

EL PUENTE COLGANTE DE TRAMOS MÚLTIPLES MÁS LARGO DEL MUNDO:

Taizhou en China

El puente de Taizhou (Foto 1 y 2) que se ubica en la provincia de Jiangsu en China, ha sido reconocido en el año 2014 con el Premio de Estructura Excepcional (OStrA; "The Outstanding Structure Award") que auspicia la Asociación Internacional para Puentes e Ingeniería Estructural (IABSE, por sus siglas en inglés); asociación internacional que reconoce a los proyectos por su importante contribución, tanto a la profesión de la Ingeniería Civil como a la sociedad en su conjunto. El Premio, constituye una de las más altas distinciones concedidas por IABSE y reconoce, en diferentes regiones del mundo, algunas de las estructuras más notables, innovadoras, creativas y estimulantes; considerando también la sostenibilidad y el respeto por el medio ambiente, como factores importantes.

El merecido galardón le es concedido al proyecto de este puente, en un certamen en el que también quedaron como finalistas: el "Kings Cross Occidental Concourse Roof" del Reino Unido, la "Torre Cantón" en China, y el centro comercial y de entretenimiento "Las Arenas" en España; sobresaliendo el puente chino por reconocerse como un espectacular hito de la ingeniería y la construcción para salvar grandes distancias. Los críticos asienten que con el Puente Taizhou, considerado actualmente entre los 25 puentes colgantes más largos del mundo, se marca hoy el comienzo de una nueva generación de larga vida de los puentes colgantes continuos.

A decir de varios especialistas, se trata de un enorme proyecto cuya excelencia, innovación y creatividad le conceden un logro extraordinario; con el Puente de Taizhou se empujan las fronteras de la tecnología de los puentes colgantes a nuevos niveles, al haberse además constituido este como el más largo puente colgante de tramos múltiples del mundo, con tres pilas y dos vanos largos principales.



Foto 1

Foto 2



22

Imagen tridimensional del Puente de Taizhou en Jiangsu, China.



Fuente: <http://www.centra.cl/engineering-en/>.

Vista del Puente de Taizhou en Jiangsu, China.



Fuente: L'Hermitte, 1969.



Provincia de Jiangsu en la República Popular China.



Otros puentes resultan más largos y con un espacio entre pilares más grandes, como es el caso del Gran Puente de Akashi Kaiky, en Japón; aunque el de Taizhou resulta especial por sus dos enormes vanos centrales de 1080 m y dos cables de suspensión de 3110 metros de longitud, sustentados por tres pilas; que a la vez soportan los tramos laterales de 390 m hacia cada orilla del río Yangtzé, sin interrumpir su flujo.

Abierto al tráfico el 25 de noviembre de 2012, el también ganador de los “Structural Awards 2013” tiene además entre sus más altos reconocimientos sus 9,726 metros de longitud total, así como la resistencia y flexibilidad que debía lograrse en la torre central de 203 m de altura; reto que según los jueces de este prestigioso certamen, fue superado con éxito. Según cifras oficiales, su construcción costó unos 400 millones de dólares, a lo que también agregan los especialistas que rompió con la estampa tradicional de los puentes apoyados en dos pilas, como es el caso del “Golden Gate” de San Francisco (Foto 3).

En general, en el mundo se evidencia una tendencia hacia la preferencia de los puentes con dos torres centrales, lo que por consiguiente implica el contar con dos pilas dentro del río, y no en la orilla. En el caso del Puente de Taizhou, se utilizó solo una torre central reforzada, con el propósito de reducir el número de pilas dentro del río, y por supuesto reducir al máximo el impacto en el flujo de agua.

Señalan los especialistas que lideran estos grandes certámenes, que las características de un puente de suspensión de tres apoyos, resultan marcadamente diferentes a las de un puente de suspensión tradicional de dos apoyos. La elección de este diseño de puente de suspensión de tres apoyos (solo una torre dentro del río), es elegida para reducir el impacto medioambiental, entre lo que con mayor fuerza figura el propósito de minimizar el impacto sobre el caudal del río, permitiendo acelerar el desarrollo de las instalaciones portuarias y facilitando la navegación de embarcaciones.

En el certamen del año 2013, el Puente de Taizhou fue galardonado con el Premio Superior de Excelencia en Ingeniería Estructural, así como con el Premio a la Carretera y a la Estructura de Puente de Ferrocarril; premios que son avalados por ingenieros en estructuras de todo el mundo. Con la ciudad de Nankín como capital, Jiangsu (Fig. 1) es una de las provincias económicamente más pujantes de China; su territorio se divide visiblemente en dos partes, por el trazo del río Yangtzé. La parte ubicada al sur del río, corresponde a una región de economía altamente desarrollada; con prósperas ciudades que limitan con el municipio de Shanghai. La parte que se extiende al norte del río es rica en recursos naturales, pero su ubicación hacia el interior del país, propicia en ella que no se encuentre bien comunicada.

La ciudad de Taizhou, se ubica en la amplia llanura que se extiende por el centro de la provincia; más concretamente, en la orilla norte del curso inferior del río Yangtzé, justo en la línea divisoria entre la parte norte y la sur, considerándose como un importante centro de transbordo de materias primas y productos. Por lo que el puente de Taizhou, se constituye como un elemento importante de desarrollo de infraestructura en el este del gigante asiático. Y que además de sus impresionantes logros en el campo de la ingeniería estructural, también desempeña un rol protagónico como catalizador del desarrollo futuro en la región, y como eslabón de la red de autopistas en la provincia de Jiangsu y la región del delta del río Yangtze.

Con tres sendas de tráfico en cada dirección, en un ancho de calzada de 33 m, su construcción comenzó en agosto del año 2007 con la instalación de la torre central y con la construcción de algunas de las cimentaciones.

La pieza clave y más atractiva de este proyecto es su torre central. La base de este pilar, ubicada en el centro del río, es una estructura con forma de cajón de dimensiones de 58 por 44 metros con una altura total de 76 m, dividida en dos partes, cada una de 38 metros de alto. La parte inferior fue concebida a base de acero prefabricado, mientras que la parte superior es de concreto reforzado. La torre central fue construida con dos tipos diferentes de acero, en función de los niveles de tensión resultantes del cálculo estructural desarrollado para el fin.

Se evaluaron los niveles de seguridad, en el puente colgante de tres pilas, considerando tres aspectos importantes. Primeramente, en las condiciones críticas de carga, con toda la carga viva en un vano principal y sin carga en el otro, se evaluaron las deflexiones verticales; de manera tal que dichas deflexiones se encontraran dentro de un rango tolerable. El otro aspecto fue la fricción entre la zona de apoyo y el cable principal, que se debió considerar para evitar que este último se deslizará.

El tercer aspecto a evaluar buscó que se cumpliera con la seguridad y con la estabilidad de la torre central; para lo cual la rigidez longitudinal de la torre media debía ser suficiente, para permitir la flexibilidad y la rigidez a flexión; adaptándose su comportamiento a las características del sistema de suspensión. De acuerdo a esto, y dado que la torre central actúa como soporte para los cables del tramo principal, con el propósito de reducir las fuerzas internas en los cables y anclajes, en el diseño se evaluaron variantes de torres en forma de "A", "I" o de "Y" invertida, optándose por esta última al ofrecer un factor de seguridad adecuado, con una sección razonable (Foto 4).

Con este diseño se conseguía una rigidez longitudinal máxima, con una separación de apoyos inferiores de entre 30 y 35 m. Se comprobó también que con una separación inferior a 32 m se producían presiones negativas en la base de la torre; por lo que finalmente se adoptó una separación entre apoyos de las "patas" de la "Y" invertida de 34.75 metros; uniéndose estas a una altura de entre 65 y 70 metros y llegándose a alcanzar una altura total de algo más de 200 metros.

Las torres laterales resultaron en igual diseño pero con 20 metros menos de altura (183 metros), motivado mayormente por la estética; dejando su eje principal con una altura de 98 m en la torre sur y de 103 m en la norte. La estructura de cada pila se yergue en cada orilla del río a base de concreto reforzado, cuya cimentación se compone de 46 pilotes de fricción de 2.8 metros de diámetro cada uno.



Foto 3

Foto 4



Puente Golden Gate que se apoya en dos pilas, en San Francisco, California.



Fuente: <http://kids.britannica.com/comptons/art-54887/Jiangsu-Province-China>.

Vista lateral de la base de la torre central del Puente de Taizhou.



Fuente: <http://www.bridgeweb.com/Article/>.

Asimismo, los cables que sujetan los tableros están formados por 184 cordones prefabricados, donde cada uno de ellos consta a su vez de 91 cables de acero galvanizado de 5.5 mm de diámetro, con una resistencia a tensión de 1670 MPa.

Esta estructura salva la distancia sobre el río en un sitio con cierta complejidad. En el sitio de emplazamiento del puente, el río Yangtzé tiene un ancho de 2.1 km. Los cauces a ambos lados del puente tienen diferentes profundidades; el cauce más hondo presenta una profundidad de 30 m y el otro una profundidad de 17 m.

No solo la belleza impresiona en este hito estructural, el proyecto del Puente de Taizhou ofrece una singular contribución a la ingeniería de puentes moderna, sin dejar de mencionar su estratégica ubicación que le hace figurar como un significativo eslabón para el desarrollo futuro de varias ciudades del este de China y de la región del Yangtzé. **C**

REFERENCIAS:

- Bridge Design Engineering, (2012). "FEATURE / Taizhou triple". <http://www.bridgeweb.com/Article/default.aspx?id=2621&typeid=3>
- Doug Scott, (2014). "OCEA Project Finalist – The Taizhou Bridge". The Civil Engineering Blog & News Network. <http://blogs.asce.org/ocea-project-finalist-the-taizhou-bridge/>
- Construction Innovation Forum (2014), "Taizhou Three Tower Suspension Bridge -Innovation Description". 2014 NOVA Award Nomination 18.
- GAO YAN y QI JUAN, (—). "Un nuevo motor impulsa el desarrollo de Taizhou". <http://www.chinatoday.com.cn/hoy/2k3/2k303/06.htm>
- IABSE, (2013). "Taizhou bridge in Jiangsu, China". International Association for Bridge and Structural Engineering. http://www.iabse.org/IABSE/association/Award_files/Outstanding_Structure_Award/thaizou_bridge.aspx

PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN ACI-IMCYC

Técnico para Pruebas en el laboratorio - Nivel 2

28 y 29 de Octubre de 2015



Objetivo:

Certificar que el aspirante ha demostrado el conocimiento y la capacidad para realizar de manera adecuada, registrar y reportar los resultados de procedimientos avanzados de laboratorio para agregados y concreto de cinco procedimientos ASTM básicos de laboratorio.

Profesor:

Ing. Genaro L. Salinas - Profesor IMCYC

Incluye:

- Normas ASTM del Manual del Técnico CP-18(14)
- Evaluaciones escrita y de desempeño
- Certificado y Credencial del American Concrete Institute, ACI
- Servicio de café