

EMPRESAS ESPAÑOLAS CONSTRUYEN LOS PRINCIPALES PUENTES  
ATIRANTADOS EN EL NUEVO CONTINENTE

# Iconos futuros de América

JAVIER R. VENTOSA

Que la ingeniería española de puentes figura a la vanguardia mundial en este campo es algo que se percibe en toda su extensión en América. En este continente, de Canadá a Colombia pasando por Estados Unidos, constructoras e ingenierías españolas protagonizan hoy la construcción de algunos de los principales puentes de tipología atirantada, gigantes estilizados de acero y hormigón sobre las aguas que son elevados a la categoría de iconos allí donde se levantan.

**E**legantes, de apariencia liviana, idóneos para salvar un amplio rango de luces (más de 1.000 metros), versátiles y más económicos que los puentes colgantes de los que han evolucionado, los puentes atirantados son hoy una tipología muy extendida que, además, conforma símbolos de modernidad allí donde se construyen. Esta tipología, reconocible por los altos pilonos y los tirantes de acero anclados al tablero, cuenta con espléndidos ejemplos en Europa (Oresund, Millau, Normandía, Vasco de Gama, Rion Antirion y Constitución de 1812 en Cádiz; otras referencias españolas son los puentes de Rande –primero de su clase en ser ampliado–, Barrios de Luna y Centenario), es empleada masivamente en Asia (sobre todo en China) y se generaliza en América.

En este continente, constructoras e ingenierías españolas, encuadrados en consorcios multinacionales, despliegan hoy su *know how* y experiencia en el diseño y construcción de este tipo de estructuras viarias, campo en el que sus profesionales figuran a la vanguardia mundial. De las ocho grandes obras, por magnitudes y presupuesto, de puentes atirantados que hoy se construyen en América (Nuevo Champlain en Canadá, Gerald Desmond, Harbor Bridge, Mario M. Cuomo y New Goe-

thals en EE UU, Tercer Puente del Canal en Panamá, Mercosur en Venezuela y Nuevo Pumarejo en Colombia), están presentes en la mitad, habiendo participado en las licitaciones de casi todos los restantes. Es un registro histórico, que aún puede superarse dado que compañías españolas son finalistas en los concursos de los otros tres grandes proyectos de atirantados a adjudicar este año en América (Gordie Howe en EE UU, Cuarto Puente del Canal en Panamá y Salvador-Itaparica en Brasil). A continuación se detallan las principales obras de atirantados con presencia española en este continente.

### PUENTE NUEVO CHAMPLAIN

Este proyecto, promovido por el Gobierno de Canadá, contempla la sustitución del viejo puente Champlain, uno de los más transitados de Canadá (140.000 vehículos/día), al final de su vida operativa (data de 1962), por un nuevo puente sobre el río San Lorenzo que mejore la capacidad y seguridad de un acceso clave a la isla de Montreal que forma parte del corredor de San Lorenzo, una de las principales rutas de intercambio comercial con EE UU. El contrato de diseño, construcción y mantenimiento por 30 años del puente se adjudicó en 2015 al consorcio hispano-canadiense Signature on the

Saint Lawrence, formado por Dragados Canadá, Flatiron Constructors (filiales de ACS) y las locales SNC-Lavalin y EBC, con un presupuesto de 1.800 M€ y plazo de ejecución de 42 meses. La obra, una de las mayores en Norteamérica, incluye el puente Nuevo Champlain, la construcción de otro puente de 470 metros en la isla de Soeurs, la ampliación de la autopista 15 y la mejora de las rampas de acceso hacia otras dos autopistas. El futuro puente está llamado a ser el nuevo símbolo de la ciudad de Montreal.

La estructura, que se construye en paralelo al puente Champlain, es un puente mixto (hormigón-acero) de 3.400 metros de longitud formado por un tramo central atirantado, con un vano principal de 240 metros y gálibo vertical de 38 metros sobre el canal de San Lorenzo, más los viaductos de acceso, con vanos de 80 a 84 metros. La altura máxima de las pilas es de 38,50 metros. El pilono central, constituido por dos torres de hormigón gemelas de 170 metros de altura, se asienta en una isleta del río. La estructura presenta tres tableros independientes, dos laterales que albergarán tres carriles para el tráfico (de 21,6 y 17,3 metros de ancho cada uno) y otro central de dos carriles para el transporte público (10,8 metros de ancho). El tablero más ancho incluye un carril bici. El vano principal atirantado será metálico y los vanos secundarios, mixtos. La estructura ha sido diseñada para tener una vida operativa de 125 años.

Los trabajos arrancaron en 2015, con la construcción de cinco muelles para las operaciones fluviales y la prefabricación de piezas. La cimentación subacuática ha

consistido en la excavación del lecho del río a 5 metros de profundidad y la instalación de estructuras prefabricadas formadas por encepado y arranque de pila, de 900 toneladas y 11x11x14 metros cada una, operaciones realizadas con precisión milimétrica con apoyo de medios marítimos especiales y GPS. A finales de julio la cimentación estaba terminada, con 38 encepados más arranques emergiendo del agua y los 36 restantes en tierra ya ejecutados, incluido el del pilono. Ahora se procede al recrecido de los fustes con piezas de hormigón prefabricadas y al montaje de los cabeceros de acero que sustentarán los tableros, en forma de W y de 261 toneladas de peso. Luego vendrán la ejecución del pilono, el montaje de sus 60 tirantes y la ejecución del tablero. Se espera que los trabajos estén acabados en el verano de 2018. Además de las filiales de ACS, en la obra participan las ingenierías Ideam y Pedelta (asistencias técnicas) y las metalúrgicas Megusa, Dizmar y Tecade (suministro de cabeceros y cajones metálicos).

## PUENTE GERALD DESMOND

Proyecto destinado a construir una nueva conexión entre el continente y la isla Terminal en el puerto de Long Beach (California), segundo en importancia de EE UU, por donde pasa el 15% de la carga contenerizada importada. El nuevo puente sustituirá al existente, de 1968, con un tráfico de 68.000 vehículos/día y, sobre todo, un gálibo vertical de 45 metros sobre la boca del

## También en Europa

*Empresas españolas también protagonizan los dos grandes proyectos de puentes atirantados en desarrollo en Europa en 2017, ambos en el Reino Unido. En Escocia, el pasado 4 de septiembre, la reina Isabel II inauguró el puente Queensferry Crossing sobre el estuario de Forth (en la imagen), pieza central del programa de mejora de accesos a la costa este escocesa, que ha construido un consorcio liderado por dos filiales de ACS (Dragados y Hochtief). El puente, de 2.638 metros, es la mayor estructura atirantada de tres torres del mundo y tiene una anchura de 39,6 metros, apta para seis carriles. Está formado por un tramo central atirantado, con dos vanos de 650 metros entre tres pilonos de distinta altura (202, 210 y 202 metros) y dos tramos de aproximación de 223 metros, más dos viaductos de acceso, siendo el tablero de tipo mixto. Su coste final se eleva a casi 1.500 M€. El puente se ha construido en paralelo a los vecinos Forth Bridge (1890, de ferrocarril) y Forth Road Bridge (1964, que se destinará al transporte público), conformando una inédita reunión de estructuras de ingeniería civil de tres siglos.*

*Más al sur, cerca de Liverpool (Inglaterra), se desarrolla desde 2014 el otro gran proyecto británico, Mersey Gateway, concesión que aliviará la congestión del puente Ju-*

*bilee (80.000 vehículos/día) sobre el río Mersey mediante un nuevo puente entre Runcorn y Widnes, además de la renovación de 9 kilómetros de carreteras. FCC participa en el consorcio Merseylink, que construye, explotará y mantendrá durante 30 años el puente, diseñado a su vez por un consorcio con presencia de las ingenierías Eptisa y Fhecor. El puente, de 2.130 metros, tendrá un tramo central atirantado de 1.000 metros sobre el estuario del río, dividido en cuatro vanos con luz máxima de 318 metros, y tres pilonos de 110, 80 y 125 metros. La plataforma, de 42 metros de ancho, albergará seis carriles de peaje. Debe estar concluido este otoño.*

*Sin dejar las islas Británicas, Dragados (ACS) construye en New Ross (Irlanda) el puente sobre el río Barrow, estructura extradosada (una tipología de los atirantados) de 887 metros cuyo vano principal será récord mundial en este tipo de puentes. En este país ya firmó otro atirantado notable, el puente sobre el río Suir en Waterford (465 metros). Y en la otra punta de Europa, en el mar Adriático, dos empresas españolas han mostrado interés por construir el puente de Peljesac, de 2,4 kilómetros de longitud y 55 metros de altura, que será la mayor estructura atirantada de Croacia.*

canal de acceso al puerto apto para buques de hace medio siglo, pero no para los grandes navíos actuales, lo que limita la operatividad del puerto. El proyecto de construcción del nuevo puente y de demolición del antiguo, promovido por el Departamento de Transporte de California y el puerto de Long Beach, se adjudicó en 2012 al consorcio SFI, formado por la estadounidense Shimmick, la española Fomento de Construcciones y Contratas (FCC) y la italiana Impregilo, con una inversión que hoy ronda los 1.300 M€. La construcción arrancó en 2013, pero un año después el proyecto se modificó para reforzar las especificaciones antisísmicas de la estructura, lo que se tradujo en un nuevo proyecto para el vano principal. El futuro puente, primer atirantado que se construye en la Costa Oeste de EE UU, será un nuevo icono para Long Beach, para Los Ángeles y para toda California.

El nuevo puente, que se construye en paralelo al existente, es una estructura de 2.660 metros formada por un tramo central atirantado de 610 metros, con un vano principal de 305 metros y dos vanos de aproximación de 152 metros, flanqueado por dos viaductos de acceso de

900 y 1.155 metros, con vanos de 57 a 69 metros. El gálibo vertical sobre el Back Channel es de 62 metros, el mayor de los atirantados del país, y permitirá el paso de las nuevas generaciones de portacontenedores. En la mediana del tramo atirantado se disponen dos torres de fuste único de 154 metros —las segundas más altas de un atirantado en EE UU—, de cada una de los cuales surgen dos planos de 10 cables que se anclan al tablero; los viaductos de acceso están soportados por 90 pilas de altura variable (8-60 metros). La cimentación ha sido uno de los condicionantes del proyecto al construirse sobre un antiguo campo petrolífero, con numerosos pozos, lo que ha determinado que sea de tipología profunda, con 350 pilotes de hormigón de 2,5 metros de diámetro hincados a 50 metros, entre ellos los correspondientes a los encepados de los pilonos. El tablero, de 47 metros de ancho, está formado por vigas metálicas sobre las que se colocan losas prefabricadas de canto completo. Sobre el mismo se dispondrán dos calzadas con tres carriles cada una —el puente actual alberga solo dos por sentido—, más carriles de emergencia y un carril doble para ciclistas y peatones.

## Otros proyectos americanos en marcha

*Las constructoras e ingenierías españolas mantienen hoy en América una importante cartera de proyectos de puentes de distinta tipología centrada en la obra nueva y la mejora de estructuras existentes. Estos son los proyectos principales:*

*En EE UU, estas empresas, a través de filiales, desarrollan proyectos en media docena de estados, generalmente reconstrucciones y ampliaciones de estructuras en autopistas, además de los proyectos de Long Beach y Corpus Christi. Por la cantidad de obras en marcha destaca ACS, que construirá el puente Rodanthe (3,9 km) sobre el mar en Carolina del Norte y el puente arco Wellsburg (1,6 km) sobre el río Ohio en Virginia Occidental. OHL, por su parte, participa en el proyecto Restoring the George, de rehabilitación del puente neoyorquino George Washington, el más transitado del mundo. Ambas compañías reconstruyen puentes singulares en otros cuatro estados. Más al norte, en Canadá, con referencias recientes como el puente de Beauharnois (2,5 km) a cargo de Acciona/Dragados, el puente atirantado Nipigon (252 m) co-ejecutado por Ferrovial y la obra del Nuevo Champlain, en Edmonton se acaba de inaugurar el puente arco de Walterdale, obra de Acciona con diseño de Pedelta.*

*En México, con referencias como el viaducto San Marcos, obra de FCC, OHL ejecuta el Libramiento Elevado de Puebla, viaducto continuo de 13,3 km sobre una autopista que reducirá la congestión. Previamente ya empleó la tipología de segundos pisos para sus concesiones urbanas Viaducto Elevado Bicentenario (22 km), Urbana Norte (9 km) y Poetas (1,6 km), todas en México DF. En diseño, la oficina de Carlos Fernández Casado tiene varias referencias en el país azteca, la última de ellas el puente Barra Vieja (470*

*m) en Guerrero, con singular tipología de velas de hormigón. Más al sur, en Centroamérica, hay otras referencias como la rehabilitación de los puentes de Las Américas y Centenario en el Canal de Panamá, obra de FCC, y el viaducto de acceso al puerto de Moín (Costa Rica), de 1 km de longitud, que construye el Grupo Puentes.*

*La presencia en Sudamérica es más relevante, sobre todo en Colombia, con planes de infraestructuras que prevén la construcción de cientos de puentes y viaductos. En este país, además del Nuevo Pumarejo, Sacyr construye el singular puente Hisgaura, atirantado de 653 metros, vano central de 330 metros y pilono principal de 147 metros (será el más alto de Sudamérica), diseñado por Pedelta. Y para cruzar el río Magdalena se ejecutan dos estructuras con firma española: OHL construye un puente viga de 1.360 metros en Puerto Berrío (Antioquia) como parte de la concesión Magdalena 2 y Pedelta firma el diseño de un atirantado de 390 metros en Honda (Tolima). Junto a referencias recientes en Colombia (viaducto atirantado en Bucaramanga), Ecuador (puente Chiche en Quito), Perú (puente Chilina en Arequipa) y Paraguay ("superviaducto" de Madame Lynch en Asunción), empresas españolas desarrollan dos notables proyectos en Chile: el puente Treng Treng Kay Kay (240 metros), atirantado en obras en la Araucanía, a cargo de un consorcio liderado por Assignia, con diseño de Apia XXI; y el puente industrial sobre el Bio-Bio en Concepción, que con sus 2,5 kilómetros será, tras el colgante de Chacao, el segundo más largo del país, a construir por OHL a partir de 2018. Y en Ecuador, Eurofinsa lidera el consorcio que construye el puente viga Guayaquil-Samborondón sobre el río Daule, de 780 metros.*

El proyecto ya ha superado el 60% de ejecución, con las dos torres de atirantamiento, terminadas, sobresaliendo por encima del viejo puente. A ambos lados del canal se yerguen las pilas de los viaductos de acceso, con buena parte del tablero ya construido. Como novedad, FCC ha introducido por primera vez en California el sistema de cimbra autolanzable, habitual en España. Mediante esta técnica se ejecutan los vanos de mayor altura, mientras que los de menor altura se han ejecutado con cimbra cuajada al suelo. La obra deberá concluir en la primavera de 2019. Además de la constructora, otra española presente en la obra es la ingeniería Fhecor, co-diseñadora del proyecto del tablero de los viaductos y que también ha revisado el proyecto de las autocimbras.

## PUENTE DEL PUERTO

En Corpus Christi, localidad de Texas bañada por el golfo de México, un consorcio de ACS desarrolla las primeras fases del proyecto US 181 Harbor Bridge Replacement, que supondrá la construcción del mayor puente atirantado de EE UU. Se trata de una iniciativa del Departamento de Transporte de Texas que, como en Montreal y Long Beach, tiene por objeto la sustitución de un puente obsoleto (una estructura metálica de 1959 y 1,7 kilómetros que presenta un gálibo inadecuado para el acceso de grandes buques al puerto, sin arcones, con una pendiente elevada, una alta tasa de accidentalidad e intensidad media de 60.000 vehículos/día) por una nueva estructura que garantice la eficiencia y seguridad de un corredor viario, y que además permita la navegación por el canal de acceso al tercer puerto petroquímico del país de los megabuques que cruzan el Canal de Panamá ampliado. El diseño, obra y mantenimiento del proyecto se adjudicó en mayo de 2015 al consorcio formado por Dragados USA y Flatiron, ambas filiales de ACS, por un importe cercano a 1.000 M€. El proyecto contempla la actuación sobre un corredor de 10,3 kilómetros que, además del nuevo puente, incluye la reconstrucción en 4 kilómetros de tres autopistas adyacentes y la demolición del puente existente.

El nuevo puente, que como en los casos previos se ejecutará al lado del existente, será una estructura de 3.900 metros de longitud con un tramo central atirantado y sendos viaductos de acceso, que presentará una luz principal de 504 metros, un gálibo vertical de 62,4 metros –apto para el tránsito de megabuques– y un ancho de 44,2 metros. Cuando esté terminado “será el récord mundial entre los puentes atirantados de hormigón pretensado con plano único central de atirantamiento”, hoy ostentado por el puente d'Iroise francés (400 metros de luz y 23 metros de ancho), según datos de la ingeniería española Carlos Fernández Casado SL, que asesora al consorcio durante las fases de proyecto y construcción. Otro rasgo desta-

cable son sus dos torres de atirantamiento, de 163 metros, que serán la estructura más alta de la ciudad costera y cambiarán su *skyline*. Para los viaductos de acceso se construirán 45 pilas de distinta altura. El puente incorporará dos tableros independientes, cada uno de los cuales albergará tres carriles (de 3,6 metros cada uno) y dos arcones (de 3 metros de ancho), más un carril-bici compatible para peatones en uno de los tableros.

La ceremonia oficial de inicio del proyecto se celebró en el verano de 2016, aunque ha sido a partir de marzo pasado cuando los operarios han iniciado la preparación del terreno y el traslado de maquinaria pesada. Una vez ensayadas las características del subsuelo se prevé comenzar las cimentaciones en el mes de septiembre, tareas que se prolongarán hasta final de año. Está previsto que la construcción del puente y la reconstrucción de las vías adyacentes se prolongue hasta la primavera de 2020, mientras que la demolición del puente existente está fijada para un año después.

## PUENTE NUEVO PUMAREJO

El consorcio SES Puente Magdalena, liderado por dos filiales de Sacyr, construye en Barranquilla (Colombia) el puente Nuevo Pumarejo, una de las obras más relevantes de Sudamérica y la mayor estructura atirantada del país. Este proyecto, que el Instituto Nacional de Vías (Invías) adjudicó en abril de 2015 por importe de 223 M€ y un plazo de 36 meses, releva al puente Pumarejo, construido en 1974, con un doble fin: mejorar la comunicación entre Barranquilla y Santa Marta mediante la ampliación de la capacidad vial entre ambas ciudades (se pasará de un carril por sentido en el puente actual a tres) y habilitar el río Magdalena para la navegación fluvial de buques de gran calado mediante la eliminación del puente actual, principal obstáculo para el tráfico naviero dado su limitado gálibo vertical (12 metros). El nuevo puente, con gálibo de 45 metros y una distancia transversal libre de 340 metros, propiciará el paso de los buques del tipo *handy-size* (el 70% de los de transporte marítimo) y convertirá al Magdalena en una de las principales vías de comunicación de Colombia al hacer accesible su interior a navíos de gran tonelaje procedentes del Caribe. El proyecto, elaborado por un consorcio hispanocolombiano liderado por la valenciana Ivicsa, se modificó a instancias de Sacyr para adecuarlo al nuevo proceso constructivo por parte de la ingeniería madrileña Ideam, que también realiza la asistencia técnica a la constructora durante la ejecución.

El Nuevo Pumarejo se construye a 22 kilómetros de la desembocadura del río Magdalena y a 30 metros aguas abajo de la estructura actual. Será un puente de 2.173 metros, lo que lo convertirá en el noveno más largo de su tipo de Latinoamérica. Estará constituido por un tra-

---

mo central atirantado de 800 metros dividido en cinco vanos, con un vano central de 380 metros y gálibo vertical de 45 metros, y flanqueado por dos viaductos de acceso: el de la margen izquierda, de 618 metros y nueve vanos con una luz tipo de 70 metros, del que se desprenden dos ramales que suman 660 metros; y el de la margen derecha, de 755 metros y 11 vanos de 70 metros de luz máxima. Los dos pilonos de la estructura estarán formados por un fuste único de 6 metros de canto longitudinal, con una altura de 133 metros, y de cada uno de ellos se desprenderán 17 parejas de tirantes de sujeción y otros tantos de retenida. La altura de las pilas será variable, siendo la máxima de 35 metros. Los tableros estarán formados por una sección cajón de hormigón de 3,65 metros de canto. La plataforma del tramo atirantado, con 38 metros de anchura, será la mayor de los puentes colombianos, y albergará dos calzadas separadas por una mediana, con tres carriles por sentido, berma y carril-bici.

La obra, iniciada a finales de 2015, está en pleno desarrollo. La cimentación está finalizada, incluidos los dos encepados de los pilonos, de 40x40 metros, ejecutados en el río, cada uno con 20 pilotes de 2,8 metros de diámetro perforados a 50 metros de profundidad. En ambas márgenes y en una isla situada en el cauce se

---

alzan ya las 36 pilas del proyecto. El tablero se ejecutará mediante tres métodos diferentes: ejecución *in situ* y ejecución vano a vano mediante cimbra autolanzable en los viaductos de acceso, y construcción mediante avance por voladizos sucesivos en el tramo atirantado. En los trabajos se emplea una de las mayores autocimbras del mercado, de 130 metros y 1.400 toneladas, que estrena un sistema constructivo inédito en Colombia, así como un carro de avance que está batiendo récords. Dadas las magnitudes de la cimentación y los malos terrenos en superficie, “hemos tenido que emplear medios auxiliares especiales, como perforadoras de gran tamaño y grúas de hasta 260 toneladas”, afirma Juan Pablo Durán, director del proyecto, quien resalta la compleja operativa de los trabajos en el río, apoyada por tres remolcadores y 14 barcasas, y la exigente logística del proyecto. Otras singularidades son el modelado del puente en 3D, los tratamientos térmicos del hormigón en la fabricación y puesta en obra para afrontar las altas temperaturas tropicales, la construcción de dados de hormigón junto a los pilonos para resistir el impacto de buques y el empleo de drones para monitorizar los trabajos en altura. Cuando esté terminado, será el nuevo símbolo de la región Caribe colombiana. ■