	"In situ"; cables embutidos en la pared.	F Ø 5	Impermeabilidad.		
ESTRUCTURAS LAMINARES PARA CUBIERTAS							
93	Fábrica de maderas en Amsterdam 1953	Superficie: 3.000 m ² ; distancia entre soportes en ambas direcciones: 10 m. La cubierta consta de 6 elementos prefabricados de sección en L, cada 10 m.	Elementos de sección en L prefabricados en obra; colocados en su posición definitiva y unidos después mediante el pos-tesado.	F Ø 5			

94	<p>Fábrica de herramientas en Vlaardingen 1953</p>	<p>12,5 20,0 2 x 20</p>	<p>Superficie: 6.120 m². Cubierta laminar con lucernarios al norte; espesor: 7,5 cm; distancia entre ejes: 8 m, R = 7,5 m.</p>	<p>"In situ"; cables a lo largo de la lámina.</p>	<p>F Ø 5</p>	<p>Pretensando las láminas se eliminan las fisuras, se necesita menos armadura y se obtiene un material más homogéneo.</p>	<p>(1) Solución metálica: 2.575.000 f (2) En hormigón pre-fabricado: 2.585.000 f (3) Cubierta tradicional: 2.609.000 f (4) Cubierta en hormigón pretensado: 2.548.000 f</p>
95	<p>Almacén en Oegstgeest 1953</p>	<p>20</p>	<p>10 cubiertas cilíndricas con vigas de borde; distancia entre ejes: 7,5 m; canto de la viga de borde: 0,74 m; R = 5,3 m; espesor de la misma: 7,5 cm.</p>	<p>"In situ", pretensado solamente en las vigas de borde.</p>	<p>F Ø 5 y Ø 26</p>	<p>Véase nº 94</p>	
96	<p>Iglesia en Loosduinen 1954</p>	<p>24,1</p>	<p>1 cubierta cilíndrica; ancho: 14,41 m; canto de la viga de borde: 0,85 m.</p>	<p>"In situ", cables de pretensado en la lámina, vigas de borde, y rios-tras.</p>	<p>F Ø 5</p>	<p>Véase nº 94</p>	

97	Fábrica de chocolate en Oosterhout 1955 (en construcción)						Véase nº 94	
98	Lechería en Hilversum 1955	14,3 y 19,6	19 cubiertas cilíndricas con lumbrerios de 3,5 metros de ancho; distancia entre ejes 12,6 m; espesor de la lámina: 7,5 cm; altura total: 2,5 m. R = 9,2 m.	"In situ", cables dentro de la cubierta.	F Ø 5 F Ø 7		Véase nº 94	
99	Ampliación de fábrica de cemento en Maastricht 1954	27	Cubiertas cilíndricas con vigas de borde.	"In situ", pretensado en las vigas de borde	D Ø 7	Ø 7	Véase nº 94	
OTRAS ESTRUCTURAS								
100	Pista de aterrizaje en Schiphol Airport 1951		16.000 m ² de losas; espesor: 14 centímetros; dimensiones de cada losa 41,5 x 41,5 m.	"In situ"; cables cada: 0,35-0,40 m; en dos direcciones.	F Ø 5	75-66		Precio aproximado del m ² de losa: 21 f.

101	Muelle para astille- río en Schiedam 1951	9,0	110 vigas en I; canto: 1,0-1,5 metros; disten- cia entre ejes 4,50 m.	"in situ"	F Ø 5	44	
-----	---	-----	---	-----------	-------	----	--

Esta relación podría ampliarse con un buen número de estructuras de menor importancia, en las cuales se ha empleado también el hormi-
gón pretensado (armaduras pos- ó pre-tensas), tales como pequeños puentes, chimeneas, torres, cimentaciones, escaleras helicoidales,
etc., etc.

REUNION DEL CONSEJO ADMINISTRATIVO DE LA FEDERACION INTERNACIONAL DEL HORMIGON PRETENSADO

El domingo, día 24 del pasado mes de Junio, se celebró, en Lisboa, la reunión del Consejo Administrativo de la F.I.P.

A esta reunión, presidida por Dn. Eduardo Torroja (España), asistieron los siguientes Miembros:

M. Ch. Ostenfeld (Dinamarca),	Vicepresidente;
Dn. Alfredo Páez (España),	Vicepresidente;
M. Yves Guyon (Francia),	Vicepresidente;
Ir. J. A. H. Hartmann (Holanda),	Vicepresidente;
M. P. Gooding (Gran Bretaña),	Secretario-teso
M. A. M. Harris (Gran Bretaña),	Delegado ^{rero} suplen
Ir. A. Janssonius (Holanda),	Delegado;
Ing. Texeira Rego (Portugal),	Representante - del grupo portu gués.

Aprobado el informe financiero del Secretario de la Federación, se discutieron las propuestas de diferentes grupos nacionales.

Siendo preciso designar tres miembros del Consejo para el Comité Ejecutivo de la Federación, se acordó nombrar -

para dichos puestos a los Sres. J. A. H. Hartmann (Holanda), -
D. H. New (Gran Bretaña) y B. Kelopuu (Finlandia).

Después de una breve discusión, se aceptó la invi-
tación del Sr. H. Minetti, en representación del grupo alemán,
para que sea Alemania la sede del próximo Congreso de la F.I.P.,
el año 1958.

Finalmente se acordó que una Comisión Técnica, for-
mada por tres miembros, quedase encargada de la redacción de -
una Norma Internacional para el proyecto y ejecución de las -
obras de hormigón pretensado. Fueron nombrados para dicha Comi-
sión, el ponente de la Comunicación B del Congreso de Amster-
dam, Sr. Paduart (Bélgica), y los Vicepresidentes de la Fede-
ración Internacional Sres. Guyon (Francia) y Páez (España).

ASOCIACION ESPAÑOLA DEL HORMIGON PRETENSADO

Se ruega, a todos los miembros de la Asociación Española del Hormigón Pretensado, que hayan abonado el importe de la publicación editada con motivo del Congreso de la F.I.P. celebrado en Londres, y no la hayan recibido todavía, lo comuniquen, a la mayor brevedad posible, a esta Asociación, con el fin de poder hacer la oportuna reclamación.

Del mismo modo, si a alguno de los asociados le interesase recibir dicha publicación, y no la hubiese aún solicitado, podrá hacerlo dirigiendo su petición a:

Asociación Española del Hormigón Pretensado
Instituto Técnico de la Construcción y del
Cemento.

Costillares

CHAMARTIN (Madrid)

