ULTIMAS NOTICIAS SOBRE

### hormigón pretensado



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

### 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 33

Julio-Agosto 1956

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

### INDICE

4		Págs.
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 Federación Internacional del Hormigón Pretensa do	60
	Nota de la Asociación Española del Hormigón Pretensado	62

N 0 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.

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

### 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

### - Sinopsis -

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 fracer la elección del material que debe adoptarse para su ejecución deben tenerse en cuenta los siguien tes factores, cuya influencia varía de unos casos a otros: a) gasto inicial; b) gastos de entretenimien to 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.

### INTRODUCCION

De los informes presentados a estas sesiones se deduce que, si bien el empleo del hormigón pretensado se encuentra ca da día más extendido, el volumen de las obras ejecutadas con arra glo a esta técnica supone sólo un porcentaje, relativamente débil dentro del programa total de construcciones de cada país. En ciej tos 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.

Habrá quien opine que esta selección es la selección natural impuesta por las características propias del hormigón — pretensado. Pero es necesario señalar que, en muchas ocasiones, la elección del material para una obra se hace teniendo en cuenta, únicamente, su coste inicial. Los demás factores, cuya influe cia 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 corrosión. El empleo del hormigón pretensado irá extendiéndose progresivamente. Los ingenieros pueden ya, en la actualidad, proyectar con toda confianza es tructuras 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 hormigón, pue den 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 in formación, y son únicamente las circunstancias locales y los plazos de ejecución, los factores en que se basa en el momento de redactar el proyecto. Hay que tener en cuenta que éste debe ser satisfactorio y económico, no solamente desde el punto de vista del gasto inicial, sino también a lo largo de toda la vida de ser vicio 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 continenta les.

### 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 ba se 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 construídos a partir de la guerra no han sido muchos, la gran ma yoría (más de cien puentes carreteros), se realizaron en hormigór pretensado, y parece que este sistema constructivo no admite com petencia dentro del campo de las medias y pequeñas luces. En la construcción de depósitos, la gran economía de hormigón y de ace ro 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 ca sos, 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 unida des en hormigón pretensado era muy poco superior al de dos en hormigón armado.

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 cos te inicial de los depósitos en hormigón pretensado resultará menor que el de los construídos 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 hor migón 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 egeneral, 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:

	Hormigón pretensado	Hormigón armado
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.	20	25
Total	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 pretensado 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 difioultades 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 construídas después 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 homigón 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),

 $I + \Sigma R \times C = minimo,$ 

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 em plear el hormigón pretensado, para la construcción de las cubier tas de los Docks de Londres , teniendo en cuenta, principalmente, la economía de acero que esta solución suponía y las facili-

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

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, pue- de 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, des de 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

ha adoptado también el hormigón pretensado, en elementos prefabricados, con lo cual se ha conseguido cubrir rápida y económi
camente, 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 hor
migón armado puede proporcionar el pretensado procede, principal
mente, de las vontajas que se derivan de la profabricación, 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 escuadrías casi tan esbeltas como las de los perfiles metálicos.

En la construcción de puentes, y sin necesidad de au mentar 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 exigian 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 cua lidades estéticas y su mayor facilidad de ejecución.

En la sustitución de puentes antiguos sobre las vias 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 lo gran 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 especial mente favorables para resistir la acción de la intemperie. Por otra parte, la ausencia de fisuras supone una ventaja suplementa ria, desde este punto de vista. Por las mismas razones, esta cla se 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 hormi gón armado, en las obras realizadas en regiones industriales, don de la acción de las atmósferas agresivas es permanente. Como ejem plo, se pueden citar las pasarelas de la "Imperial Chemical Indus tries Limited". Finalmente, las especiales características de re sistencia a la fatiga y a las cargas repetidas del hormigón pretensado han sido comprobadas mediante los recientes ensayos realizados por la "British Transport Comission" (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<sup>(7)</sup>, 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 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 au mento 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 fábricar 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 fabrica ción, con la sustitución de una tonelada de acero por una tonela da 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 ese 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 dimpuestas 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 dingeniero 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 per fectamente 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 compite, bajo to-dos 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 postesas y, en cambio, los forjados en serie, las vigas de la cubier ta 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 l<u>i</u> geras se empleó el aluminio.

Los campos en los cuales el hormigón pretensado resulta económico desde todas 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 aceroque 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".

### REFERENCIAS

- Prestressed concrete cuts reservoir construction costs.
   (Reducción del coste de los depósitos mediante el empleo del hormigón pretensado).
   The Contract journal Vol. 152. Nº 3.895. 18 de febrero de 1954.
   P. 755.
- 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.  $\mathbb{N}^{0}$  6. Fe brero 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,  $N^{\circ}$  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).

Procedings of the Institution of Civil Engineers. Part. 3. Vol. 3, No 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. No 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 diametre 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. Corbetto, R. H. Construction problems and techniques. Proceedings of a conference on thin concrete shells.

(Problems 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. 1td. 1952.
pp. VIV 261.

Johnson. R. M. Outlook on prestressing.

(Consideraciones sobre el pretensado)

Concrete. Bol. 62. Nº 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. No 5. 3 febrero 1955, pp. 43-46.

Lämmlein, A. Uber 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,  $n^{\circ}$  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 träd en light system Freyssinet.

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

Betang. Vol 40. No 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 Nº 1 A LA COMUNICACION B PRESENTADA AL II CONGRESO DE LA FE DERACION INTERNACIONAL DEL PRETENSADO - AMSTERDAM, Septiembre 1955

### · Sinopsis-

Se hacen, primeramente, algunos comentarios generales sobre las ventajas que, en Holan da, 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 desa rrollo 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, indicán dose 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, totalmen te 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 hormigén protensado, 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 res pecta, 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, correspondien — tes 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 dificil establecer, con exactitud, los límites del campo de aplicación del hormigón pretensado, en Holanda. Cabe es perar que los datos incluídos 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 etros países de condiciones económicas más e menos análogas.

En el caso de elementos estructurales resistentes, ta les 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 construído 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 ver dadera 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/cm² de tenesión 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/cm², depende, en gran parte, de su longitud; además hay que tener en cuenta los egastos 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 tituídos por doce alambres de 5 mm de diámetro:

	Longitud de los cables Freyssine 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, in cluyendo patentes.  (El precio normal del acero de alta resistencia es de unos 0,88 f por Kg)	1,91 f	<b>1,</b> 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).  Total por Kg de acero de alta resistencia, co locado en obra	0,90 f 2,81 f	0,57 f 2,23 f	0,48 f 2,08 f	0,33 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 pretesa 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 estructu ras muy esbeltas son antieconómicas, sin embargo, se presentan al gunos 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 pue den 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 procu rarse, generalmente, reducir su peso todo lo posible. Para estruc turas de hormigón pretensado, en Holanda, suelen admitirse en el hormigón tensiones del orden de los 120 Kg/cm<sup>2</sup>, las cuales resultan económicamente justificadas en relación con el precio del ace ro 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 pretensado. 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 to tal 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, distribuídos 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 construir se en un lugar próximo, para ser colocadas después en su posición definitiva. Para ello, sólo hacía falta cuatro pequeñas pilas 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 provisiona			
les	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 ad yacentes 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 le vantar 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 necesa ria entonces.

### a) Solución en acero y hormigón armado

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

Nuevo puente: 10 tramos, de 12 m cada uno, constituídos 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 Amster dam y, después, se transportaron hasta el lugar de su coloca

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 provisio - nal	275-000 f	220-000 f	55.000 f
Superestructura - del nuevo puente. Economía en pilas	320.000 f	330.000 f	- 10.000 f 40.000 f
ान कृति कार सुबंध तथा करते पहुंच करते कार्य देशों होते होते होते कार्य होते कार्य कर्ता करते कर करते	*** ** *******************************	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 Amsterda 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 gálibo 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 HORBIGON PRETENSADO CONSTRUIDAS EN HOLANDA

## (\*) Sistemas de pretensado

F Ø 5: pos-tesado mediante cables de 12 alambres de 5 mm de diámetro; anclajes por comos Freyssinet. F Ø 7: pos-tesado mediante cables de 12 alambres de 7 mm de diámetro; anclaje por conos Freyssinet.

BM Ø 5: pos-tesado mediante cables de varios alambres de 5 mm de diámetro; anclaje con placas sandwich tipo Blaton-Wagnel.

BM Ø 7: pos-tesado mediante cables de varios alambres de 7 mm de diámetro; anclaje con placas sandwich tipo Blaton-Wagnel.

Pr : Armaduras pre-tesas. Fabricación en cadena, en moldes individuales o "in situ".

FM : Pretensado de depósitos circulares, con armadura en espiral, según el método de Freyssinet y Muzet.

Ø 26 : Pos-tesado mediante barras de 25 mm de diámetro, roscadas en los extremos y ancladas con tuercas (Dywideg, Freyssinet ó Lee-ücCall)

D : Pos-tesado mediante cables, constituídos por alambres doblados en los extremos, según el método Duyster. : Pos-tesado mediante cables, constituídos por alambres doblados en los extramos, según el método Duyster.

***************************************	conomía, respecto otros métodos - nstructivos.		
	Luces Tipo de pieza, nú Realiza Sistema de Cuantia de acero Cualidades técni Economía, respacto (en metros) mero y dimensio – ción (*) cia, por metro – nicas del proyec constructivos. to.		
10.4	Cuantia de acero de alta resisten cia, por metro - cúbico.	PUENTES LOSA	Ж
	Sistema de pretensado (*)	T E S	B3 9 5
	Realiza ción	UEN	"in si- tu"
	Tipo de pieza, nú mero y dimensio- nes.	G.	8,2 - 10,7 Losa continua, 8,2 sobre cuatro apo yos; ancho: 5,3 tum metros; espesor: 0,35 m.
	Luces (en metros)		8,2 - 10,7 - 8,2
A	Descripción general, ubicación y fecha de construcción.	,	Viaducto, en Malden 1951
			<del></del>

 El aspecto del – Presupuesto conjun puente pretensa- to para ambos puen do es más estéti tes: En hormigón – co que el del – ordinario, sobre 6 proyecto original apoyos, 156.500 f.	, sobre			Algunos puentes Los puentes preten construídos en sados no exigen - otros lugares - gastos de entrete- en hormigón co- nimiento. rriente, se han fisurado y es- tán ahora en ma las condiciones
 El asponente puente do es co que proyec	ordinario 5 apoyos)			Algurons of the only of the on
8,5	32,5		DOS APOYOS	د <u>.</u> ترگ
A C	F # 5	F Ø 7	PUENTES VIGA CON DOS APOYOS	न . हुव ट
"in si-	"in si-	"in si-	PUENTE	"in si- tu"
Losa continua, sobre 4 apoyos; ancho: 11,72 mm; espesor variable	Loga continue, - sobre 4 apoyos; ancho: 11,72 m; espesor variable	Losa continua so bre 4 apoyos; an cho: 11,5 m; es- pesor variable: 45-72 cm		16 puentes pasarela de 1,70 m de can to, unidas por ura losa forman- do en conjunto una sección en H ancho total: 1,2 metros; calzada: 0,90 m.
8,8 - 8,8 - 11,4	£ £			19,75
Puente "Flushing" en Niiddelburg 1954	Puente sobre el - Hereng racht, en - Middelburg	Puente en Klazinaveen (en construcción) 1955		Puentes pasarela en las esclusas de Tiel 1940
~	(7)	4	]	(C)

Véase núm. 5		Practicamente no - hay diferencia de precio entre este presupuesto y el - correspondiente a la solución a base de losas continuas de hormigón ordina-
Véase núm. 5	La losa de hormi migón ordinario es demasiado pe- sada; malas con- díciones de ci- mentación.	La posible inun- dación de las - tierras pantano- sas durante la - construcción, hu biera difículta- do la construc- ción "in situ".
34	43,5	43,5
Pr # 5	e G	(C) 753 LL.
Prefa - brica - das con armedu- ras cu- rruya - das pre tesas.	Vigas - prefa - brica - das co- locadas sobre - los apo yos y - unidas median- te ca - bles - trans - versa - les.	Vease -
24 puentes pasarela de 2 vigas de 1,0 m de canto unidas por una losa formando el conjunto una sección en U; ancho total: 1,2 metros ; calzada: 0,80 m.	9 tramos; en di rección trans – versal, 8 vigas en I; ancho: 11 metros; canto: 0,90 m.	12 tramos; en di rección transver sal, 8 vigas en I; ancho: 10,8 m canto: 0,95 m
19,75	16,0	15,6
Puentes pasarela en las esclusas de Har lingen 1950	Viaducto en Overs- chie 1950	Puente sobre el ca- nal de Pannerdens. 1952

-	The second secon				100		N .	
0	Accesos del puente – de la Reina Juliana, en Alphen aan de Rijn 1952	₹. •	1 trano consti- tuído por 16 vi gas; ancho:15,0, netros.	Vigas - pretensa sadas,co locadas mediante grúa flo tante, - con la - cabezade compre- sión mol deada "in situ".	त हुन हुन		Plazo de ejecu ción muy breve	9 % de economía
9	Accesos del puente basculante de Ben Helder 1954	26,52	4 tramos; en di rección trans – versal 8 vi – gas en í; anchoo 13,0 m; canto: 1,50 m.	Vigas/pre fabrica- das, cc- locadas sobre los apoyosme gráe flo tante y unidas - por ca- bles - trans- reas- les.	ج ع ج	46,5	La solución metalica resultaba demasiado cara por los gastos de entretenialmento necesarios dada la proximidad del mar.	En acero, demasia- do caro, cimbra - muy costosa si se construyese "in si tu" en hormigón ar mado.

Véase nº 10	Debido al elevado coste y al peligro de asiento de la - cimbra durante el hormigonado, se de sechó la solución en hormigón arma- do. La solución en hormigón pretensado era, estética-mente, superior a la metálica.	Presupuesto de los 4 puentes. (1) hormigón pre- tensado 104,250f. (2) losa de hormi- gón ordinario con 2 pilas interme- dias, 103,940 f.
Véase nº 10	Plazo de ejecu- ción muy corto; males condicio- nes de cimenta- ción. Se necesi tabe una estruc tura ligera.	Supresión de pi las y por consi guiente del aca rreo de escom− bros.
45		9
F Ø 5	Pr Ø 5 Ø 26	ਜ 2 ਨ
Vigas prefa bricadas en la orilla, en Den - Helder (véa se nº 10). Todavía sin colocar.	Vigas con armaduras pre- tesas unidas una vez en posición, me diante un - pretensado - transversal realizado,ú- nicamente, a través de las vigas de - arriostramien	Construídos "in situ" en 2 fases 1º las vigas y después la losa. La cim bra se reuti lizó 4 veces
1 tramo; en di- rección trans- versal 9 viges en T; ancho: - 12,52 m; canto: 1,5 m.	8 tramos; en di Vigas con ar rección trans— maduras preversal 8 vigas, tesas unidas canto: 0,80 m; — una vez en el tablero supe-posición, merior y las vigas diante un transversales, — pretensado fueron construí-transversal das "in situ". realizado,únicamente, a través de la vigas de a través de la vigas de v	4 puentes cons- Construídos tituídos por 2 "in situ" en vigas de 1,45 m 2 fases 1º de canto. Vigas las vigas y en la parte su- después la perior unidas - losa. La cim mediante una lo bra se reutisa de hormigón lizó 4 veces ordinario de 3 metros de ancho
26,52	<del>در در</del> ۱ ه	32
Accesos del puente basculante de Har- lingen 1954	Viaducto en Zwijndrecht 1954	Puentes sobre el ca nal de Haandrik-Ane 1954
	2	<u> </u>

				Los presupuestos del proyecto en hormigón armado corriente, con 9 tramos y en hor- gón pretensado, dieron aproxima- damente, las mis mas cifras.
		Se necesitaba po co canto.		Cualidades arquitectónicas.
59		5,14	THUAS	<b>9</b>
F Ø 7	F Ø 7	٦ د گ	PUENTES DE VIGAS CONTINUAS	r. 27 10
	,	Vigas – prefabri cadas en Haagkerk	PUENTES DA	
Véase la descrip ción más comple- ta que aparece - en el texto del artículo.	Véase la descrip ción más comple- ta que aparece - en el texto del artículo.	3 tramos; en di rección trans- versal 10 vigas en T; canto: - 0,00; ancho: 8,1 m.		Sección trans - versal 10 vigas en I; ancho: - 15,4 m canto va riable 0,75-1,80 metros.
22,82 , 28,62	19,15	. 15,15		19,2-30,6 -19,2 y 2 tramos en voladí- zo de 5,5
Accesos del puente de Amstel en Amster dam. 1954	Acceso Oeste del puente basculan- te de Klaprozenweg en Amsterdam.	Accesos del puente basculante de War- tena (F) 1955		Puente en Leimuiden 1953
4	K			<u></u>

La estructura - metálica, resul taba más cara.		
No se podfa in- terrumpir el – servicio de – trenes. Sc ha- cia necesaria la prefabrica- ción.		
25	59	· ·
т В С	F Ø 7.	F 9 7
Sección transver sal del tramo - central: 13 vigas en T; de los tramos laterales 14 vigas en T; an - cho: 19,2 m, can to: 1,15 m; se - obtiene continui dad pretensando transversalmente las vigas que se prolongan por - fuera de las pilas.	Véase la descrip ción más comple- ta en el texto - del artículo.	Véase la des - cripción más - completa en el texto del artí culo.
ଧ୍ୟର ଞ୍ଝୁଞ୍ 	34,12 - 56,55 - 34,12	5 × 20,0
Viaducto en Mijmegen 1953	Puente sobre el - Amstel en Amster- dam. 1953 - 1954	Acceso Este del - puente basculante de Klaprozenweg en Amsterdam.
<u>~</u>	@	20

(1) Proyecto en hormigón normal 37,8 m3 de hormigón; 54,4 tonela das de acero dul ce. (2) Proyecto en hormigón pretensado. 198 m3 de hormigón pretensado. 4,1 tonela das de acero dul ce; 7,7 toneladas de acero de alta resistancia	Estudio económi- co: la solución en hormigón pre- tensado represen taba una econo- mía del 5%.
	En hormigén 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 necesa rio para el trá- fico marítimo.
8	94
2 d d d d d d d d d d d d d d d d d d d	F 0 7
Vigas - prefabri cadas - "in situ"	is ol "  tu"
8 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -	
Sección transver sal del tramo – prefabri central; 12 vi – cadas = 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 consigue por medio de pretensado trans versal, únicamen te.	Sección transversal; 2 vigas en- lazadas por la - parte superior - mediante una lo- sa; anchura: 9,3 metros; canto va riable: 1,5-2,37
Sección transval 13,5 - sal del tramo central; 12 vi gas en I; tram laterales 11 v gas en I; más vigas rectangures; canto 0,6 metros; ancho: 12,0 m. Vigas lapadas en los apoyos; la con nuidad se cons que por medio pretensado tra versal, únicam te.	14,0 - Sección transver 21,5 - sal; 2 vigas en- 14,0 lazadas por la - parte superior - mediante una lo- sa; anchura: 9,3 metros; canto va riable: 1,5-2,3

	Los tirantes de - hormigón pretensa- do son la solución más económica.			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.
	Los tirantes me tálicos produ— cen deformacio- nes muy fuertes que pueden oca- sionar fisuras.	STRIALES		La supresión de soportes inter- medios deja más espacio al gara je.
PUENTES EN ARCO CON TIRANTES PRETENSADOS		VIGAS, SIMPLEMENTE APOYADAS, PARA ESTRUCTURAS INDUSTRIALES	29	es.
CO CON TIRANI	18 65 (18)	OYADAS, PARA	ین ج <u>ے</u> ب	F S S S S S S S S S S S S S S S S S S S
INTES EN AR	"in si tu"	PLEMENTE AP	Prefabri cadas <u>v</u> coloca • das pos-terior-mente so-bre los-apoyos.	Véasa nº 24
iii.	Arco y tablero - en hormigón arma do corrienta. Armadura de pre- tensado sólo en el tablero o en tirantes especia les.	VIGAS, SI	13 vigas en l; - canto: 0,95 m - distancia entre ejes 6,0 m	70 vigas en 1; - canto: 0,9 m y 1,0 m; distancia entre ejes: 1,1 - 1,4 m
	2 × 15,75 44,1 21,25 67 67		20,85	14,63 , 18,26
	Puentes en arcoen - Rotterdam 1952 Wierden 1953 Breda (2) 1953 Lochem 1954 Eefde 1955		Fábrica de hormigón en Alphen a/d Rijn 1949	Garaje subterráneo en The Hague 1949
	23	]	72	82

				Atmósfera muy húmeda que exigiria unos gastos de en tretenimiento auy elevados en el caso de emplear estructura metálica
		23		2
8数 <b>6</b> 5 4	Bill & S 40	BM & 5 2	84 p 5	Ø 5 42
Prefabricadas y colocadas des - BM pués sobre los soportes.	Véase nº 26 B⊯	Véase nº 26 BM	<b>运</b>	El arco estaba formado por 15 elementos pre-fabricados uni dos, sobre el suelo, al postesar el arco y el tirante; después se colocan sobre -locan sobre -los soportes.
17 vigas en l; canto:1,20 m; dis tancia entre ejes: 4,43 m.	63 vigas en 1; - canto: 1,40 m; - distancia entre ejes:6,07 m.	388 vigas en l; canto: 0,65 m; distancia entre ejes:1,5 m.	60 vigas en 1; canto: 1,20 m; distancia en- tre ejes:4,43 metros.	12 vigas curvas; distancia entre ejes: 3,8 metros; sección del arco en 1 - 25 x 55; sección del tirante 15 x x 22, 4 pendolones.
20	27,26	11,6	23,26	27,95
Fábrica de tapones de corcho en Rotter dam 1949	Almacén "Rijnhaven" en Rofferdam 1949	Almacén en Heerien 1949	Fábrica de papel en Rotterdam 1949	Fábrica de conservas en Bewerwijk 1950
79	7	8	8	30

Almacent de mercanofas en 18 vigas en 1; Prefabricadas y de la farquerto de - 13,32 canto 0,68 a. la locadas después sobre los sobres de la farquerto de - 13,32 canto 0,68 a. la locada después sobre los sobres la futil en Maalhaven, - voladi - ción transver - colocada des- voladi - ción transver - colocada des- voladi - ción transver - colocada des- refutil en Maalhaven, - voladi - ción transver - colocada des- refutil en Maalhaven, - voladi - ción transver - colocada des- refutil en Maalhaven, - voladi - ción transver - colocada des- refutil en Maalhaven, - voladi - ción transver - colocada des- refutil en Maalhaven, - voladi - ción transver - colocada des- refutil en Maalhaven, - voladi - ción transver - colocada des- refutil en Maalhaven, - voladi - ción transver - colocada sobre refutil en Maalhaven, - voladi - ción transver - colocadas - fibrica de instrumen refutil en Maalhaven, - canto : ges n   ción transver - colocadas después sobre refutil en Maalhaven, - canto : ges n   canto : ges colocadas después sobre refutil en Maalhaven, - canto : ges colocadas después sobre refutil en Maalhaven, - canto : ges colocadas después sobre refutil en Maalhaven, - canto : ges colocadas canto : después sobre refutil en Maalhaven, - canto : ges colocadas canto : después sobre refutil en Maalhaven, - canto : ges colocadas canto : después sobre refutil en Maalhaven, - canto : ges colocadas canto : después sobre refutil en Maalhaven, - canto : ges colocadas canto : después sobre refutil en Maalhaven, - canto : ges colocadas canto : después sobre refutil en Maalhaven, - colocadas canto : después sobre refutil en Maalhaven, - canto : ges colocadas canto : después sobre refutil en maalhaven, - colocadas canto : después colocadas : después colocadas canto : después colocadas	1								-
30 más 2 1 viga con sec- Prefabricada y voladi - ción transver - colocada des- sal en T; canto: puús sobre los 7,0 1,0 m. sedio de una - grúa.  7 vigas en 1: Viga en 1 cons ento: varia- tituída por 4 E Ø 5 69 elementos prementos prementos; dis - desmentos prementos; dis - desmentos prementos dos mediante - ejes 4,35 m. el pos-tesado después sobre los soportes.  12,0 9 vigas en 1; mada por 3 ele después sobre distancia en - bricados, uni tre ejes: 6,0 m dos mediante - el pos-tesado, y colocadas después sobre los soportes.	Sch Sch	acén de mercancías el Aeropuerto de - iphol	13,32	18 vigas en l; canto 0,81 ₪.	Prefabricadas yo locadasdespués en posición so- bre los apayos.		22	En el concu lebrado, la ción preten fué la más	solu- sada -
30 mass 2 1 viga con sec- Prefabricada y voladi - ción transver - colocada des- zos de - sal en I; canto: pués sobre los 7,0 1,0 m. medio de una - grúa.  7 vigas en I; Viga en I cons canto: varia- tituída por 4 ble 1,20-1,5 febementos pre- metros; dis - febricados uni tancia entre el pos-tesado y colocados - ejes 4,35 m. y colocados - distancia en I; meda por 3 ele distancia en I; meda por 3 ele distancia en I; meda por 3 ele distancia en I dos mediante - tre ejes: 6,0 m dos mediante - el pos-tesado, y colocadas después sobre los soportes.								aicz.	
7 vigas en l; Viga en l cons canto: varia- tituída por 4 F Ø 5 ble 1,20-1,5 etementos premetros; dis - fabricados uni tancia entre dos mediante - ejes 4,35 m. el pos-tesado y colocados - después sobre los soportes.  12,0 9 vigas en l; mada por 3 ele F Ø 5 canto: 0,85 m; mentos prefa - distancia en - bricados, unitre ejes: 6,0 m dos mediante - el pos-tesado, y colocadas después sobre los soportes.	8 中岛	tablecimiento indus iai en Maalhaven, – Herdam 1950		1 viga con sec- ción transver - sal en I; canto: 1,0 m.	Prefabricada y colocada des- pués sobre los soportes por - medio de una - grúe.	88 84 5	20		************************
ejes 4,35 m. el pos-tesado y colocados - después sobre los soportes.  Vigas en I for Vigas en I for mada por 3 ele distancia en - bricados, unitre ejes: 6,0 m dos mediante - el pos-tesado, y colocadas después sobre los soportes.	) 전 등	brica de calcetines Sesteren 1950	0.	7 vigas en l; canto: varia- ble 1,20-1,5 metros; dis -	Viga en l cons tituída por 4 ebementos pre- fabricados uni	F Ø 5	26		<b></b>
Vigas en 1 for mada por 3 ele F Ø 5 carto: 0,85 m; mentos prefa distancia en bricados, unitre ejes:6,0 m dos mediante el pos-tesado, y colocadas después sobre los soportes.	i			candia entre ejes 4,35 m.	oos medlante – el pos-tesado y colocados – después sobre los soportes.		H H		
	L +	åbrica de instrumen os en Amersfoort 1950	12,0	9 vigas en l; carto: 0,85 m; distancia en – tre ejes:6,0 m		T. 20	28	A	

		en -	ten - respectively by the service of	
		La solución en - hormigón preten- sado era más eco nómica.	Se adoptó la so- lución pretensa- da,en competen - cia con otras me tálicas y de hor migón armado, por resultar la más adecuada para es te tipo de indus tria.	
		La atmósfera - agresiva exigía gastos de entre- tenimiento muy - elevados si se - aceptaba la solu ción metálica.	La atmósfera - agresiva exigía gastos de entre tenimiento muy elevados en el caso de estruc- turas metálicas.	1
84	29	%- %	94	32
BM Ø 5	FØS	F Ø 5	न ख ८	<b>18</b> 0 5
	Véase nº 30		Prefabricadas y colocadas des- pués sobre los soportes.	Véase n <sup>o</sup> 38
13 vigas en 1; canto 1,09 m; distancia en - tre ejes 2,12 metros.	5 vigas en arco; distancia entre ejes:6,0 m.	74 puentes; ca da puente cons ta de 2 vigas; sección rectan gular ó en l.	528 vigas en 1: canto: 1,26 metros; distan cia entre ejes 2,5 m:	29 vigas en 1; canto: 0,65 m.
19,55	21,95	10 - 16	19,95	11,60
Garaje subterráneo en Heerlen 1950	Garaje en Zaandam 1950	Puentes para tube- ria en Limburg 1950 (Ampliación 1953)	Fábrica de fibras de Nylon en Emmen 1950 (ampliación 1963 y 1954)	Almacén y taller en Rotterdam 1951
<b>18</b> .	36	8	8	e e

			per part cert sect sect sect sect sect sect sect sec		
Parramenta (1800)					
		there are the time that the and then app one app			
74	67		38,5	#	\$
F Ø 5	F Ø 5	84 65	BM Ø 5	Bill Ø 5	F 03
Vigas formadas por elementos prefabricados, unidos mediante el pos-tesa do <sub>4</sub> y colocadas después sobre los soportes.					
86 vigas; sección transversal 0,2 x 0,8 metros; distancia entre ejes 3,2 m.	14 vigas en l; canto: 1,80 m; distancia en – tre ejes:5,33 metros.	6 (2) vigas en 1; canto 1,10 (1,55) m.	55 vigas en l; canto: 0,85 m; distancia en – tre ejes:6,0 m.	14 vigas en l; canto: 1,20 m.	14 vigas en l; canto:1,80 m; distancia en- tre ejes:5,4 metros.
7,0	30,0	22 (y - 36,5)	13,9	25,40	30,40
Túnel para transpor te de carbón en - Geertruidenberg 1951	Almacén para celuio sa en Ede 1951	Almacén para made- ras en Urmond 1951	Almacén para ezúcar en Zavenbergen 1951	Sala de reuniones en Liaburg 1952	Hangares en Volkel y Gilze-Ryen 1952
3	~	42	4	*	\$

				La estructura - constituída por vigas de hormigón pratensado y so- portes de hormi - gón armado, resul taba un Dífasís eco poerica que le mo-
				Las estructuras metálicas exi- gian gastos de entratenimiento muy elevados de bido a la agre- sividad de la atmásfera.
29	19	57	9	ਲ
Fø5	ர் த ப	rr 42 ru	F # 5	т. Э
Véase nº 30	Viga formada por 4 elemen- tos prefabrica dos, unidos me Jiante el pos- tesado, y colo cados después sobre los so- portes.	Vigas prefabri cadas en las - proximidades - de los sopor- tas y coloca- das después so bre ellos.	ain sìtu"	Soportes de - horsigón ordi nario, y vi- gas prefabri- cadas. Las vi gas cajón se moldearon en dos fases.
54 vigas curvas; distancia entre ejes: 6 m.	5 vigas en l; canto: 0,65 m	27 vigas; sección transversal rectangu-lar; canto: -0,81 a; distancia entre ejes	8 vigas en 1; - carto: 0,80 ⊠; distancia entre ejes:3,4 m.	හි vigas cajón: canto: 0,6 ස.
27,95	14,0	8. 8.	ත්	13,0
Taller en Ufrecht 1952 (amplicción 1953)	Fábrica de conservas en Voorthuizen 1952	Taller en Kroy 1953	Club para marinos y aviadores bel- ças en Flushing	Sub-estación de distribución para líneas de alta - tensión,en Limburg 1953
94	4	<del>\$</del>	64	6

			La solución en - horaigón preten- sado resultaba - al mismo precio que en horaigón armado ordinario	La solución en – hormigón preten- sado resuitaba – más económica – que la metálica o en normigón – armædo.
			Construcción – más rápida por prefabricación	
æ ≻8	99	£5.	. ₹. <del>24</del>	36,5 50
г го	r P	SM 65	ਜ ਵਰ ਨ	н. 123 го
Vigas, de 3 - elementos pre- fabricados, - unidos median- te el postesa- do antes de co locarlas sobre los soportes.	Véase nº 51		Vigas prefabri cadas en las proximidades - de los sopor - tes y coloca - das despuês so bre el las.	Ψesse n° 54
9 vigas en 1; canto: 0,75 m.	4 vigas en i; - canto: 0,55 m; distancia entre ejes:3,4 m.	6 vigas en l; - canto: 1,2 m; - distancia entre ejes:8,0 m.	15 vigas en I; canto: O,85 m; distancia entre ejes: 6,0 ≅.	27 vigas en l; canto: 0,08 m, distancia en- tre ejes.2,4m.
8,5 y 16,2	10,4	25,14	0,41	⊕ × ∞
Matadero en Weert 1953	Fábrica en Apeldoom 1953	Garaje en Schiedam 1954	Fébrice de galletas en Jutphaas 1954	Almacén en Eindho- ven 1954
53	52	53	<u>\$</u>	8

æ		98	45 - 63
F Ø S	7- 20 3	r.	
Véase nº 54	Vigas de 3 ele- mentos prefabri cadas, unidas me diante el pos- tesado, antes de ser colocadas - sobre los sopor tes.	Vigas de 3 ele- mentos prefabri cados, unidos me diante el pos- tesado antes de sæ colocadas - sobre los sopor tes.	Vigas constituí das por 2 ele — mentos prefabri cados,unidos me diante el pos— tesado antes de colocarlos so—
18 vigas en l; cento: 1,25 m; distancia en- tre ejes:2,36 metros.	5 vigas en l; - canto: 0,67 m; distancia entre ejes:5,25 m.	12 vigas en 1; - canto:1,05 m; dis tancia entre ejes 6,0 m.	11 vigas de sec- ción transversal rectangular; can to: 0,70 m; dis- tancia entre ejes: 5,75 m.
24,2	0	18,0	8,48 11,62
Fábrica de Seda arti ficial en Breda. 1953-54	Edificio en Ede 1954	Ampliación de fábri ca en The Hague 1954	Garaje en Nijnegen 1954
29	5	89	CD CD

		Usanúc vigas prefa- bricadas no hubo — necesidad, durante el invierno, de al terar el ritmo de ejecución de las obras.	El hormigón pre tensado era el – único procedimien to adecuado dada la existencia de considerables es- fuerzos de tor- sión.	
55	37,5			88
F 0 7	F Ø 7	Pr Ø 7	F <b>6</b> 7	Pr 5
"in situ"	"in situ"	Vigas en l pre fabricadas.	"in situ"	Prefabricadas.
4 vigas en l; - canto: 1,65 m; distancia entre ejes: 4,4 m.	4 vigas en l; – canto: O,08 m; distancia en – ejes: 4,05 m.	Superficie: 20 x x 130 m; 50 vi- gas en l; canto: 0,90 m.	Warquesina en - voladizo de 8 m partiendo de 2 vigas de 18 m de luz.	35 viges en l; canto: 0,60 m; distancia en- tro ejes 3,3 metros.
29,5	16,7 más un voladizo de 3,4	18,58	18,0	12,54
Cinema Thalia en Rotterdam 1955	lglesia en Eindho- ven 1955	Fabrica textil en Ærnhem 1954	Estación de carga para vagones en las proximidades de los silos de Arnhom 1954	Laboratorio para – los astilleros de – Delft :954
8	6	29	8	\$

1					
- 1 1 4			2		
			1 1		
	1				*
					X.
ري	w	S.	. 2	ø 5 ø 26	ν
Pr 0 5	Pr Ø	Pr Bi	٦. و	Pr Ø 5	Pr Ø 5
las	las				
Prefabricadas	Prefabricadas	Prefabricadas	Prefabricadas	Prefabricadas	Prefabricadas
Prefa	Prefa	Prefa	Prefa	Prefa	Prefa
		<u>.</u>		ii lo	
s en ,40 s	- m	ns en 1,40 m	jas en	1,36 II	Jas en 0,33
154 vigas en l; canto: 0,40 m.	27 vigas en l; canto: 0,80 m.	&6 vigas en 1; canto: 0,40 m.	276 vigas en l	20 vigas en 1; canto: 1,36 m; distancia en- tre ejes 3,60 metros.	222 vigas en l; canto: O,33 m.
15 g	27		2	2 -	2
10,5	18,10	6,54 - 8,74	15,0	10,65	
			V		
icio- um" -		Centro comercial "Lijnbaan" en Rotter dam. 1952	Sa	Laboratorio de Inge niería en Delft 1954 - 55	Vigas pera la cimen tación de una fâbrī ca en Halfweg 1954
expos scentr dam.	n en	comerci aan" en 1952	milita os luga 1952	rio de n Delf	oera la de una Halfweg 1954
Salón de exposicio- nes "Bouxcentrum" - en Rotterdam. 1954 - 55	Astillero en Amsterdam 1953	Centro comercial "Lijnbaan" en Ro dam. 1952	Garajes militares en varios lugares 1952	Laboratorio de I niería en Belft 1954 - 55	Vigas para la tación de una ca en Halfweg 1954
18	99	19	88	8	2

	Más económica que la ustructura me- tálica.		En competencia con el hormigón armado corriente.	
ALES		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
INDUSTRI	59	Véase nº	8	
A EDIFICIOS	€7 1551 U	F Ø 5	F 80	7 P
ESTRUCTURAS HIPERESTATICAS PARA EDIFICIOS INDUSTRIALES	Cada tramo está formado por 3 - elementos prefa bricados unidos por 1 cable de 12 \$\mu 5\$. Una vez colocados sobre los soportes se estableció la - continuidad mediante un pos-tesado.	Véase nº 71	Véase of 7	Vigas prefebrica das y pretensa - das,colocadas so bre los soportes y unidas después y unidas después
ESTRUCTURAS	6 vigas en l; - canto: 0,50 m; distancia entre ejes:3,5 m.	Véase nº 7.	5 vigas en l; carto: 0,50 m; distancia en- tre ejes:5,50 metros.	Superficie:40 x x 180 m; distancia entre soportes, en ambes direcciones, 18 æetros.
	2 × 10,0	2 x 10,0	2 × 11,0	2 × 10,0
	Almacén en krrihem 1951	Fâbrica de telas pa ra velas de barco – en Arnhem	Edificio industrial en Zevenaar 1952	Fábricz en Veenen- dael :953
	F	22	23	74

2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	F 5 5	F Ø 5 55
Véase nº 71	Cada tramo cons ta de 5 elemen- tos prefabrica- dos unidos por cables; después de montados se te sarch los ca bles de conti- nuidad. Vigue - tas constituí - das por 3 ele- mentos prefabri cados.	Véase nº 71 F
18 vigas en l; - canto: 0,70 m; - distancia entre ejes: 6,0 m; 24 pórticos de dos plantas; canto de las vigas ho rizontales: - 0,64 y 0,50 m; distancia entre ejes: 8,90 m; - altura: 8,5 m.	7 pórticos, vi- gas en l; canto: 1,10 m; distan- cia entre ejes: 15,0 m; 45 vi - guetas de sec - ción en l; can- to: 0,75 m.	2 vigas en l; – canto: 0,67 m; distancia entre ejes: 10 m.
2 x 12 2 x 12	2 × 20	11,20 - 13,4 - 11,20
Ampliación de una fa brica en Utrecht 1953	Almacén en Rotier- dam 1953	Tintorería en Tilburg 1953
К	. 65	7

					En competencia con estructura metáli- ca.
4	88	ß	29	74	22
F 85				r.	г. 19.
Véase nº 71				Véase nº 71	Vezse nº 73
10 porticos de 2 plantas; vigas - en 1; canto:	cia entre ejest- 4,0 m; altura:9 metros; 8 vigas en I; distancia	entre ejes:5,4 - metros. 16 vigas en 1; - canto: 0,6 m; - distancia entre	ejes:4 m. 8 vi- gas en 1; canto: 0,5 m distancia entre ejes:3 m.	6 pórticos con vigas en arco: sección trans- versal en 1; - canto:0,5-0,85 metros; distan cia entre ejesi	7 portions 7 portions con vigas en ar co; sección trans versal en l; cara- to: 1,th-1,th m; distancia entre ejec: 9,8 m; 54 vi guess de horai -
6-2, 2-6	12	ထို	ō	50	83
Edificios en Eelde 1954				Garaje en Žwolle 1954	Hangar 1954
8				22	8

	,	<del> </del>	
8	57	æ	85
7 25 5		ተ መ የ	ন ব হ
Véase nº 71	Véase nº 71	Véase nº 71	Véase nº 71
g vigas en 1; canto: 0,55- 0,85 m,distan cia entre - ejesc 6,5 m;- 110 viguetas de hormigén - pretensado.	19 pórticos; - vigas de sec- ción transver sal rectangu- lar; canto: - 0,45 m; distan cia entre ejes:	5 pórticos; - vigas en l; - canto: 0,55 - metros; dis- tancia entre ejes: 3,1 m.	T vigas en 1; canto: 0,55-0,86 metros; distan— cia entre ejes: 6 m. 78 viguetas de hormigón pre— tensado.
2 × 15	5,6	10,0	2×14,35
Depósito en Amsterdam 1954	Edificio en Doetin– chem 1954	Escuela en Karkrade 1954	Edificio en Schoonebeek 1954
85	88	8	\$

El proyecto origi nal era en hormi— gón armado, pero – después se adoptó la solución preten sada con uma econó mía de 1.150 f.		ilás económico que en hormigón co- rriente.	Hornigén corriente: 191,000 f. Hornigén pretensa- do: 189.000 f.	
		lmpermeabili− dad.	Impermeabili- ded.	
7. S.	S	Fil 65	器 65	88 75 55
Moldeadas "in situ"	DEPOSITOS Y SILOS	"In situ", arma dura de preten- sado en espiral con recubrimien to de gunita.	"In situ"; juntas deslizantes alambres - con recubritaiento de gu-	"In situ"; ca- bles con recu- brimiento de - gunita.
5 pórticos de sección en I; canto: 1,4 m; distancia en- tre sjes de - 1,60 a 6,00 - metros.		2 depósitos de 1,850 m3; diámo- tro: 14 m; altu- ra: 12,0 m; espe sor pared: 12 cm.	Diámetro: 9,12 m; altura: 11,5 m; - espesor pared: 12 centímetros.	4 silos; diámetro: 8,12 m; y altura: 19,0 m; espesor pared: 12 cm.
21,0 más um voladi zo de 3,0	N 6			
Edificio de subas- tas de géneros sub tropicales 1354		Depósito para depurración de aguas en Beverwijk 1951	Depósito elevado en Limburg 1952	Silos de cemento en Goor 1952
8			60	8

	Economía del 7%				
	Impermeabili- dad.	Impermeabili− dad.	Impermeabili- dad.		
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1			S	
F 85	正 	E 2	7. 8.5	A CUBIERTA	7 S
"In situ"; ca- bles embutidos en las paredes	"In situ" preten sado mediante - alambres en espi ral con recubri- miento de gunita	Véase n° 89	"In situ"; ca- bles embutidos en la pared.	ESTRUCTURAS LAHINARES PARA CUBIERTAS	Elementos de sección en L prefa=bricados en obra; colocados en su posición definiti va y unidos después madiante el pos-tesado.
4 silos; diámetro: 9,10 m; al tura: 21,0 m; - espesor de las paredes: 20 cm.	Diámetro: 12,0 metros; altura: 13 m; capacidad; 1,300 m³, espe- sor de la pared; 12 cm.	3 depósitos, - diámetra 11,5 m; altura: 8,0 m y 4,6 m; espesor de pared: 12 cm	Diámetro: 13,7 metros; altura: 15,90 m; espe- sor de pared: 25 cm.	ESTRUC	Superficie:3.000 m.2distancia en tre soportes en flas direcciones flas direcciones consta de 5 ele- mentos prefabrica dos de sección em L, cada 10 m.
N.					3 x 10 5 x 10 6 x 10
Silos de Cemento en Velzen 1952	Depósito para depu- ración de aguas en Aalten 1955	Depósito para depu- ración de aguas en Zeist 1955	Depósitos para depu ración de aguas en Ede 1955		Fábrica de maderas en Amsterdam 1953
8	0	5	36		8

(1) Solución metálica: 2.575.000 f 2.575.000 f con-fabricado: 2.585.000 f (3) Cubierta tradicional: 2.609.000 f (4) Cubierta en hornigón pretensado: 2.548.000 f 2.548.000 f		
Pretensando las láminas se eli- minan las fisu ras, se necesi- ta menos armadu ra y se obtiene un material más homogéneo.	Véase no 94	Váase nº 94
5	7 20 20 20 20 20	F 055
"In situ"; ca- bles a lo lango de la lámina.	"In situ", pre- tensado solaaen te en las vigas de borde.	"In situ", ca- bles de preten sado en la lá- mina, vigas de borde, y rios- tras.
Superficie: 6.120 m2. Cu- bierta laminar con lucernarios al norte; espe sor: 7,5 cm; - distancia en- tre ejes: 8 m, R = 7,5 m.	10 cubiertas ci líndricas con – vigas de borde; distancia entre ejes: 7,5 m; – canto de la viga de borde: 0,74 m; R = 5,3 m; espe- sor de la misma: 7,5 cm.	1 cubierta cilín "In situ", cadrica; ancho: — bles de preten 14,41 m; canto — sado en la léde la viga de bon mina, vigas de de: 0,65 m. tras.
12,5 20,0 2 × 20	20	24,1
Fábrica de herraaien tas en Vlaardingen 1953	Almacén en Oegstgeest 1953	lglesia en Loosduinen 1954
<b>*</b>	S	96

			Precio aproxima do del m² de - losa: 21 f.
Véase nº 94	Véase nº 94	Véase nº 94	
		29	₹ 8
	F 8 5 7 7 7 8 7 9 7 9 7 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	D Ø 7	بر ج د
	"In situ", ca- bles dentro de la cubierta.	"In situ", pre tensado en las D Ø vigas de borde	"In situ"; ca- bles cada: 0,3- 0,40 m; en dos- direcciones.
	19 cubiertas ci- líndricas con lu cernarios de 3,5 metros de ancho; distancia entre ejes 12,6 m; es- pesor de la lámi na: 7,5 cm; altura total: 2,5 m; R = 9,2 m.	Cubiertas cilín dricas con vi- gas de borde.	16.000 m² de lo- "In situ"; ca-sas; espesor: 14 bles cada: 0,35-centímetros; di- 0,40 m; en dos-mensiones de ca- direcciones.  x 41,5 m.
	14,3 y 19,6	27	
Fâbrica de chocola- te en Oosterhout 1955 (en construcción)	Lechería en Hilversum 1935	Ampliación de fá- brica de cemento en Maastricht 1954	Pista de aterrizaje en Schiphol Airport 1951
76	8	88	8

101   11ero en Schiedam	್ಯ	canto: 1,0-1,5	"in situ"	F 6	*	d and told one and	
1351		metros; distan					
		cia entre ejes					
		4,50 m.					

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

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). Vicepresidentes Dn. Alfredo Páez (España). Vicepresidente: M. Yves Guyon (Francia), Vicepresidente 8 Ir. J. A. H. Hartmann (Holanda), Vicepresidente; M. P. Gooding (Gran Bretaña), Secretario-teso M. A. M. Harris (Gran Bretaña). Delegado supl 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 invitación 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 Mécnica, 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 Comisión, el ponente de la Comunicación B del Congreso de Amsterdam, Sr. Paduart (Bélgica), y los Vicepresidentes de la Federación Internacional Sres. Guyon (Francia) y Páez (España).

## ASOCIACION ESPAÑOLA DEL HORMIGON PRETENSADO

Se ruega, a todos los miembros de la Asociación Es pañola 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 in teresase recibir dicha publicación, y no la hubiese aún solici tado, podrá hacerlo dirigiendo su petición a:

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

Costillares

CHAMARTIN (Madrid)

