

EL PUENTE CON PRETENSADO EXTRADOSADO. UN NUEVO TIPO ESTRUCTURAL

GUSTAVO CHIO CHO

Profesor Escuela de Ingeniería Civil
Universidad de Industrial de Santander
gchioch@uis.edu.co

ANGEL C. APARICIO BENGOCHEA

Profesor E. T. S. de Ingenieros de Caminos
Universidad Politécnica de Cataluña

RESUMEN

La idea de estos puentes y su denominación proviene de Mathivat quien, en 1988, propone como solución de concurso del viaducto de L'Arrêt-Darré un puente con esta tipología, que se caracteriza por disponer el pretensado, sobre las secciones de apoyo en pila, exteriormente al canto de la sección y por la parte superior del tablero, intentando ganar excentricidad. Resulta, así, una especie de puente de tirantes con pila baja y canto holgado, que busca, además de la compensación de cargas, que la variación de tensión en el acero de los tendones extradosados, debida a la sobrecarga, sea lo suficientemente baja para que no se requieran los caros anclajes resistentes a fatiga empleados en los puentes de tirantes.

El artículo ilustra la concepción y desarrollo de este tipo de puente a partir de la evolución del concepto de compensación de cargas mediante el pretensado con tendones de acero y de la construcción por avance en voladizo. Hace una presentación de los puentes construidos o en fase de construcción que pueden ser catalogados dentro de esta tipología de puentes. Además, y dado que la filosofía de diseño de este tipo de puentes busca agotar las posibilidades de la resistencia a fatiga de los tendones de pretensado exterior, se presenta un resumen de la revisión bibliográfica existente sobre fatiga en tendones y tirantes de acero y sus dispositivos de apoyo y anclaje. Por último, se establecen las principales conclusiones de la investigación.

PALABRAS CLAVE: Puente, hormigón pretensado, extradosado.

INTRODUCCIÓN

Los puentes de hormigón con pretensado extradosado han emergido como una nueva tipología de puentes para luces medias. Mediante la utilización del hormigón y la tecnología del pretensado, se busca, en asociación con los tendones de acero como tirantes, plantear una solución marcadamente favorable hacia estas estructuras. La idea, introducida por Mathivat en 1988 [4], presenta una morfología estructural semejante a los puentes modernos de tirantes (Figura 1), pero con una torre de menor altura y mayores cantos en el tablero (Figura 2).

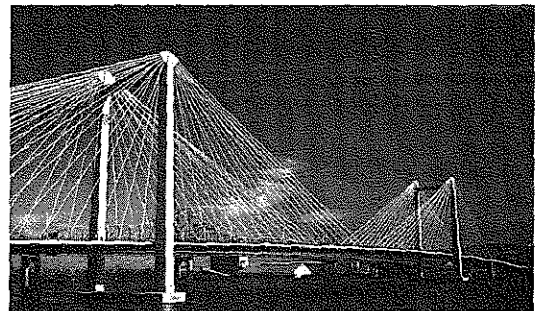


Figura 1. Puente Moderno de tirantes. Puente Pasco-Kennewick, Washington, USA (1975-78).

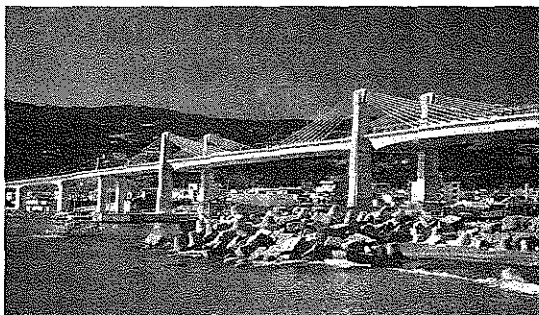


Figura 2. Puente de hormigón con Pretensado Extradosado. Puente de Odawara Blueway, Japón (1994).

En el esquema de un puente con pretensado extradosado (Figura 4) se distingue características de los puentes atirantados y de los puentes de tramo recto de hormigón pretensado. Un punto focal en el diseño de los puentes atirantados es el comportamiento mismo de los cables atirantados. La principal diferencia, entre los tirantes modernos y los cables de postensado más tradicionales ó los utilizados en el pretensado exterior, es la influencia de la fatiga en el diseño.

CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL DEL PUENTE CON PRETENSADO EXTRADOSADO

Se podría inicialmente asumir que el concepto del puente con pretensado extradosado es algo completamente nuevo. Sin embargo, esto no es totalmente cierto. Su concepción y desarrollo puede seguirse desde diversas perspectivas: desde la óptica del pretensado, desde la óptica constructiva o desde la morfológica. En esta exposición seguiremos las dos primeras.

En un puente de tramo recto de hormigón pretensado, construido por voladizos sucesivos, se necesita una cantidad importante de pretensado interno superior para hacer frente a los momentos flectores negativos que ocurren durante su construcción. Desde el punto de vista de la optimización del pretensado, es lógico buscar que éste actúe con su máxima excentricidad para compensar las cargas. Surgen así los puentes de tirantes, donde el incremento importante de excentricidad se materializa a través de las torres y, donde, gracias a ellas, se obtienen excentricidades sobre pila del orden del veinte por ciento de la luz. Esta disposición de los tendones de pretensado no sólo compensa las cargas permanentes al ponerlos en tensión sino que, su cambio de geometría es tan importante, que los propios tendones toman protagonismo estructural frente a las sobrecargas, transportando, vía axil, una fracción importante de éstas hasta los apoyos. Es decir, pasan a ser,

además, tirantes. Esta mayor eficacia de los tendones de pretensado no es gratuita: sus variaciones de tensión frente a las sobrecargas frecuentes son altas y se requieren anclajes especiales resistentes a fatiga.

Ahora bien, el problema puede replantearse del siguiente modo: ¿Hasta qué límite podemos forzar la excentricidad en el apoyo (altura de la torre) para que la respuesta de los tendones de pretensado como tirantes no venga limitada por la fatiga, y puedan seguir utilizándose anclajes de pretensado convencional? Dado que la rigidez de los tendones como tirantes inclinados depende del seno al cuadrado del ángulo con la horizontal, el control de este ángulo nos permitirá, en primera aproximación, optimizar el binomio contrapuesto máxima excentricidad del pretensado en apoyo- necesidad de resistencia a fatiga. Es pues, como respuesta a este reto, como surge el puente con pretensado extradosado: un puente donde el pretensado exterior se lleva hasta el límite de sus posibilidades de trabajo como tirante, posibilidades que vienen coartadas por la resistencia a fatiga de sus anclajes convencionales.

Otra aproximación argumental al desarrollo de este tipo de puentes con pretensado extradosado nos la puede suministrar el estudio de la evolución de la construcción por voladizos de los puentes de tirantes y la de los tramos rectos. Es clásico, entre los profesores de puentes, explicar el nacimiento del puente atirantado multicable a partir del desarrollo de la construcción de los sucesivos puentes de Morandi: Polcevera (Génova, 1967), Wadi Kuf (Libia, 1971), Barranquilla (Colombia, 1973). En ellos, se pasa de la utilización de un pretensado exterior superior, al atirantamiento provisional de cada dovela para, luego, finalizado el tablero, sustituir todos estos tirantes por un único tirante definitivo. Es Finsterwalder quien, en 1967 y con ocasión de uno de los concursos de puentes para el Gran Belt, quien propone una idea definitiva: dar carácter de permanencia a los tirantes utilizados durante construcción, surgiendo así el puente atirantado multicable moderno.

Un desarrollo paralelo podría establecerse con la construcción por voladizos sucesivos de determinados puentes de tramo recto. El problema que, a veces presentan estos puentes, es su enorme canto en arranques, necesario para hacer frente a los momentos negativos. Por ello, y principalmente en puentes de dos vanos, se ha recurrido algunas veces a atirantar durante la construcción, mediante tirantes provisionales, cada una de las dovelas ejecutadas. Los tirantes permiten entonces controlar los altos momentos flectores negativos que se producen en la construcción por voladizo y reducir, así, el canto de la sección de apoyo en pila, lo que conlleva mejoras arquitectónicas importantes.

Acabada la construcción, se va completando el pretensado necesario en el esquema definitivo, al tiempo que se desmontan los tirantes provisionales. Y aquí, en algún momento, los ingenieros japoneses se preguntaron lo mismo que Finsterwalder en el puente del Grant Belt: ¿Y si dejamos estos tirantes en el puente para siempre?. La respuesta a esta pregunta es el puente con pretensado extradosado.

Tsukuhara (Figura 3), con una luz principal de 180 m, y los puentes mixtos con pretensado extradosado de Ibi River y de Kiso River, en los que se alcanza una luz central de 275m. Otros puentes con pretensado extradosado (ver Tabla 1), han sido construidos a raíz del éxito logrado con las primeras aplicaciones de esta técnica aunque, en la actualidad, su número no es muy abundante. [3],[5],[6],[7],[8],[15].

PUENTES CONSTRUIDOS CON PRETENSADO EXTRADOSADO

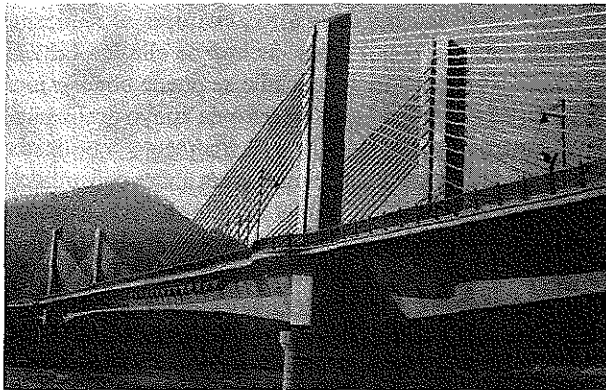


Figura 3. Puente de hormigón con pretensado extradosado. El puente de Tsukuhara, Japón (1998).

La realización del primer puente con pretensado extradosado, el puente de Odawara Blueway (Figura 2), finalizado en 1994, en la bahía de Odawara (Japón), ha sido seguida por la construcción de otros puentes extradosados de luces medias y largas. Los más notables son el puente de hormigón con pretensado extradosado de

CARACTERÍSTICAS DE LOS PUENTES CON PRETENSADO EXTRADOSADO

Las características más relevantes que podemos destacar del puente con pretensado extradosado son:

1. Los puentes de hormigón con pretensado extradosado, aunque tienen la apariencia superficial de un puente atirantado, tienen un comportamiento estructural más cercano a los puentes comunes de vigas. Su construcción requiere el conocimiento de las tecnologías actualmente aplicadas a la construcción de los puentes de hormigón pretensado de tramo recto y a los puentes atirantados.
2. Los puentes de hormigón con pretensado extradosado se han aplicado a puentes de mediana luz con tableros de hormigón, y tienen un sistema constructivo que ofrece una solución práctica ante el problema de realizar, de una forma rápida y económica, puentes de luces comprendidas entre los 100 y 200m.
3. Un dimensionamiento adecuado de los elementos del puente permite evitar fuertes oscilaciones de tensión y, por lo tanto, descartar de forma casi absoluta todo

riesgo de fatiga, tanto en anclajes como en los tendones, permitiendo la utilización de la tecnología usada en el pretensado exterior o en el pretensado convencional.

4. El concepto de pretensado extradosado permite el planteamiento de una estructura que utiliza menores cantidades de materiales y tiene menores costos de construcción con respecto a un puente atirantado convencional.

Tabla 1. Principales proyectos de puentes con pretensado extradosado.

Puente	Tipo estructura	# luces	Longitud total	Maxima luz	Ancho	Altura torre	Canto en apoyo	Canto en centro luz	Terminación
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
Odawara	pórtico rígido	3	270	122	9.50	10.7	3.5	2.2	1994
Tsukuhara	pórtico rígido	3	323	180	9.25	16.0	5.5	3.0	1998
Kanisawa	viga continua	3	380	180	9.50	21.0	5.6	3.3	1998
Okuyama	viga continua	3	285	140	8.89	12.0	3.5	2.5	1998
Ibi	viga mixta	6	1397	271.5	33.00	30.0	7.0	4.0	2001
Kiso	viga mixta	5		275	33.00	30.0	7.0	4.0	2001
Yashiro	pórtico rígido	4	340	105	12.80	12.0	2.5	2.5	1996
Yashiro	pórtico rígido	3	200	90	12.80	10.0	2.5	2.5	1996
Shikari	viga continua	5	610	140	28.00	10.0	6.0	3.0	1999
Miyakoda	pórtico rígido	2	268	133	16.50	20.0	6.5	4.0	2000
Mitanigawa	pórtico rígido	2	152	92.9	17.00	12.8	6.0	3.0	1999
Himi	pórtico rígido	3	365	180	9.50	16.0	5.0	3.0	2002

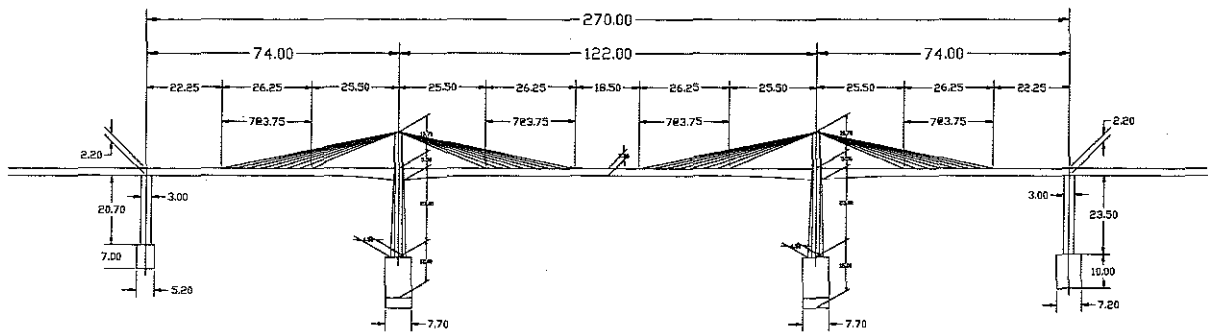


Figura 4. Alzado longitudinal del puente con pretensado extradadosado.

5. Dado la alta rigidez de la viga principal, al contrario de lo que ocurre en un puente atirantado, no hay necesidad de ajustar la fuerza de tensión de los cables atirantados, ni durante la obra, ni al finalizar la construcción del tablero.

EL SISTEMA DE ATIRANTAMIENTO DE UN PUENTE CON PRETENSADO EXTRADOSADO Y LOS FENÓMENOS DE FATIGA.

Los puentes con pretensado extradadosado construidos hasta la presente fecha se caracterizan por unos menores costos originados, en parte, por la utilización de la tecnología de tendones actualmente utilizada en el pretensado interno no adherente y en el pretensado exterior. Esto es posible gracias a que la sobrecarga de servicio produce pequeñas fluctuaciones de tensión en los puentes con pretensado extradadosado, al contrario de lo que ocurre en un puente atirantado convencional. La disminución substancial en la máxima oscilación de tensión en el sistema de anclaje permite no tener que utilizar los costosos sistemas que se utilizan en los puentes atirantados convencionales y que están gobernados por el fenómeno de fatiga.

Otra tendencia en la construcción de los puentes con pretensado extradadosado es la eliminación de los anclajes en la torre y la colocación en su lugar de una silla de anclaje que permita el paso del tirante y su reemplazo futuro en caso de necesidad (Figura 5). Tanto en uno como en otro caso, la sobrecarga de servicio produce pequeñas oscilaciones de tensión en los tirantes y sus anclajes y, aunque son pequeñas, son netamente superiores a los que se presentan en los tendones usados en el pretensado exterior o postesado, por tal motivo es razonable tratar de fijar un límite admisible para dichas oscilaciones de tensión.

De otro lado, si se pretende que en los puentes con pretensado extradadosado los cables no utilicen anclajes

individuales en la cima de la torre, entonces se requerirá una silla para hacer pasar por encima de ella los cables. Mediante la utilización de una silla se puede obtener una situación de fijación de los tirantes o de apoyo deslizante. En la primera disposición, que es actualmente la utilizada en la totalidad de las realizaciones hasta ahora construidas o en fase de construcción, se bloquean los tirantes creando una situación de apoyo fijo en la cima del pilono. Mientras que la segunda disposición, donde hay un posible deslizamiento y una alta concentración de esfuerzos entre la superficie de contacto de la silla y los cables, no ha sido adoptada en ningún caso.

Aunque se utilice la solución de bloqueo de los tendones pasantes sobre el pilono, al no estar totalmente fijos los cables en la silla de apoyo, estos tenderán a deslizarse y a moverse según las cargas aplicadas. El continuo movimiento, aún a nivel microscópico, puede originar posibles problemas de desgaste por el rozamiento continuo y oscilante entre las superficies en contacto de ambos elementos. Este fenómeno físico de rozamiento y desgaste, conocido en metalurgia como "fretting", puede ocasionarnos problemas adicionales como fatiga y corrosión, conocidos en el ámbito científico con los nombres de: fatiga por rozamiento (fretting fatigue) y corrosión por rozamiento (fretting corrosion). Entonces surge la pregunta: ¿es posible que la fatiga y/o la corrosión por rozamiento sean fenómenos que puedan hacernos inestable y cuestionable la viabilidad de las tipologías de los puentes con pretensado extradadosado?

Los criterios de diseño para el sistema de atirantamiento de un puente de hormigón con pretensado extradadosado basados en investigaciones sobre el tema de la fatiga en los sistemas de atirantamiento utilizados en el pretensado exterior o en el pretensado con armaduras postesas [9], [10], [11], [12], [13], [14] se pueden resumir en:

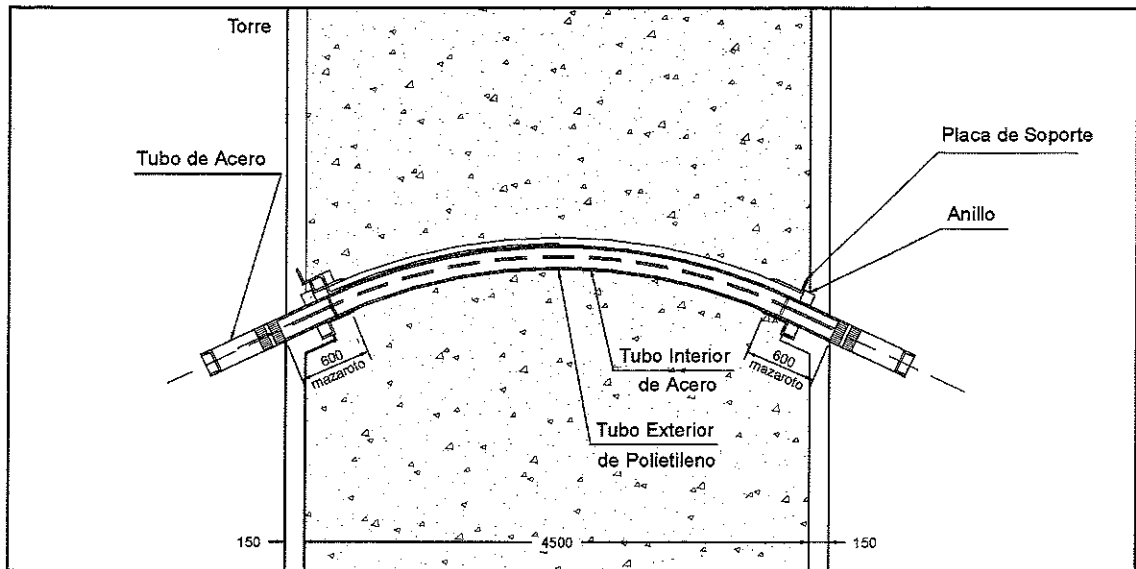


Figura 5. Silla en la cima del pilono para el anclaje de los tirantes.

1. Para poder utilizar la tecnología actualmente utilizada en el pretensado exterior o en el pretensado interno no adherente deben ser definidas disposiciones constructivas y de diseño para asegurar la seguridad estructural del sistema frente a la fatiga.
2. Ensayos a escala real del sistema de atirantamiento propuesto permiten validar la seguridad estructural del sistema tal como se hizo durante la construcción del primer puente con pretensado extradosado, el puente de Odawara.
3. El sistema de anclajes y tendones actualmente en uso en el pretensado exterior o en el pretensado interno no adherente puede considerarse seguro frente a los fenómenos de fatiga siempre y cuando la máxima oscilación de tensión sea de 8 kg/mm^2 y la máxima tensión no supere el 65% de f_{pu} . Este límite asegura que el sistema de anclajes y tendones soportará por lo menos 2 millones de ciclos de carga sin que se presente una disminución del 5% en el área inicial del tendón.
4. La utilización de varias barreras de protección de los cordones (por ejemplo, galvanizado, revestimiento epoxi, vaina de polietileno) permite no solamente hacer frente a los ataques físicos y químicos del medio ambiente sino, también, disminuir o anular el efecto de los daños que puede ocasionar la fatiga por corrosión o por rozamiento.

CRITERIOS DE DISEÑO

Los resultados del estudio realizado sobre el comportamiento estructural de los puentes con pretensado extradosado durante construcción y en servicio [1] permiten plantear los siguientes criterios de diseño para el proyecto de un puente con pretensado extradosado.

1. Una disposición de los tirantes en forma de abanico, en dos planos paralelos, requiere que el primer tirante esté anclado entre 0.18 y 0.25 de la luz principal, medido desde el eje de la torre. Los tirantes más próximos a la pila son ineficaces.
2. A partir del primer tirante, la separación longitudinal típica entre tendones extradosados debe ser la de la longitud de la dovela empleada en construcción, con objeto de compensar una fracción del peso de cada dovela.
3. En contra de Mathivat, que sugiere tableros de canto constante de esbeltez $L/35$, aconsejamos tableros con cartelas de inercia variable, con un canto en centro de luz de $L/45$ y una relación entre el canto en apoyo respecto al canto en centro de luz de 1,5.
4. Los actuales tendones utilizados en el pretensado exterior pueden trabajar con una máxima oscilación de tensión de 8 kg/mm^2 , bajo una tensión de trabajo máxima de $0.6 * f_{pu}$, sin presentarse problemas de fatiga, siempre y cuando, los tendones estén suficientemente protegidos contra posibles fenómenos de fatiga por rozamiento o fatiga por corrosión [2], [9], [10].

5. Una altura de la torre de aproximadamente 0.10 de la luz principal, es el valor recomendable para que no se produzcan oscilaciones de tensión en los tirantes mayores a 8 kg/mm² con la totalidad de la sobrecarga de puentes de carretera.
6. Dado que no se pueden compensar la totalidad de las cargas permanentes, se requiere dar contraflechas durante la construcción que tengan en cuenta, no sólo la deformación instantánea durante el proceso constructivo sino, también, los incrementos de flechas por fluencia del hormigón.
7. La no compensación total de las cargas permanentes origina una deformada diferente de cero bajo el estado permanente. Por tal razón, se requiere un estudio del efecto de la fluencia del hormigón.

Referente a las cuantías de acero de pretensado, del estudio realizado puede deducirse que, si no se apura la tensión admisible en los tendones extradados, la cuantía total de acero de pretensado, suma del interno y del extradado, es del orden del 14% más alta que un puente de tramo recto de luces similares, construido por voladizos. Por el contrario, si se apura la tensión de los tendones extradados hasta el máximo admisible, la cuantía total de acero duro de un puente extradado puede ser del orden de un 12% inferior, y ello con menor canto sobre pilas.

CONCLUSIONES

La Tabla 2 resume una comparación entre el puente con pretensado extradado con el puente de tirantes y con el puente de tramo recto. En los puentes con pretensado extradado, el pretensado es mixto, una parte es interno (dentro del canto) y la otra es extradado. Cada uno de ellos tendrá características propias que las hacen diferenciable en su disposición como en su comportamiento dentro del puente. Las cargas permanentes son transportadas hasta la cimentación mediante la acción combinada de un mecanismo de cortante - flexión ejercido por el tablero y por la tracción ejercida por los tirantes. Por filosofía de diseño, se busca apurar la tecnología de los tirantes, de tal modo, que no se presenten fenómenos de fatiga que gobiernen su diseño. Esto nos permite utilizar una tecnología menos costosa. La construcción de estos puentes se realiza mediante el procedimiento de voladizos sucesivos pero con la ayuda de tirantes, que no son provisionales, sino definitivos.

Tabla 2. Comparación entre el puente con pretensado extradado con el puente atirantado de hormigón y el puente de tramo recto de hormigón pretensado.

Tipología	Puente de Tirantes	Puente de Tramo recto	Puente Extradado
Aspecto			
1. Compensación cargas permanentes	con Tirantes	con Pretensado interno	Mixto
2. Grado de compensación de las cargas	g_1+g_2	$g_1 + g_2 + \alpha(g+Q)$	$k^*(g_1+g_2)$
3. Transporte sobrecargas	Tirantes [***] Tablero [1]	Tirantes [-] Tablero [****]	Tirantes [1] Tablero [****]
4. Consecuencias			
4.1. Fatiga en el acero	Si	No	apurar acero
4.2. Canto del tablero	pequeño	grande	intermedio
4.3. Efecto de la fluencia	$\epsilon_{sp}(\lambda_{sp})$	λ_{sp}	$\epsilon_{sp} \lambda_{sp}$
5. Construcción por voladizo compensado	con Tirantes	con Pretensado interno	Mixto

Los puentes con pretensado extradado constituyen un tipo intermedio de puente entre los puentes de tramo recto de hormigón pretensado y los puentes de tirantes construidos por voladizos sucesivos, permitiendo la construcción de estructuras más esbeltas y con menos cantidad de materiales y, extendiendo la aplicación de la prefabricación en taller, al poder compensar eficazmente mediante los tendones extradados una fracción significativa de las cargas permanentes.

REFERENCIAS

- [1] CHIO CHO, Gustavo. "Comportamiento Estructural y Criterios de Diseño de los Puentes con Pretensado Extradado". Tesis doctoral bajo la dirección de: Angel C. Aparicio Bengoechea. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, 2000.
- [2] FIP. FEDERATION INTERNATIONALE DE LA PRECONTRAÎTE. "Recommendations for the acceptance of post-tensioning systems". 1993.
- [3] KIKUCHI, M. y TABATA, T. "Extradosed Prestressed Concrete Bridge - Kanizawa Bridge - ". Prestressed Concrete in Japan. 1998. XIII FIP Congress National Report (Amsterdam, Holland), Japan Prestressed Concrete Engineering Association, Tokyo, 1998, p.147-150.
- [4] MATHIVAT, J. "Recent developments in prestressed concrete bridges". FIP notes, 1988/2, pp. 15-21. Fédération International de la Précontrainte, London, 1988.
- [5] MATSUDA, T. ; NAKAGAWA, Y. ; KASUGA, A. ; y KUSUNOKI, H. "Three-span continuous prestressed concrete extradosed bridge - Tsukuhara Brdige - ". Prestressed Concrete in Japan. 1998. XIII FIP Congress National Report (Amsterdam, Holland), Japan Prestressed Concrete Engineering Association, Tokyo, 1998, p.143-146.

- [6] OGAWA, Atsuo y KASUGA, Akio. "Extradosed bridges in Japan". *Quartely Journal of the Fédération Internationale de la Précontrainte, FIP notes, CEB* 1998/2, p.11-15.
- [7] OGAWA, Atsuo ; MATSUDA, Tetsuo ; y KASUGA, Akio. "The Tsukuhara Extradosed Bridge near Kobe". *Structural engineering International*, 3/98, p.172-173.
- [8] OGAWA, A. ; KASUGA, A. ; y OKAMOTO, H. "Prestressed Concrete Extradosed Bridge - Odawara Blueway Bridge -". *Prestressed Concrete in Japan. 1998. XIII FIP Congress National Report (Amsterdam, Holland), Japan Prestressed Concrete Engineering Association, Tokyo, 1998, p.47-50.*
- [9] RYALS, K.K., BREEN, J.E., y KREGER, M.E. "Fretting Fatigue in external post-tensioned tendons". *Research report 1211-1F. Proyect 3-5-89/2-1211. Center for Transportation Research. Bureau of Engineering Research. The University of Texas at Austin. December 1992. p. 77-84.*
- [10] TABATABAI, Habib, CIOLKO, A.T., y DICKSON, T.J. "Implications of Test Results from Full-Scale Fatigue Tests of Stay Cables Composed of Seven-Wire Prestressing Strand". *Fourth International Bridge Engineering Conference. Volume 1. Transportation Research board. National Research Council. San Francisco, California, August 28-30, 1995. p. 266-277.*
- [11] TANIYAMA, Shingo y MIKAMI, Yasuharu. "External cable systems in Japan using epoxy coated strands". *FIP 94. XII congress. May 29 - June 2, Washington, D.C. Volume 1. p. B6-B13.*
- [12] VIRLOGEUX, M. "Fatigue in Cable-Stayed Bridges". *XII Congres de la FIP, Washington, 1994, pp. 181-217.*
- [13] WATERHOUSE, Robert B. y SMALLWOOD, Rusell. "Fretting Fatigue of Galvanised Steel Roping Wire". *IABSE Workshop, El Paular, Madrid, 1992, pp. 271-277.*
- [14] WOLLMANN, Gregor P. ; YATES, David L. ; BREEN, John E. ; y KREGER, Michael E. "Fretting fatigue in post-tensioned concrete beams". *ACI Structural Journal, v. 93, No. 2, March-April 1996, p. 172-179.*
- [15] YUYAMA, K. y WATANABE, J. "Innovative New Type of Cable-Stayed Bridge - Yashiro Bridges of Hokuriku Shinkansen Line -". *Prestressed Concrete in Japan. 1998. XIII FIP Congress National Report (Amsterdam, Holland), Japan Prestressed Concrete Engineering Association, Tokyo, 1998, p.99-102.*