

NUESTRA PASIÓN POR LA INNOVACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA POLÍTICA PROACTIVA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO JUNTO CON LA CONTINUA CAPACITACIÓN DE NUESTRO PERSONAL TÉCNICO NOS PERMITE IR A LA PAR DE LAS EXPECTATIVAS DE NUESTROS SOCIOS Y CLIENTES

Revista Deal

# DEALMAG- 2





**02** DEAL: SOLUCIONES QUE MARCAN LA DIFERENCIA

**04** DEAL EN TODOS LADOS

**06** VIADUCTO GRAN MANGLAR / Colombia



**10** DESARROLLO DE MANHATTAN WEST / EE.UU.



**14** TRES PRINCIPALES PUENTES ATIRANTADOS EN NORTE AMÉRICA / Canadá / EE.UU.

**16** REEMPLAZO DEL PUENTE LESNER / EE.UU.

**18** PROYECTO DE LA LINEA EVERGREEN / Canadá

**20** RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE MOSES WHEELER / EE.UU.

**21** ROUTE DU LITTORAL HIGHWAY / Isla de la Reunión

**22** PROYECTO DEL METRO DE RIYAD / Arabia Saudita



**28** PUENTE WADI HANIFA / Arabia Saudita

**30** CALLE JAMAL ABDUL NASSER / Kuwait



**34** MRT KUALA LUMPUR / Malasia

**36** ESTACIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA ULU JELAI / Malasia

**38** SISTEMA MRT PARA LA CIUDAD DE HO CHI MINH / Vietnam

**40** METRO DE DOHA / Qatar



**44** NUEVO VIADUCTO DE CONEXIÓN VIAL DE DOHA / Qatar

**45** PUENTE HONG KONG-ZHUHAI-MACAO / China

**46** PUENTE AL SEWYRAH / Irak

**48** EL PROYECTO LIANTANG / China

**49** PROYECTO DEL PUENTE DE LA BAHÍA HANGZHOU / China

**50** CONEXIÓN DE LA GRAN VIA NORTE / Nueva Zelanda



**52** ENSANCHAMIENTO DE LA M4 / Australia

**53** METRO DE SÍDNEY / Australia

**54** CARRETERA TAJUNG PRIOK / Indonesia

**55** CONSTRUCCIÓN DE VIADUCTO PARA EL METRO DE RENNES / Francia

**56** EQUIPOS ESPECIALES



# DEAL SOLUCIONES QUE MARCAN LA DIFERENCIA

Continuamos nuestra misión de adaptarnos a las nuevas necesidades y requerimientos que surgen de los cambios en las tecnologías y expectativas de los clientes



El continuo y significativo aumento de los ingresos de Deal en los últimos años -a pesar de la crisis financiera global- confirma la alta calidad y el posicionamiento enfocado tanto de nuestros equipos como de nuestros servicios. Nuestra pasión por la innovación y la implementación de una proactiva política de investigación y desarrollo, junto con la continua capacitación de nuestro personal técnico, nos permiten estar a la altura de las expectativas de nuestros socios y clientes.

La adquisición de Tensa le brindó a Deal la capacidad de completar la gama de productos y servicios ofrecidos a sus clientes.

Me enorgullece informar que más y más clientes están recurriendo a Deal, no sólo como proveedor de equipos, sino también como socio a largo plazo con quien buscan desarrollar soluciones innovadoras. Además, la participación cada vez más frecuente de Deal en diseños estructurales permanentes, así como también en el suministro de asistencia técnica durante la fase de construcción, nos permite ofrecer un paquete totalmente integrado que garantiza las soluciones más eficientes, confiables y económicas.

Tengo el privilegio de presentar en esta publicación una selección de los proyectos más desafiantes e innovadores de todo el mundo en los que Deal ha participado.

Deal continúa su misión de adaptarse a las nuevas necesidades y requerimientos derivados de los cambios en las tecnologías y las expectativas de los clientes.

*Alessandro Rovera*

DIRECTOR EJECUTIVO DE DEAL

# DEAL EN TODOS LADOS

## Conversación con Gilberto Dreas, Director del Departamento de Ingeniería para Deal

**C**ómo nacieron los Servicios de Ingeniería de Deal y qué diferencia a Deal de otras empresas de ingeniería en el desarrollo de tales servicios?

Para entender cómo se creó el departamento de servicios de ingeniería de Deal, necesitamos retroceder en el tiempo y comenzar desde los años 80, cuando una nueva división, especializada en puentes y construcción de viaductos, comenzó a desarrollarse en la oficina técnica de Rizzani de Eccher. Unos años más tarde, en 1994, esta división se convirtió en una empresa de escala completa llamada Deal, la cual se centró exclusivamente en la provisión de equipos especializados para la construcción de puentes y viaductos. Pronto, sin embargo, a todo el mundo le quedó claro que Deal no podía simplemente actuar como proveedor. El mercado requería un socio capaz de desarrollar un diseño que tuviera en cuenta no sólo las exigencias convencionales, sino, sobre todo, la constructibilidad del trabajo. Así nació el Departamento de Ingeniería.

—¿Qué servicios de ingeniería ofrece Deal??

Los servicios de ingeniería de Deal se pueden agrupar en tres categorías principales:

### 1. Licitación y diseño conceptual

En particular, para proyectos de diseño y construcción, Deal puede ayudar a los licitadores ofreciendo conceptos de diseño para obras especializadas, desarrollando metodologías de construcción y cronogramas, preparando remisión de ofertas y coordinando actividades de los demás diseñadores especializados involucrados, con el fin de desarrollar juntos el diseño y las soluciones técnicas más adecuadas. Cuando Deal se involucra en las fases posteriores a la licitación, no sólo ejecuta las obras de acuerdo con las especificaciones



del cliente, sino que también ofrece soluciones de ingeniería de valor para ayudar a reducir los costos del ciclo de vida, mejorar la calidad y reducir los impactos medioambientales.

### 2. Diseño detallado

Para producir un diseño eficiente y construible, se deben considerar las restricciones impuestas por la metodología de construcción, así como también los criterios de diseño específicos del proyecto. La experiencia a largo plazo de Deal en prefabricados y erección de estructuras de hormigón pretensado le añade un valor significativo al desa-

rollo de cualquier parte del paquete de diseño.

### 3. Ingeniería en la construcción

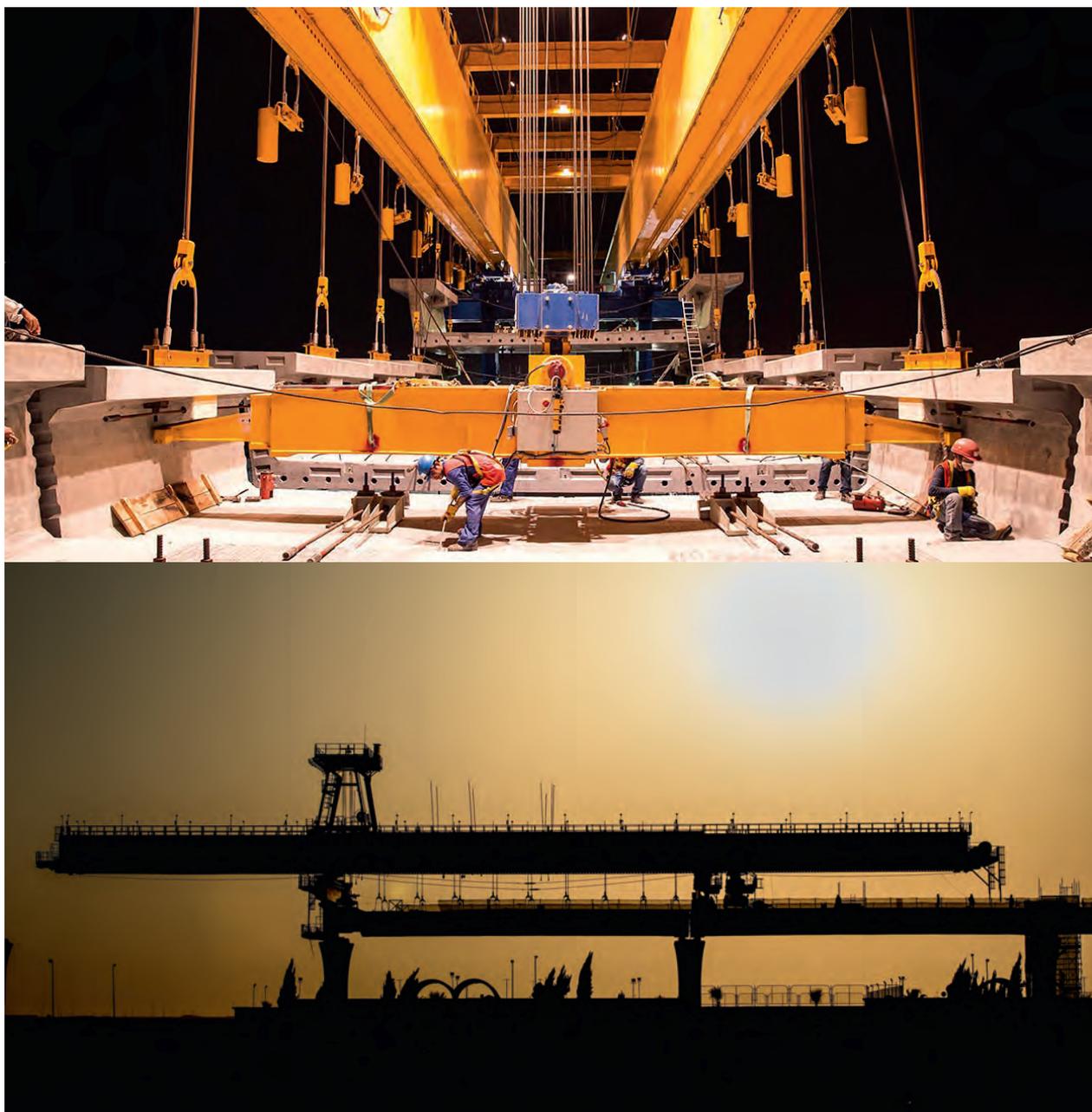
Además del diseño detallado, se requiere un amplio conjunto de actividades de ingeniería para permitirle a los directores de construcción desempeñarse de manera segura y oportuna. La eficiencia en la construcción es el objetivo principal de Deal al desarrollar servicios de ingeniería de la construcción. Es por ello que los ingenieros de proyecto de Deal han recibido capacitación en obras alrededor del mundo y hablan con los equipos de trabajo de los contratistas 'en su propio idioma'.

—¿Podría usted destacar los últimos proyectos exitosos del departamento de ingeniería en Deal?

Sí, entre los proyectos de los últimos años, quisiera destacar estos dos en particular:

El primero es el proyecto Viaducto Gran Manglar, en Cartagena de Indias, Colombia. Al inicio, cuando empezamos con el Consorcio de Diseños Costera, responsable de ejecutar el proyecto, se contempló que la obra era una construcción tradicional que implicaría labores invasivas en el área de la laguna.

Con base en la experiencia de diseño y construcción de equipos para hincado de pilotes para el proyecto Bypass de Washington, Deal ha propuesto una solución similar, pero revisada, teniendo en cuenta las características específicas del sitio -primero, la alta sismicidad de la región. Se ha aprobado el diseño conceptual de esta solución tecnológica, junto con el presupuesto de costos, lo que se traduce en un impacto medioambiental muy limitado. Bajo el convenio entre Rizzani de Eccher Colombia y Consorcio de Diseños Costera, Deal ha sido responsable de implemen-



tar el diseño detallado, la ingeniería de la construcción y las secuencias de construcción identificando soluciones específicas para este proyecto, entre las siguientes: 1) aislamiento sísmico para reducir esfuerzos y 2) introducción de juntas en los pilotes, debido a condiciones geológicas continuas que requieren pilotes más largos.

El segundo proyecto es el Metro de Doha – Línea Roja Norte, Elevado y a tierra, en el que Deal se integró, desde la fase de licitación, en el estudio de la solución estructural. En esta fase, Deal ha aplicado la experiencia adquirida en el diseño y construcción

de obras similares e introdujo una serie de optimizaciones en el concepto estructural, lo cual ha permitido ahorros significativos de los costos del cliente. Después que a RLR JV se le adjudicara el proyecto, a Deal se le delegó el diseño detallado y la ingeniería de construcción de todos los tableros y, en esta fase, se pusieron en práctica todas las optimizaciones propuestas en la fase de licitación. En consecuencia, la prefabricación y el lanzamiento de los tableros se completó sin ningún problema y antes de lo previsto en el cronograma. Además, en noviembre de 2016, se impuso un nuevo récord en este proyecto:

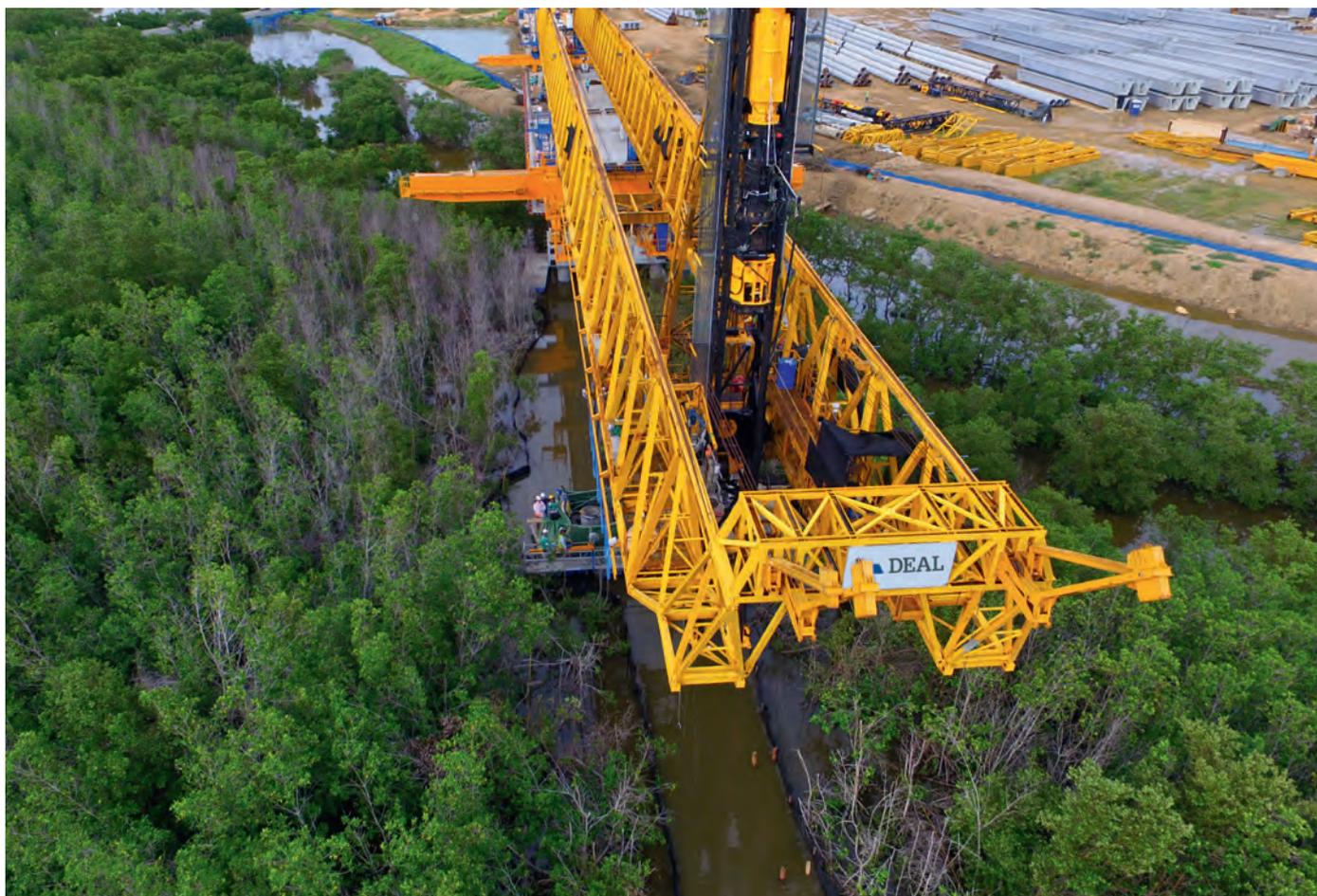
Deal utilizó el método vano a vano para erigir una sección que incluía vanos de 52 m de longitud con una sección transversal en forma de U. El trabajo consistió en generar una unidad de tablero continuo, con cuatro vanos con longitudes de: 34 m + 52 m + 52 m + 30 m. Este fue el primer uso de este tipo de estructuras, y Deal tuvo que ir más allá de los límites tanto en la metodología vano a vano como en el equipo de erección, para lograr tan desafiante objetivo. La solución innovadora también ha asegurado/ganado beneficios de costos, en comparación con el uso del tradicional método de voladizos sucesivo ▀

# VIADUCTO GRAN MANGLAR LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE MÁS LARGO DE COLOMBIA

**El uso de un método de construcción alternativo ha superado los desafíos del sitio y ha generado considerables beneficios en la construcción de un viaducto importante a través de humedales medioambientalmente sensibles**

La Agencia Nacional de Infraestructura de Colombia – ANI – está construyendo una autopista de 14,6 kilómetros para conectar las ciudades de Cartagena y Barranquilla. El objetivo es doble: en primer lugar, el deseo de convertir la Costa Caribe en la ruta logística más importante del país y, en segundo lugar, facilitar un mejor flujo de tránsito, garantizando viajes más fáciles tanto para turistas como para locales. Consorcio de Diseños Costera firmó un contrato de diseño, construcción y financiación con ANI para el proyecto, que se llama oficialmente “Proyecto Cartagena-Barranquilla y circunvalar de la prosperidad”. Sólo dos de 10 grupos que participaron en el proceso de precalificación presentaron una licitación en 2013 para las desafiantes labores de diseño, construcción y mantenimiento de la autopista. El contrato requería que la ruta pasara por pantanales ya gravemente afectados por la infraestructura, lo cual obstruía el flujo de agua hacia el Mar Caribe. Los pantanales ya han sido restaurados y son ahora reserva natural.





El método 'Top-Down' de construcción de un viaducto de 5,4 km de longitud, el cual permite la construcción de todo el viaducto, incluyendo los cimientos, con un acceso que solo es necesario desde la sección ya construida con soluciones a los desafíos ambientales, sociales, cronológicos y presupuestales

La convocatoria de licitación requirió aportes constructivos para el viaducto de 5,4 km de largo, lo cual se clasificó como un 'puente de voladizos sucesivos fraguado in situ'. El método de construcción para este tipo de puente tiene dos puntos principales. Desde el punto de vista ambiental, la instalación de los elementos propios del cimiento presenta desafíos, y también hay una problemática social, ya que la entrega del proyecto habría impedido que la población local pudiera seguir con sus actividades pesqueras. El contratista principal tuvo que demostrar que podía dar una solución. Rizzani de Eccher y Deal presentaron una ingeniosa solución que llevó al equipo a ganar la licitación como socio estratégico exclusivo del proyecto.

El innovador método de construcción 'top-down' es de extrema alta tecnología, pero sólo requiere una cantidad mínima de mano de obra y operaciones. El método ya había sido desarrollado por Deal y usado en el proyecto del Washington Bypass (Carolina

del Norte, EE.UU.), donde permitió la construcción de todo el viaducto, incluyendo el cimiento, enteramente mediante acceso desde la sección que ya había sido construida previamente por el mismo equipo. En Carolina del Norte se había desarrollado un par de estructuras de lanzamiento especialmente diseñadas para hincar los pilotes prefabricados, completar la colocación de los dinteles prefabricados y luego lanzar y colocar las vigas prefabricadas en tiempo récord. El sistema alcanzó una impresionante tasa de producción mensual de cinco vanos - típicamente de 36 m de largo - con un impacto mínimo en los humedales. La adopción de una solución similar para el proyecto en Colombia fue radicalmente diferente de la propuesta original y resuelve todos los requisitos y problemas del proyecto:

— **Medioambiental** — Evita la necesidad de dragado, losas de hormigón y construcción de vías de acceso, lo cual, de otro modo, habría dañado el medio ambiente durante años;

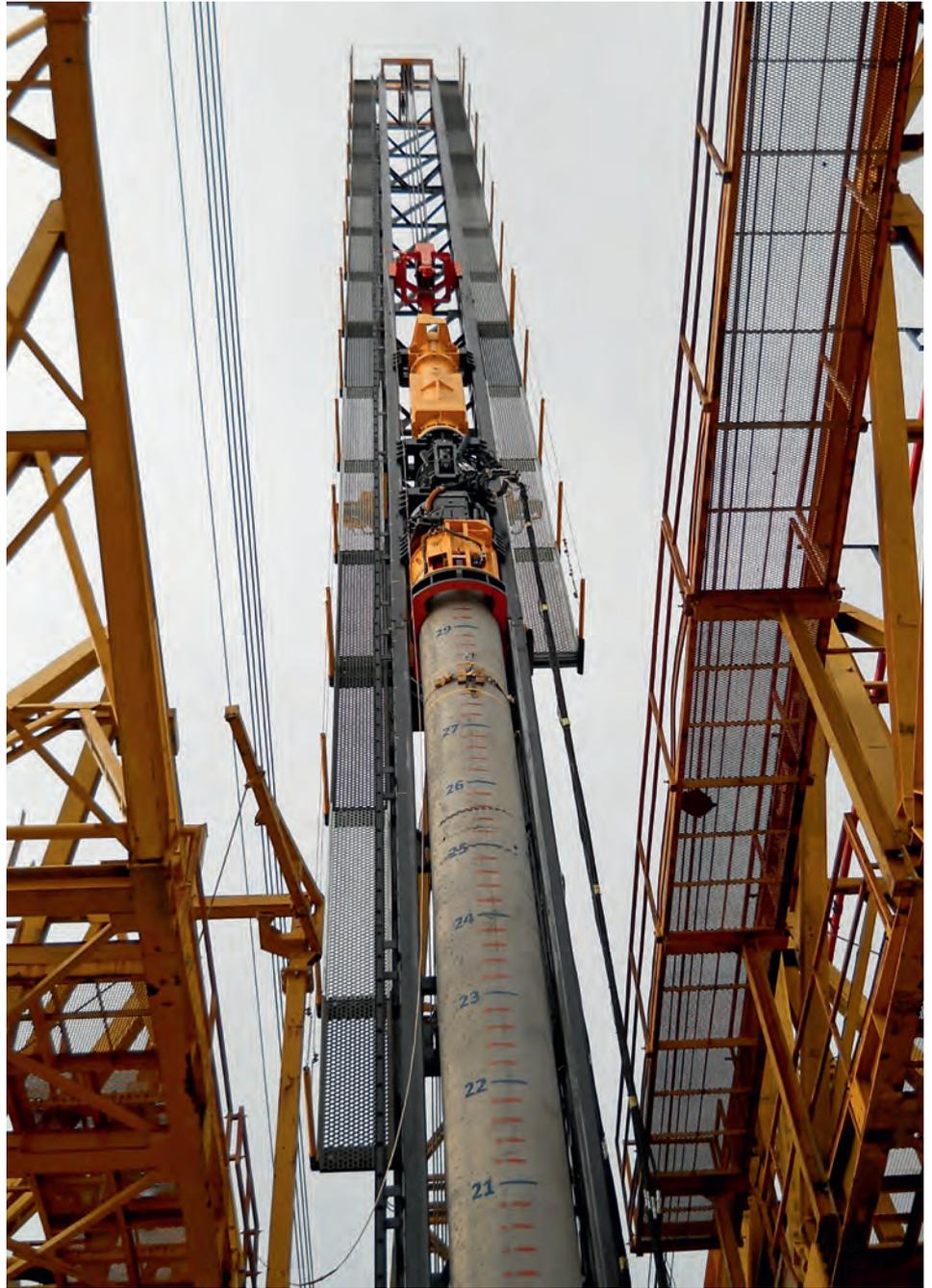
## VIADUCTO GRAN MANGLAR LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE MÁS LARGO DE COLOMBIA



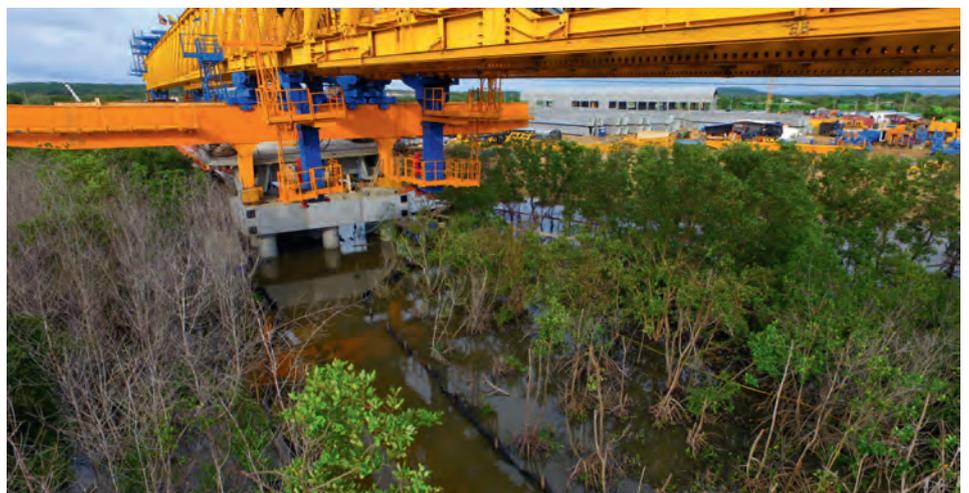
— Social - A pesar de las obras de construcción, la población local puede seguir utilizando los humedales para la pesca y la agricultura;

— Programa - El uso de prefabricados y procesos industriales en el proyecto le permite al contratista principal mantenerse en línea con los plazos de entrega programados;

— Costos - Rizzani de Eccher cuenta con la capacidad de ofrecer costos inferiores a los estimados originales de la oferta, gracias a la ingeniería de alto valor cualitativo y a los aportes de las diversas empresas del Grupo de Eccher implicadas en el proceso ▀



El innovador método de construcción 'Top-Down' es de extrema alta tecnología, pero sólo requiere una cantidad mínima de mano de obra y operaciones





#### **EQUIPO DE PROYECTO**

Cliente: Agencia Nacional  
 de Infraestructura  
 Contratista: MHC  
 and MECO Consortium  
 Subcontratista:  
 Rizzani de Eccher  
 Sucursal Colombia  
 Diseñador: Deal

#### **POR DEAL**

Diseño:  
 Diseño final de la superestructura y  
 la subestructura.

Equipo de Lanzamiento:  
 2 vigas de lanzamiento  
 para hincado de pilotes y erección  
 de viga.

Equipo del patio de prefabricados:  
 2 grúas pórtico 10 t  
 2 grúas pórtico 25 t  
 2 carretillas pórtico 55 t

Moldes prefabricados:  
 molde para viga de 37 m  
 molde para pilote de 42 m de largo  
 molde para pilote 36 m de largo  
 molde para pilote 24 m de largo  
 molde de cabezal de pilote de línea larga  
 3 mamparos para moldes de pilote  
Servicios de ingeniería:  
 Soporte para logística y diseño de  
 patio de prefabricados  
 Diseño de trabajos temporales  
 Control de geometría Secuencias de  
 erección  
 Hincado de pilotes de estructuras  
 temporales



# DESARROLLO DE MANHATTAN WEST

## Instalación de una cubierta sobre las vías férreas activas en la 'ciudad que nunca duerme'

**Se usó la tecnología de construcción de puentes en una aplicación innovadora para crear una gran plaza por encima de las atareadas líneas férreas de Manhattan**

Una escasez de terrenos edificables en Nueva York conllevó al principal promotor inmobiliario de la ciudad a ir tras de una solución creativa para maximizar el uso del limitado espacio disponible en un sitio de gran desarrollo. Brookfield Office Properties, propietaria y desarrolladora del Proyecto Manhattan West, necesitaba cerrar una amplia brecha por encima de las concurridas vías férreas en medio de un sitio de 7 millones de pies cuadrados. La solución llegó al observar la industria de la construcción de puentes y al usar maquinaria de construcción de puentes de alta tecnología para crear una cubierta sobre las líneas férreas.

El resultado es la plataforma de Manhattan West, un tablero segmental postensado de 10.200 metros cuadrados, compuesto por 16 'puentes' adyacentes, cada uno con una longitud de 73 metros. Cubre una brecha récord de 73 m x 146 m sobre 15 vías férreas activas que transportan a unas 800.000 personas por día, dentro y fuera de Penn Station.

La cobertura de la brecha requirió un extenso trabajo de ingeniería, lo que resultó en un pórtico de lanzamiento construido a la medida que se usó para posicionar las vigas segmentales prefabricadas/post-tensadas de 2.400 t por encima de las líneas férreas activas y sus sistemas electrificados de energía. Estas vigas ahora soportan una plaza pública y una zona de parqueo entre dos rascacielos.

El proceso de prefabricado fue parte esencial del proyecto, pero tales actividades

no se realizaron en el centro de Manhattan. En su lugar, se le entregaron los moldes a Jersey Precast, un fabricante local en Nueva Jersey - cuya mano de obra es significativamente más económica que las de Manhattan - para la integración en su planta. La longitud de los vanos junto con el nivel de segmentación requirió un control geométrico de alta precisión. El gran número de segmentos se derivó del requerimiento de limitar el tamaño de cada uno a 56 t para permitir su transporte a través de Manhattan. Como resultado, la longitud máxima para un segmento típico fue de sólo 1,93 m y los segmentos de pila fueron cortos, a tan solo 1,27 m.

Había entre 37 y 39 segmentos por viga, lo que significaba que incluso una ligera desviación en el plano horizontal habría causado un problema mayúsculo. El sistema de control de geometría proporcionado por Deal y el manejo exacto de los moldes le permitió al subcontratista conseguir una precisión excelente en la alineación.

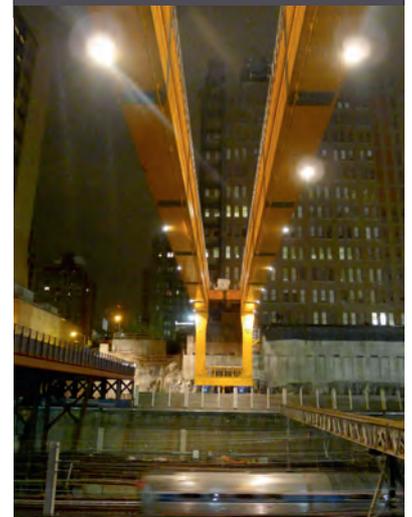
La eficiencia del ciclo para la prefabricación de segmentos se maximizó con la provisión por parte de Deal de tres moldes de línea corta para los segmentos típicos, un molde para segmentos de pila y un molde de línea corta ajustable capaz de moldear segmentos con grosor de alma variable.

Una carretilla pórtico suministrada por Deal se encargó de la zona de montaje en Manhattan, y también fue utilizada para descargar los segmentos traídos de noche para colocarlos en almacenes temporales. Los segmentos tenían que quedar apilados en dos niveles para maximizar la capacidad de almacenamiento.

Dos factores en particular contribuyeron al éxito del Proyecto Manhattan West:

— Las habilidades del ingeniero de cubiertas, McNary Bergeron, que diseñó

- Una solución prefabricada sin precedentes
- Creación de una plataforma segmentada post-tensada de 10.200 m<sup>2</sup>
- Lanzamiento de 16 'puentes' adyacentes para generar la plataforma
- Instalación de vigas segmentarias de 2.400 t prefabricadas/post-tensadas
- Adopción de una relación PT tres veces superior a la de las aplicaciones estándar para puentes
- Construcción de sobre más de 15 líneas férreas activas
- Uso de una viga de lanzamiento con una capacidad de elevación de 3.600 t
- Conexión remota de la viga elevadora con ingenieros y técnicos en Italia



## DESARROLLO DE MANHATTAN WEST

una viga prefabricada de concreto que con la capacidad de acomodar 100 t de torones post-tensados en su interior;

— La capacidad de Deal para fabricar un pórtico de lanzamiento de alta tecnología con capacidad para la fácil instalación de las 16 vigas.

El pórtico de lanzamiento era esencialmente capaz de moverse lateralmente sobre rieles; sus componentes principales eran un malacate y un sistema de descenso. Estaba hecha de 1.100 t de acero con una capacidad para levantar 3.600 t y presentaba un malacate de 90 t para manejar los segmentos individuales antes de que fueran unidos con resina epoxi y postensado para crear una gran viga única. Cada componente fue diseñado y fabricado en Italia y el pórtico de lanzamiento fue distribuido en más de 90 contenedores para su transporte marítimo hasta Nueva York. El proceso de ensamble de la cubierta fue muy parecido al de un puente secuencial vano a vano. La diferencia clave fue que se estaba construyendo una sola plataforma, por lo que no había necesidad de un pórtico que pudiera lanzar segmentos de pila a pila. En su lugar, el equipo se desplazó lateralmente para colocar un vano de puente completo adyacente al siguiente.

### SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN

La primera actividad en el sitio fue la instalación de una plataforma de protección temporal de acero sobre las líneas férreas. Esto cumplió el doble propósito de proteger las líneas férreas y proporcionar una cama de ensamble – la ‘fábrica de vigas’ – desde donde el pórtico de lanzamiento podría ser montado y las vigas 3 y 4 podrían colocarse en su lugar. Toda la operación fue diseñada para minimizar el tiempo necesario para el tensado de las barras PT y para completar las conexiones. El malacate levantó cada segmento con un gancho en C y lo colocó en su lugar en la parte superior de los gatos de rosca ajustable, sobre las dos vigas de acero en ‘I’ que constituían la plataforma de ensamble. Después se aplicó epoxi a las uniones y los tendones de primera etapa (24 cables) se conectaron con barras PT temporales y se tensaron.

Después de la tensión de la primera etapa, el sistema de descenso fue conectado a

los segmentos de pila por medio de ocho barras roscadas y luego el vano se movió a la zona de la segunda etapa donde los 10 cables PT restantes se tensaron y se llevó a cabo la inyección de lechada final antes de erigir el vano en su posición final.

El pórtico de lanzamiento se conectó de forma remota a ingenieros y técnicos en Italia, quienes supervisaron su funcionalidad y aseguraron de que todos los sensores e indicadores funcionaran correctamente. Después de que las dos primeras vigas estuvieron en su lugar, la plataforma de protección temporal de acero se retiró y la plataforma de ensamble se reubicó sobre los vanos 3 y 4 y se usó como la plataforma desde la cual se ensamblaron las vigas subsiguientes.

La relación PT para este proyecto – el peso del torón PT de acero por cada metro cuadrado de área de cubierta – es tres veces mayor que para las aplicaciones estándar de construcción de puentes.

Cada viga requirió 100 t de postensado suministrado por Tensa, filial de Deal, utilizando 20 tendones con 37 torones y 14 con 31 torones.

La evaluación preliminar del rendimiento del anclaje se realizó a través de pruebas específicas realizadas en el Laboratorio Estructural de la Universidad de Padua (Italia). Todos los tipos de anclajes utilizados en el proyecto (37MTAI15, 31MTAI15, 9MTAI15) se sometieron a pruebas de transferencia de carga bajo las condiciones esquemáticas de diseño, incluyendo la resistencia correcta del concreto (9,500 psi) y el espaciamiento del anclaje en los segmentos finales



### EQUIPO DE PROYECTO

Proyecto: Desarrollo de la Novena Avenida - Plataforma de Manhattan West

Cliente: Brookfield Properties

Diseñador: McNary Bergeron & Associates

Contratista general de diseño y construcción: Rizzani de Eccher (EE.UU.) Inc.

### POR DEAL

Equipo de lanzamiento Diseño y fabricación de:

Pórtico de lanzamiento para fabricación de vanos y lanzamiento de vanos

Transportador de segmentos sobre rieles para alimentar el equipo de lanzamiento

Carretilla pórtico sobre neumáticos para área de almacenamiento de segmentos

Plataforma de tensado móvil

Moldes de segmento prefabricados

Diseño y fabricación de:

3 moldes de línea corta para segmentos típicos

1 molde variable de línea corta para segmentos de transición

1 molde de segmento de pila

1 manipulador de segmentos

1 carrito especial para transportar segmentos a almacenamiento.

### POR TENSA

Sistema de postensado

Suministro de 320 tendones

completos formados por 37 torones junto con anclajes tipo 37MTAI15

Suministro de 212 tendones

completos formados por 31 torones junto con anclajes tipo 31MTAI15

Suministro de 72 tendones completos formados por 9 torones junto con anclajes de tipo 9MTAI15

Cantidad total de torones de acero de 0,6": 1.600 t

Equipo de instalación

Gatos de tensado de múltiples torones con bombas hidráulicas para uso con tendones de 37 torones

Gatos de tensado de múltiples torones con bombas hidráulicas para uso con tendones de 31 torones

Gatos de tensado completos de múltiples torones con bombas hidráulicas para usar con tendones de 9 torones

Máquinas de empuje de torones

Bombas de inyección de lechada

Asistencia técnica en la obra y servicios de ingeniería

# UN CONTRATISTA QUE SUPERVISA EL DESARROLLO A TIEMPO COMPLETO DE EQUIPOS INNOVADORES PARA LA CONTRUCCION



## **Conversación con Riccardo Castracani, Desarrollo Comercial para Deal, EE.UU.**

La presencia norteamericana de Deal inició hace más de 20 años con el suministro de un viga de lanzamiento de voladizos sucesivos en uno de los proyectos más prestigiosos de la época – el Puente de la Confederación hacia la Isla del Príncipe Eduardo en Canadá - y sigue hasta la fecha, solidificando su presencia y convirtiéndose, en esencia, en una solución integral, desde la perspectiva de medios y métodos, para proyectos complejos de puentes prefabricados segmentales. Nuestro alcance ha crecido gradualmente desde el suministro de equipos existentes hasta el desarrollo a tiempo completo de soluciones de equipos innovadores, influyendo a veces en el diseño actual de puentes e integrando soluciones ganadoras para nuestros clientes. Hemos tenido el privilegio de desarrollar relaciones duraderas con los princi-

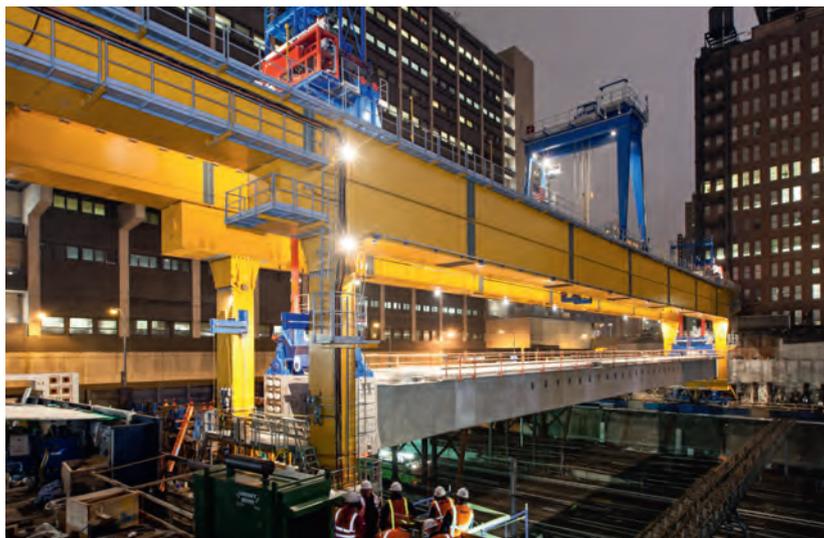
pales protagonistas de nuestra industria y hemos trabajado en proyectos representativos tales como: el puente Oakland Bay en San Francisco, el puente Port Mann en Vancouver, la Conexión Palmetto en Miami, la Arteria Central en Boston, la Conexión High-Five en Dallas y ¡muchos más!

Desde el diseño de los patios de prefabricación, hemos cubierto un gran trecho hasta llegar al suministro completo de equipos diseñados a la medida, incluyendo asistencia técnica, para ayudar a gestionar dichos equipos y proyectos. Un ejemplo destacado de innovación es la creación del 'Hincador de Pilotes' que se utilizó para construir el puente Washington Bypass de siete millas de largo, completamente con el método "Top-Down", hincando pilotes en voladizo usando una viga de lanzamiento, usando luego la misma armadura para erigir los cabezales prefabricados y

vigas prefabricadas, reduciendo el daño al medio ambiente a casi cero, ya que el acceso directo al sitio se proporcionó sólo desde la parte superior. Esto resultó en una oferta ganadora y en un proyecto extremadamente exitoso y rentable.

Con el paso de los años, Deal ha dominado el mercado norteamericano por la diferencia primaria sobre nuestros competidores: ya éramos contratistas antes de convertirnos en proveedores de equipos, y este trasfondo es fundamental para entender la totalidad de los problemas y encontrar la solución correcta que los resuelve de la manera más segura y práctica, dándonos una ventaja distintiva.

Nuestra trayectoria de más de 20 años ha sido un gran éxito y nos ha dado las herramientas para ofrecer continuamente seguridad y eficiencia ▀



## Un solo tipo de tecnología avanzada para cubrir tres grandes puentes atirantados en América del Norte

- PUENTE GOLDEN EARS (2007)
- REEMPLAZO DEL PUENTE PORT MANN (2009)
- REEMPLAZO DEL PUENTE GERALD DESMOND (EN CURSO)

- Suministro de equipo adecuado tanto para la construcción de componentes individuales como para la construcción de una rejilla de acero entera.
- Diseñado para asegurar la exactitud en el posicionamiento de elementos
- Capacidad de carga:  
Gerald Desmond 230 t, Port Mann y Golden Ears 100 t
- Anchura sin precedentes de 46,7 m en Gerald Desmond
- Alcance de elevación del equipo:  
Gerald Desmond 75 m,  
Port Mann y Golden Ears 60 m



**La ingeniería innovadora le ha permitido a Deal adaptar, reusar y desarrollar el diseño de sus bastidores especiales de elevación para cubrir los requisitos de tres de los proyectos más significativos de los últimos años de puentes en Norteamérica**

El Puente Golden Ears atraviesa el Río Fraser conectando las comunidades de Pitt Meadows y Maple Ridge hasta Langley, Surrey y más allá. La combinación del puente de seis carriles y una red de carreteras de 14 kilómetros ha creado un enlace rápido y conveniente que reduce los tiempos de viaje y la congestión del tráfico regional tanto para los residentes como para las empresas.

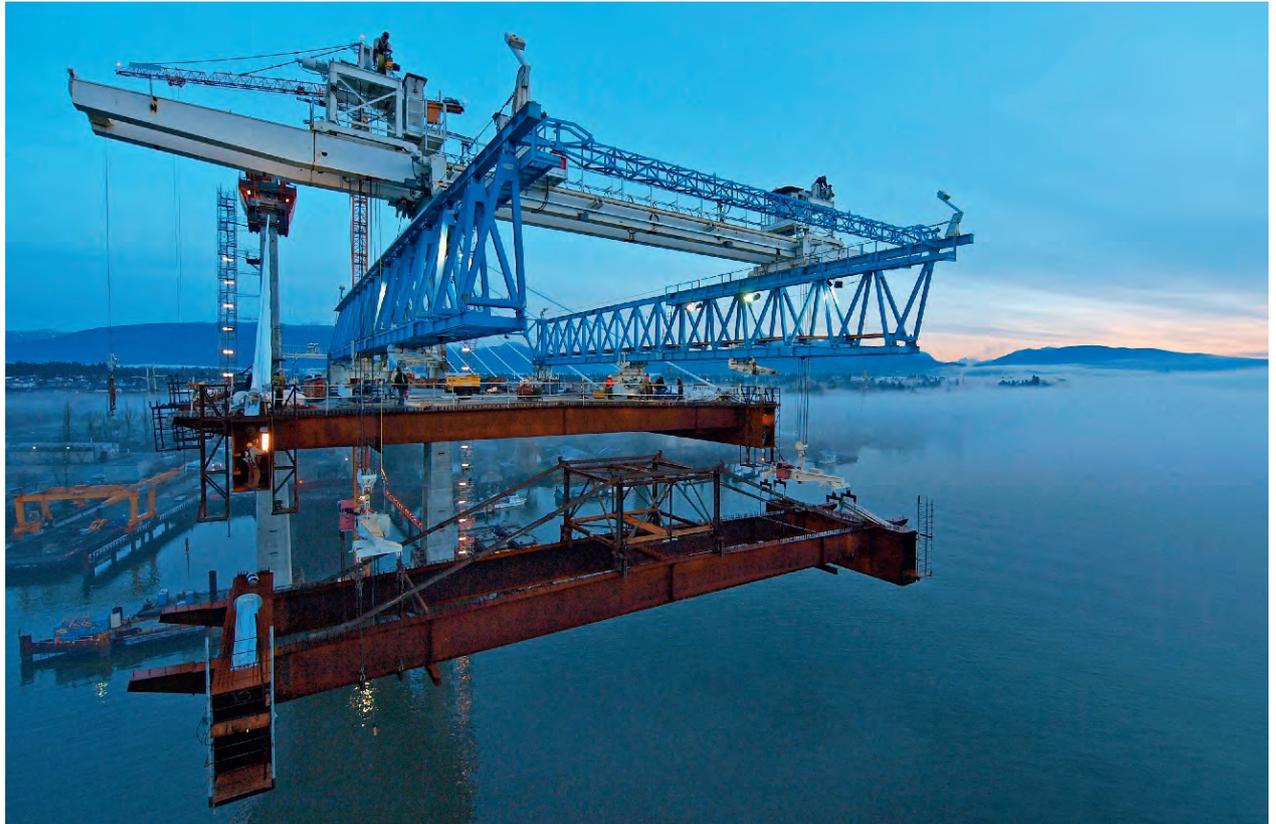
Para este proyecto, Deal diseñó y suministró un par de bastidores de elevación especiales para erigir los elementos de la parrilla de acero y los paneles prefabricados de concreto para el puente híbrido atirantado/extradado. El equipo era flexible en diseño y conveniente tanto para la erección de una red entera de acero levantándola desde el suelo o, alternativamente, para erigir componentes individuales, levantándolos desde la parte posterior. Una de las características principales del equipo es su precisión en el posicionamiento de los elementos, lo que es particularmente

importante en el caso de las juntas apertadas.

Dos años después, se requirió el mismo equipo para un nuevo proyecto en Canadá, y esta vez Deal suministró dos pares de bastidores de elevación especiales con las mismas características que el par anterior. El nuevo proyecto fue el reemplazo del antiguo puente Port Mann, que había sido construido a principios de 1960 cuando la población Metropolitana de Vancouver era de 800.000 habitantes. Al momento de su sustitución, el puente estaba apoyando los flujos de tráfico de más de 800.000 vehículos por semana. El puente de cinco carriles y la carretera adyacente no podían cubrir las crecientes necesidades de la zona y, como resultado, había congestión de hasta 14 horas diarias. El recién terminado Proyecto de Mejora para Port Mann/Autopista 1 ya ha reducido significativamente esta congestión y fue el proyecto de infraestructura de transporte más grande en la historia de la Columbia Británica.

El puente de 2 km de longitud se compone de tres secciones clave: el cruce principal atirantado del río Fraser, el acceso Sur en Surrey y el acceso Norte en Coquitlam.

El nuevo Puente Port Mann de diez carriles es uno de los puentes más amplios del mundo, ya que también está diseñado para acomodar tránsito rápido de trenes ligeros a futuro. El proyecto



también incluyó la expansión de 37 km de la carretera entre Vancouver y Langley, con 30 km de nuevos carriles para vehículos de alta ocupación y la sustitución de 9 conexiones viales.

En 2016, Deal se integró al proyecto para el reemplazo del Puente Gerald Desmond.

El arco de cruce en Long Beach, California, fue construido en 1968 a través del Canal Cerritos para proporcionar un enlace hacia Terminal Island. El antiguo puente ha sufrido recientemente problemas estructurales y de mantenimiento, así que la Autoridad Portuaria decidió sustituirlo con un nuevo puente atirantado de 61 m de separación vertical. El nuevo puente permitirá el acceso de buques portacontenedores más altos al puerto y será el primer puente atirantado de largo alcance en California.

Para la construcción de los vanos principales, Deal está suministrando dos pares de bastidores especiales de elevación. Aunque las capacidades del equipo son similares a las probadas en los dos proyectos anteriores - Golden Ears y Port Mann - el nuevo proyecto ha planteado verdaderos desafíos para los ingenieros de Deal. Entre ellos se encuentran la necesidad de aumentar la capacidad de los bastidores de elevación de 100 a 230 t, las dimensiones masivas del puente (ancho de 47,6 m) y el alcance de elevación requerido del equipo de 75 m. Además, se ha dedicado especial atención a la forma de la estructura principal del equipo, ya que no se puede permitir que interfiera con las estructuras estabilizadoras tempo-

rales de las grúas torre utilizadas para la construcción de los pilones principales.

En los dos primeros proyectos, se utilizó una estructura de acero llamada 'araña' para deformar elementos del puente que ya estaban listos para la erección con el fin de emparejar las juntas con las ya ensambladas, las cuales habían sufrido deflexiones por las cargas de la cubierta. Para el proyecto del Puente Gerald Desmond se ha desarrollado un nuevo concepto de 'araña' para minimizar el peso del equipo, lo cual siempre es crítico en términos de capacidad estructural. La innovación implica la creación de la contra-curvatura requerida de los elementos de acero mediante un sistema de tensado formado por cables y gatos hidráulicos controlados a distancia

#### PUENTE GOLDEN EARS

##### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: TransLink  
 Contratista: Golden Crossing  
 JV – Bilfinger & Berger y CH2M  
 Diseñador: Buckland & Taylor

##### POR DEAL

Equipo de lanzamiento  
 2 pares de bastidores LF-100

#### PUENTE PORT MANN

##### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: Provincia de Columbia Británica  
 Contratista: Sociedad General Kiewit-Flatiron

##### POR DEAL

Equipo de lanzamiento  
 2 pares de bastidores LF-100

#### PUENTE GERALD DESMOND

##### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: Estado de California  
 Departamento de Transporte  
 Contratista: SFI Shimmick – FCC – Impregilo JV  
 Diseñador: ARUP

##### POR DEAL

Equipo de lanzamiento  
 2 pares de bastidores LF-230

# REEMPLAZO DEL PUENTE LESNER, ABATIBLE O COLGANTE: UN SOLO EQUIPO HACE AMBAS COSAS



La corrosión llevó a la necesidad de reemplazar el Puente Lesner y las estructuras segmentales gemelas del nuevo cruce ahora abarcan la bahía de Chesapeake en la ciudad de Virginia Beach, Virginia.

El reemplazo se construyó usando una viga de lanzamiento especialmente remodelada que se usa en configuración 'abatible' o 'colgante'.

El ambiente marino agresivo había causado la corrosión que fue detectada en diferentes secciones del Puente original John A. Lesner, el cual había sido cons-

truido en 1957.

La ruta vital a lo largo de la vía US60 transporta 41.000 vehículos diarios y conecta la parte norte de Virginia Beach al destino turístico frente al mar.

Los puentes de reemplazo tienen una superestructura de viga-cajón curvada en pilares delgados, que son acentuados con curvas de barrido alternas que tienen el fin de imitar las olas a la entrada de Lynnhaven. Cada uno de los dos puentes cuenta con una cubierta de 16,4 m de ancho que acomoda dos carri-

La viga lanzadora permitió que los segmentos se suministraran desde la cubierta previamente erigida, evitando la necesidad de posicionar grúas grandes en la vía navegable o demasiado cerca de las líneas eléctricas adyacentes

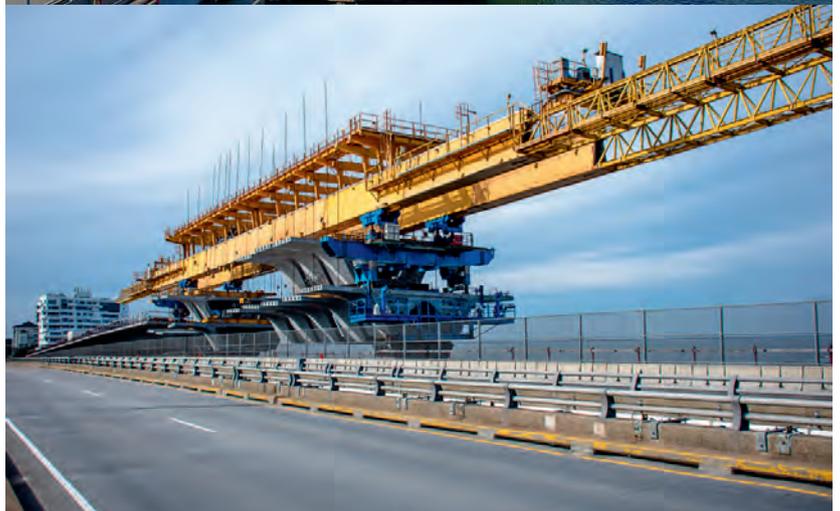
- Longitud de vano típica de 45,7 m
- Longitud máxima de vano de 68,6 m
- Suministro de una viga de lanzamiento reacondicionada
- Funcionamiento en configuraciones abatible y colgante



les de tráfico, con arcenes en cada lado y una ruta multi-usos en cada dirección. Las estructuras orientadas hacia el este y hacia el oeste podrían, si fuera necesario, acomodar tres carriles de tráfico en cada dirección en el futuro.

Deal firmó un acuerdo para el suministro de la viga de lanzamiento reacondicionada, incluyendo la realización de las modificaciones necesarias para permitir la construcción de la superestructura segmentada. La longitud típica del vano es de 45,7 m; sin embargo, el funcionamiento del equipo puede personalizarse para que también pueda erigir el vano principal de 68,6 m de largo. Los segmentos habilitados para el pórtico deben suministrarse desde la cubierta previamente erigida, evitando la necesidad de posicionar grúas grandes en la vía navegable o demasiado cerca de las líneas eléctricas adyacentes.

El aspecto más innovador del reacondicionamiento es el uso de la viga de lanzamiento de segunda mano de 123 metros de largo, que originalmente fue diseñada con una configuración 'colgante' y luego se reconfiguró a modo 'abatible' para el proyecto actual. Como resultado, el cliente tiene el beneficio de un sofisticado equipo que se puede utilizar en cualquier modo de erección en proyectos futuros



#### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: Ciudad de Virginia Beach, Virginia  
 Contratista: McLean Contracting Co.  
 Diseñador: FIGG

#### POR DEAL

##### Equipo de erección

Viga de lanzamiento para construcción vano a vano

# PROYECTO DE LA LÍNEA EVERGREEN AHORRANDO DINERO A TRAVÉS DE LA READAPTACIÓN DE EQUIPOS DE DEAL

## La adaptación innovadora de los equipos existentes de prefabricación y lanzamiento ha dado como resultado una solución eficiente y flexible para la sección elevada de un proyecto LRT en Vancouver

La línea Evergreen es la extensión en el este de Vancouver de la Línea Millennium, que se construyó a finales de los años noventa, utilizando también equipos de Deal. La extensión en general consistía en un tramo de túnel, varias secciones a nivel y también unos 3,5 km de vía elevada, que se construyó utilizando un método de erección prefabricada segmentada por vanos, lo cual no era algo nuevo para la Columbia Británica, ya que otros dos sistemas de rieles ligeros elevados ya habían sido construidos con la misma tecnología.

Para el Proyecto de la Línea Evergreen, las máquinas existentes de prefabricación que habían sido anteriormente suministradas por Deal fueron adaptadas y reacondicionadas para trabajar en la nueva extensión. La reutilización del equipo eliminó la necesidad de grandes inversiones, lo cual fue un beneficio particular ya que la sección elevada del proyecto no era como tal muy larga.

Deal llevó a cabo la retro-adaptación del equipo y reutilizó con éxito las mismas máquinas de prefabricación sin generar un impacto en la productividad ni en la calidad de los segmentos.

La erección se llevó a cabo utilizando una armadura de vano a vano con auto-lanzamiento, del tipo 'articulado con bisagras' para acomodar el radio de curvatura estrecho de la alineación. Este equipo también se había utilizado previamente en otra sección de la línea férrea elevada en Vancouver y fue adaptado para el nuevo proyecto.



La característica 'con bisagras' del equipo permitió que se usara una sola armadura para toda la sección de la línea elevada, con poca disrupción del tráfico local y de las comunidades.

Los equipos de vanguardia desplegados en el esquema garantizaron el desempeño a tiempo y acorde al presupuesto, y redujeron considerablemente las curvas de aprendizaje para un proyecto de este tamaño, especialmente porque el equipo no era nuevo en el área.

Deal trabajó en estrecha colaboración con el diseñador para asegurar que todos los aspectos del equipo fueran tenidos en cuenta en los requisitos de diseño final, anticipando cualquier problema antes de que surgieran. Este fue el ejemplo perfecto de un enfoque de diseño y construcción, con la disponibilidad de equipos impulsando las opciones de diseño al mayor grado posible, y con los diseñadores tanto de los equipos como del puente trabajando de la mano con el fin de entregar la solución más eficiente para el contratista

- 3er proyecto LRT de Deal en Vancouver
- Una solución innovadora para ofrecer flexibilidad lo cual ayuda al rendimiento general del proyecto
- Adaptación y reacondicionamiento por parte de Deal de máquinas de prefabricación existentes para reducir costos
- Instalación mediante una armadura de auto-lanzamiento 'vano a vano' del tipo de 'articulación con bisagras'
- Un desempeño dentro del plazo y acorde al presupuesto
- Curva de aprendizaje reducida
- Una solución completa de diseño y construcción
- Opciones de diseño impulsadas por la disponibilidad de equipos

### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: Provincia de Columbia Británica  
 Contratista: EGRT Construction  
 Diseñador: International Bridge Technologies Inc.

### POR DEAL

#### Equipo de erección

Una viga de lanzamiento articulada para la parte segmental elevada  
 Equipo de prefabricación  
 4 series de moldes de línea corta



# RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE MOSES WHEELER

## TECNOLOGÍA INTELIGENTE: USO DE UNA GRÚA PORTICO A LA MEDIDA EN UNA PISTA CURVADA



Una grúa pórtico especial, con el nombre código 'G19', ha sido diseñada por Deal para la reconstrucción del Puente Moses Wheeler que une Stratford y Milford en Connecticut, EE.UU.

**El proyecto demuestra cómo una extraordinaria solución mecánica, junto con la electrónica 'smart', pueden cooperar para crear equipos de alta gama para una tarea difícil**

La característica más distintiva de los equipos especializados es que sus carriles de pista tienen una alineación curva, con diferentes niveles y gradientes para cada riel.

El lado izquierdo del pórtico está dispuesto con una pata pendular para permitir la variación en el calibre del riel. Este requisito adicional para un calibre variable nació de la necesidad de trabajar en dos alineamientos distintos, con el fin de demoler el puente viejo y construir un reemplazo más ancho.

Un sistema electrónico controla en tiempo real la alineación de la plataforma superior del pórtico para tomar en cuenta los cambios de nivel y de gradiente.

Luego, los gatos se extienden/retraen

automáticamente para mantener la plataforma del malacate superior en posición horizontal.

Los grupos de ruedas se disponen con pines verticales para permitir el ajuste a lo largo del riel curvado. Además, la potencia de salida de los motores para las ruedas en el riel exterior es mayor que la de los motores interiores, para darle mayor velocidad a las ruedas exteriores en secciones curvas.

El equipo se mueve a lo largo de su pista a una velocidad de hasta 40 m/min. Como la alineación y la curvatura de la pista varían rápidamente, es imposible que el operador ajuste los parámetros manualmente. Un sistema de control 'inteligente' monitorea su posición mediante sensores de campo y ajusta automáticamente las patas telescópicas y la velocidad, al tiempo que verifica la carga sobre las ruedas para evitar descarrilamientos o volcamientos.

El operador de la grúa realiza las mismas actividades que en una grúa normal, pero está, de hecho, manejando un equipo sofisticado que brinda mayor productividad y un ambiente de trabajo más seguro, a pesar de operar en lugares extremos que serían inaccesibles para grúas pórtico estándar ▀



- Una grúa pórtico especial que se mueve a lo largo de una alineación curva
- Diferentes gradientes y niveles para cada riel
- Sistema de control electrónico 'Smart' para permitir una velocidad de hasta 40 m/min
- Alta productividad y un trabajo seguro mientras se trabaja en un lugar difícil

#### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: Connecticut DOT  
 Proyecto: Nuevo Puente Moses Wheeler  
 Diseñador: STV Inc. y GM2 Associates Inc.  
 Contratista: PCL Walsh

#### POR DEAL

Equipo de elevación  
 Diseño y fabricación de:  
 3 grúas pórtico especiales del tipo GC 63/16.6

## Suministro de una grúa pórtico segura e innovadora capaz de resistir vientos de 240 km/h

# CARRETERA ROUTE DU LITTORAL



- Nueva carretera costera construida sobre el Océano Índico
- viaducto de 5,4 km sobre columnas que emergen del mar
- Capaz de soportar vientos huracanados de 144 km/h y olas de hasta 10 m
- Velocidades de desplazamiento longitudinal cerca al límite (20 m/min cargado completamente, 60 m/min sin carga)



El proceso de erosión de las olas trae consigo un peligro constante para la carretera costera alrededor de La isla de la Reunión, situada al este de Madagascar, en el Océano Índico. Los derrumbes y las olas han elevado a 40 los cierres anuales de la ruta existente al pie de los acantilados de la isla.

Como resultado, la autoridad local francesa decidió trasladar la carretera costera sobre un puente que discurre paralelamente al perímetro de la isla, sobre columnas que salen del Océano Índico hasta una distancia desde 100 metros hasta 200 metros de la costa. Una vez finalizado en 2018, esta será la vía más cara que haya financiado Francia en términos de costos por kilómetro.

La nueva autopista costera de 12,3 km - Route du Littoral - contará con tres carriles en cada dirección y conectará Saint

Denis, la capital administrativa de La Reunión, con La Possession.

### Uno de los aspectos más complejos de la obra es la construcción del viaducto de 5,4 km sobre columnas que salen del mar

La estructura está siendo construida para soportar vientos huracanados de 144 km/h, así como olas de hasta 10 m.

El proyecto implica el uso de una gran flota de maquinaria pesada. Deal ha entregado una grúa pórtico especial con un vano de 65 m capaz de manejar los segmentos prefabricados de 350 t en el patio de prefabricados.

Los desafíos del proyecto presupusieron que las velocidades de desplazamiento longitudinal del equipo se fueran al límite: la grúa fue diseñada para manejar movi-

mientos seguros a 20 m/min completamente cargado y 60 m/min sin carga.

Los vientos fuertes y los tifones son comunes en la isla y, por ende, el diseño del sistema de aparcamiento ha sido también desafiante, para resistir vientos con velocidades de hasta 240 km/h

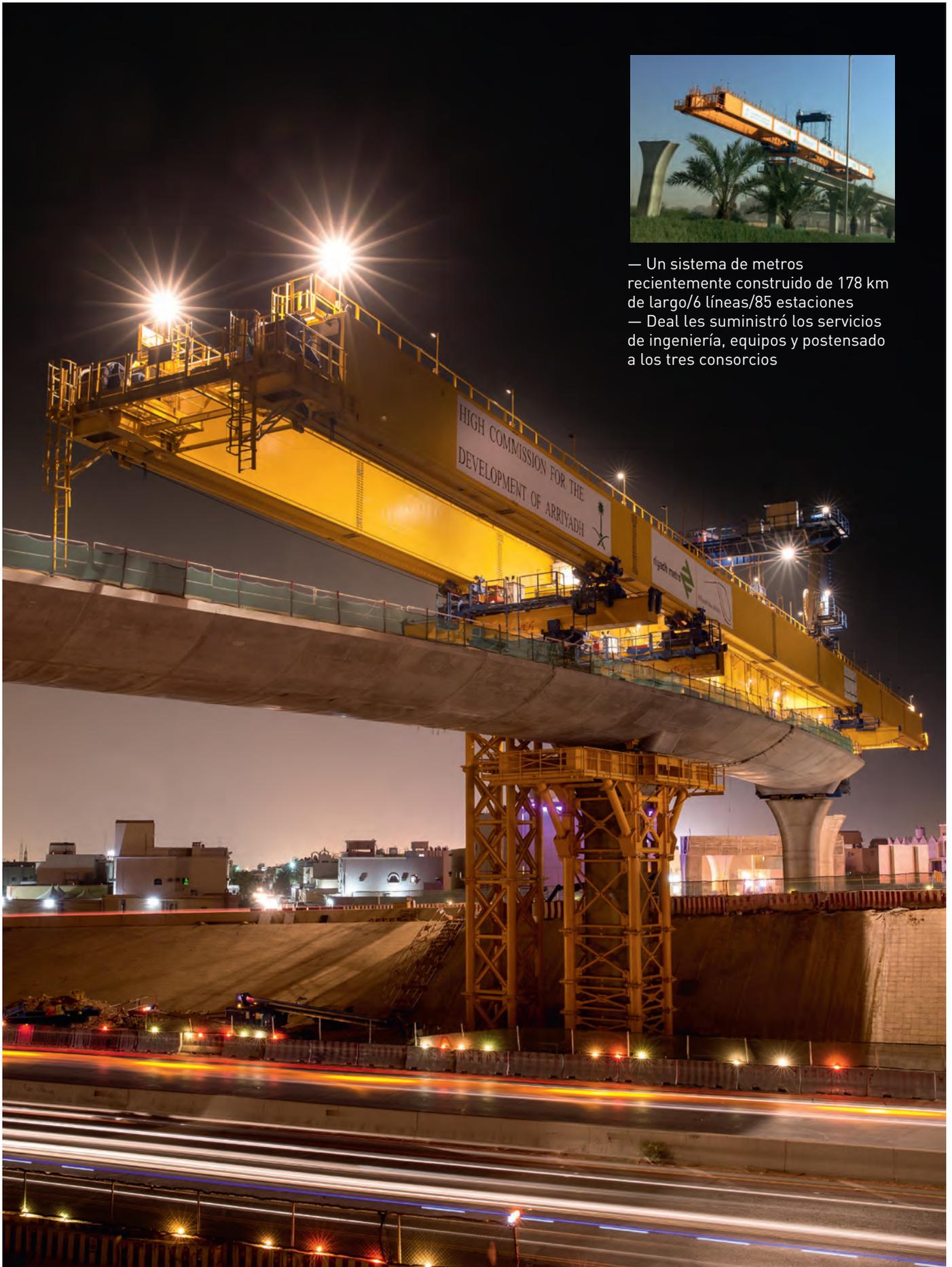
#### **EQUIPO DE PROYECTO**

Proyecto: Nouvelle Route du Littoral, Isla de la Reunión (Francia)

Contratista: Chantier NRL Viaduc

#### **POR DEAL**

Grúa pórtico de trabajo pesado con capacidad de 350 t y vano de 65 m



— Un sistema de metros recientemente construido de 178 km de largo/6 líneas/85 estaciones  
— Deal les suministró los servicios de ingeniería, equipos y postensado a los tres consorcios

# PROYECTO DEL METRO DE RIAD

## DEAL OFRECE SU CONOCIMIENTO Y EQUIPOS A LOS TRES CONSORCIOS DE CONSTRUCCIÓN



La población de Riad se sitúa actualmente en unos 5,7 millones de personas, pero se prevé que llegará a 8 millones en la próxima década. Sin embargo, sólo el 2% de los viajeros usan el transporte público y esto conllevó al Gobierno Saudí a la idea de desarrollar un sistema de metro de 178 kilómetros de largo para Riad. La red resultante, con seis líneas planificadas y 85 estaciones, es el mayor proyecto de infraestructura jamás emprendido en el Reino de Arabia Saudita.

El metro comprende una mezcla de secciones subterráneas, elevadas y a nivel. El trabajo se ha dividido en tres consorcios: — Nuevo Grupo de Obra Civil para la Movilidad de Riad, empresa conjunta formada por Salini Impregilo Spa (Italia), Larsen & Toubro (India) y Nesma & Partners Contracting JV (Arabia Saudita);

— Civil Works Joint Venture, una empresa conjunta entre Bechtel (EE.UU.), Altabani (Arabia Saudita), CCC (Arabia Saudita) y Siemens (Alemania);

— El Consorcio FAST, una empresa conjunta entre FCC Construcción (España), Samsung (Corea del Sur), Alstom (Francia), Strukton (Holanda), Freyssinet SA (Arabia Saudita), Tyspa (España) y Setec (Francia).

Deal ha sido subcontratado por los tres consorcios para integrarse al proyecto, proporcionando servicios de ingeniería, equipos y materiales de postensado. Este es un logro increíble, así como un desafío significativo que demuestra una vez más que la compañía es un líder mundial en la industria de la construcción de puentes ▀

# PROYECTO DEL METRO DE RIAD LÍNEAS AZULES Y VERDE (LÍNEAS 1 Y 2)

## Construcción eficiente por el método vano a vano



**El método vano a vano se está utilizando para lograr altas tasas de erección en la construcción de las secciones elevadas de dos líneas de metro**

Civil Works Joint Venture, compuesto por las conocidas empresas Bechtel, Altabani, Consolidated Contractors Company y Siemens, es responsable del diseño y construcción de las líneas 1 y 2 de la red del Metro de Riad.

La línea 1 (Línea Azul) corre en dirección Norte-Sur a lo largo de las calles Olaya y Batha, partiendo desde un área ligeramente al norte de la calle Salman Bin Abdul Aziz y terminando en el barrio Dar Al Badia en el sur. El metro será primordialmente subterráneo, cruzando un túnel perforado a lo largo de las calles Olaya y King Faisal, aunque será elevado en un viaducto a lo largo de la calle Batha y en los extremos norte y sur. La línea 1 se extiende sobre una longitud de aproximadamente 38 km y cuenta con 22 estaciones, además de cuatro estaciones de intercambio que proporcionan conexiones a las otras cinco líneas.

La línea 2 (Línea Verde) atraviesa bajo tierra a lo largo de un túnel perforado que atraviesa la calle King Abdulaziz, entre el centro histórico King Abdul Aziz y la base aérea de Riad, antes de conectarse con la carretera King Abdullah. La línea se extiende por cerca de 12,9 km y cuenta con 10 estaciones, además de dos estaciones adicionales que conectan las líneas 1 y 2.

Todas las secciones elevadas se están construyendo usando el método segmental de vano a vano.

El método vano a vano se basa en un ciclo



#### **EQUIPO DE PROYECTO**

Cliente: Autoridad de Desarrollo de Riad (ADA)

Contratista: Bechtel – Almbani – CCC - Siemens JV (BACS)

Diseñador: Aecom

#### **POR DEAL**

##### Equipo de lanzamiento

Diseño y fabricación de:

5 vigas de lanzamiento para erección vano a vano

2 nuevos bastidores de elevación para erección con voladizos sucesivos

2 bastidores de elevación de segunda mano para erección con voladizos sucesivos

##### Grúas pórtico para patio de prefabricados

Diseño y fabricación de:

4 grúas pórtico para segmentos

y bodegaje en patio de prefabricados

##### Moldes para segmentos prefabricados

Diseño y fabricación de:

13 moldes de línea corta para segmentos típicos vano a vano

6 moldes de línea corta para segmentos de pila vano a vano

2 moldes de línea corta para segmentos de una sola vía vano a vano

1 molde de línea corta para segmentos de pila de una sola vía vano a vano

2 moldes de línea corta para segmentos típicos en voladizos sucesivos

1 molde de línea corta para segmentos de pila en voladizos sucesivos

1 molde de línea corta para segmentos de junta de expansión en voladizos sucesivos

3 moldes de línea corta para segmentos de estación

de producción que comienza en el patio de prefabricados, donde se fabrican los segmentos y termina con el equipo de erección que construye físicamente el puente. Deal ha proporcionado todos los equipos necesarios para todo el proceso - 29 moldes de prefabricado, cuatro grúas pórtico, cinco vigas de lanzamiento y cuatro bastidores de elevación. Deal tiene que diseñar, fabricar y entregar todo el equipo de acuerdo con un horario estricto - un enorme esfuerzo logís-

tico, especialmente ya que Deal diseña todos sus productos localmente y luego integra un equipo de proveedores, localizados principalmente en Europa y China, en todas las actividades de fabricación. Todos los componentes tienen que ser parcialmente ensamblados y probados antes de la entrega final al sitio.

Más de 200 contenedores regulares y abiertos han cruzado el Mar Mediterráneo y el Océano Índico para entregar el equipamiento de Deal a Riad.

Al llegar a tierra, los supervisores de Deal coordinan con el personal local y se relacionan con el equipo de BACS para tener el equipo ensamblado, probado y listo para trabajar.

El primer segmento fue colado en abril de 2015 y en sólo 18 meses la mitad de la sección elevada se había erigido gracias al impulso del equipo BACS, con el apoyo constante de la sede principal y de los supervisores de Deal, siempre presentes en el sitio ▀

# PROYECTO DEL METRO DE RIAD LÍNEA ROJA (LÍNEA 3)

## Increíble productividad en erección de vanos para la línea de metro más larga



**Deal ha trabajado estrechamente con el contratista para la línea más larga del metro para lograr una tasa extremadamente alta de erección del tramo para la sección elevada**

La ejecución de las obras civiles para la infraestructura de la Línea 3 (Línea Roja) ha sido adjudicada a Arriyadh New Mobility Civil Work Group, un Proyecto Conjunto entre Salini Impregilo, Larsen & Toubro y Nesma. La Línea Roja es la más larga del nuevo Metro de Riad, que se extiende de Este a Oeste con un total de 41,2 km - de los cuales 26,7 km están conformados por un viaducto - con 22 estaciones y seis lugares de aparcamiento y acceso a transporte público. El Grupo le delegó a Deal el diseño y suministro de casi todos los equipos de

construcción necesarios para la prefabricación y montaje de las estructuras elevadas. Once frentes de trabajo simultáneos a lo largo de la Línea 3 requirieron el suministro de una impresionante cantidad de equipo especializado con un peso total de aproximadamente 7.000 t, traído a Arabia Saudita desde el extranjero mediante 360 contenedores estándar de 40'.

Gracias a la estrecha y continua coordinación entre el equipo de construcción del contratista y el equipo de ingeniería de Deal, el diseño del equipo fue definido y adaptado para ceñirse a los requisitos reales de construcción. Los beneficios de esta colaboración fueron confirmados recientemente por el logro de una asombrosa tasa de productividad de sólo 1,5 días por ciclo para la erección, utilizando vigas lanzadoras suministradas por Deal

### EQUIPO DEL PROYECTO

Cliente: Autoridad de Desarrollo de Riad (ADA)  
 Contratista: Arriyadh New Mobility Civil Work Group: Salini Impregilo Spa Larsen & Toubro Ltd. Nesma & Partners Contracting Co. Ltd. JV  
 Diseñador: International Bridge Technologies (IBT)

### POR DEAL

Equipo de lanzamiento  
 Diseño y fabricación de:  
 7 vigas de lanzamiento para la erección vano a vano  
 2 nuevos bastidores de elevación para erección de voladizos sucesivos  
 2 bastidores de elevación de segunda mano para erección de voladizos sucesivos  
 3 torres para izaje de la viga de lanzamiento  
 2 torres para el montaje a lo largo de secciones curvas  
 1 torre para pruebas de carga de vigas de lanzamiento  
 8 torres para estabilización de voladizos sucesivos  
Moldes para segmentos  
 Prefabricados diseño y fabricación de:  
 6 moldes de línea corta para segmentos típicos vano a vano  
 3 moldes de línea corta para segmentos de pila de vano a vano  
 4 moldes de línea corta para segmentos típicos de voladizos sucesivos  
 2 moldes de línea larga para segmentos de estación

# PROYECTO DEL METRO DE RIAD LÍNEAS 4,5 Y 6

## Rápida construcción de casi 12 km de viaductos

**El consorcio FAST está a la altura de su nombre, con un rápido progreso en las líneas 4, 5 y 6 del metro de Riad**

El consorcio, liderado por FCC Construcción, está diseñando y construyendo las tres líneas, que implican extensas secciones elevadas.

En total, 11.904 m de viaductos se están construyendo con segmentos prefabricados, y la producción tiene lugar en un patio cercano. La mayoría de los viaductos -10.420 m - Se construirán por el método de vano a vano, utilizando el método de voladizos sucesivos para los 1.484 m restantes.

El número previsto de segmentos para las secciones de vano a vano es de 2.914, con 404 adicionales para los voladizos sucesivos; Todo debe ser producido en un período de sólo 18 meses.

El trabajo del consorcio FAST que le ha sido subcontratado a Freyssinet Arabia Saudita logró todos sus objetivos fijados para 2016, incluso superando las

expectativas y objetivos para algunas actividades. Los resultados obtenidos por Freyssinet SA se deben en parte a la participación de Deal en el proyecto tanto como proveedor de equipos como también a través de la presencia de supervisores y empleados de Deal en el sitio para la prefabricación y el lanzamiento de segmentos.

Los principales logros incluyen: puesta en servicio en 2016 de una tercera viga de lanzamiento para la construcción 'vano a vano'. Esta fue fabricada, enviada y montada en el sitio en sólo cinco meses; la orden se emitió a principios de marzo y el primer vano fue lanzado en agosto.

En 2016, se encargaron dos series de moldes adicionales para construcción de segmentos: una para la erección en voladizos sucesivos de 96 m y el otro para la erección en voladizos sucesivos de 120 m. Las características geométricas clave de los segmentos que debían lograrse incluyen una altura de cerca de 7,5 m. A pesar del desafiante diseño, los dos tipos de moldes -uno para los segmentos típicos y otros para los del cabezal de pila-fue-

ron diseñados, producidos, entregados y montados en sólo seis meses y medio. La orden fue emitida a principios de marzo y el primer segmento estaba listo a finales de septiembre.

La producción de segmentos alcanzó el ritmo programado de un segmento por día para el tramo de vano a vano y un segmento cada dos días para los de voladizos sucesivos de 52 m y 72 m. La instalación de segmentos, que está actualmente por delante del cronograma, ha promediado 2,5 vanos por semana, usando dos turnos de trabajo por día. Se ha logrado una producción máxima de cuatro vanos semanales utilizando los dos turnos de trabajo



### **EQUIPO DE PROYECTO**

Cliente: Autoridad de Desarrollo de Riad (ADA)

Contratista: Consorcio FAST: FCC

Construcción - Samsung

- Alstom - Strukton - Freyssinet

Saudí Arabia - Typsa - Setec JV

Subcontratista: Freyssinet Saudi Arabia

Diseñador: Atkins

### **POR DEAL**

Equipo de lanzamiento

Diseño y fabricación de:

3 vigas de lanzamiento para erección vano a vano

1 sistema de descenso para lanzamiento de los vanos finales del viaducto (utilizando metodología de vano a vano)

Grúas de pórtico para patios de prefabricados

Diseño y fabricación de:

2 grúas pórtico para manejo y

almacenamiento de segmentos en el patio de prefabricado

Moldes para segmentos prefabricados

Diseño y fabricación de:

6 moldes de línea corta para segmentos típicos de vano a vano

3 moldes de línea corta para segmentos de pila de vano a vano

Para vanos de voladizos sucesivos de 52 m a 72 m

1 molde de línea corta para segmentos de pila

2 moldes de línea corta para segmentos típicos

1 serie de accesorios para segmentos de junta de expansión

Para vanos de voladizos sucesivos de 96 m a 120 m

1 molde de línea corta para segmentos de pila

1 molde de línea corta para segmentos típicos

1 serie de accesorios para segmentos de junta de expansión

Servicios de ingeniería

Producción del manual de montaje y secuencia de carga

Análisis de construcción

Suministro de un sistema de control de geometría y planos

Planos de taller para la superestructura segmentada y de voladizos sucesivos

diseño de obras temporales y del patio de prefabricados.

Suministro de equipos y materiales de postensado

Asistencia técnica en el sitio - patio de prefabricación y montaje

# PUENTE WADI HANIFA UNA ESTRUCTURA EMBLEMÁTICA FINALIZADA EN TIEMPO RÉCORD



La adaptación eficiente del equipo disponible ha permitido que el Puente Wadi Hanifa se complete con éxito en tan sólo un año, desde el inicio de actividades en el patio de prefabricados hasta la construcción del último segmento. A los retos del proyecto se sumó la necesidad de incluir el Ramadán en el calendario y la necesidad de trabajar durante el verano en una de las zonas más cálidas del mundo, con temperaturas que alcanzan los 50 °C. La localización y las dificultades relacionadas resaltaron particularmente la velocidad de ejecución; la erección alcanzó un ritmo de un vano de 77 m por semana después de la curva de aprendizaje inicial. El puente cruza el área de Wadi Hanifa en la región Nejd de Arabia Saudita central.

El valle se extiende por 120 km de norte a sur, adentrándose a la capital del país, Riad.

El nuevo cruce del valle de 40 m de profundidad es un puente de dos vías de 16,33 m de ancho con una longitud de aproximadamente 512 m compuesta por seis vanos de 77 m y dos vanos laterales de 25 m de largo. El tablero es una viga de cajón de concreto segmentada prefabricada con postensado interno, erigida usando el método de voladizos sucesivos. El proyecto, que se adjudicó al contratista local Al Ayuni, se había puesto en suspensión por varias razones, pero su no culminación habría comprometido la apertura al tráfico de toda la autopista. Por lo tanto, fue necesario diseñar una nueva solución de diseño que hiciera uso



— Completada con éxito en solo un año  
— Un vano de 77 m erigido por semana; Deal se integró en: estimación, ingeniería, adquisición de equipos especiales, supervisión de prefabricado y erección, control de calidad, control de costos, programación y gestión general

de todo lo que se había construido anteriormente, en particular los pilotes y los plintos de cimiento de los pilotes y el pilar, pero también permitiría la optimización máxima del proceso de erección. La geometría y las posiciones de las pilas fueron preservadas, mientras que la superestructura - originalmente diseñada para ser prefabricada 'in situ' sobre cimbra, fue completamente reestructurada por Deal. La nueva solución incluyó dovelas prefabricadas, usando prefabricación y equipo de lanzamiento que ya estaba disponible y casi listo para usar.

### **EQUIPO DE PROYECTO**

Cliente: Ministerio de Transporte,  
Reino de Arabia Saudita  
Contratista: Al Omaier  
Trading & Contracting Company  
Subcontratista: Al Ayuni  
Investment & Contracting  
Company  
Diseñador general: EURO  
CONSULT  
Diseño de la superestructura:  
Deal

### **POR DEAL**

#### Equipo de erección

1 armadura de lanzamiento para  
la construcción del voladizo  
sucesivo.

1 remolque para transporte de  
segmentos

2 plataformas de acabado

Moldes para prefabricado de  
segmentos

3 moldes de línea corta para  
segmentos de altura constante

1 molde de línea corta para  
segmentos de altura variable

1 molde para segmentos de pila

4 manipuladores de segmentos

Equipo de prefabricado

1 grúa pórtico (100t de capacidad)  
para el manejo de segmentos

5 plantillas para jaulas de  
armadura.

10 cobertizos móviles para moldes  
de segmentos y plantillas de  
armadura.

Materiales especializados

Suministro a través de la filial de:  
hardware de postensado y equipo  
especializado

Apoyos Pot, juntas dentadas,  
dispositivos de transmisión de  
choque y trincheras de cortante

Juntas de expansión

Servicios de Ingeniería

Rediseño de la superestructura  
desde el concepto original in situ  
hasta el prefabricado segmentado

Ingeniería de construcción  
y planos de taller para la  
superestructura

Diseño detallado de las obras  
temporales y del patio de  
prefabricado

Gestión de proyectos

Provisión de personal y gestión  
para garantizar: La ejecución  
oportuna del puente

La calidad requerida de las  
obras remanentes dentro del  
presupuesto acordado



La fabricación de los elementos prefabricados pudo iniciarse apenas cuatro meses después de la adjudicación del contrato, gracias al trabajo realizado durante la etapa de 'reingeniería' para preparar y enviar al sitio todos los equipos de prefabricación especialmente modificados.

Al mismo tiempo, el equipo de lanzamiento que estaba disponible fue personalizado para el proyecto y enviado al sitio a tiempo para la fase de lanzamiento y montaje de los segmentos y vigas para comenzar en marzo de 2015.

La primera calzada fue terminada y abierta al tráfico en agosto de 2015, mientras que el proyecto entero fue entregado en noviembre de 2015.

Deal le proporcionó al cliente un amplio

apoyo durante todo el proyecto, incluyendo estimación, ingeniería, adquisición del equipo especial y supervisión de las operaciones de prefabricado y erección, así como el control de calidad y costos, junto con el programa y la gestión general.

Deal estuvo involucrado en el rediseño del viaducto, el suministro de todo el equipo especial y la provisión de todos los materiales y equipos de postensado, así como los apoyos y las juntas de expansión. Además, proveyó la ingeniería para todas las fases de la construcción y - lo más importante - la supervisión completa del trabajo para la construcción del viaducto, a través de la adscripción de sus técnicos ▀

# CALLE JAMAL ABDUL NASSER MODERNIZACIÓN DE LA ARTERIA VIAL PRINCIPAL DE LA CIUDAD DE KUWAIT EN UNA AUTOPISTA

**El uso de un método alternativo para erigir la mayoría de los segmentos prefabricados para una autopista elevada de 7,2 km de longitud permitió a Deal incrementar los índices de producción y ahorrar materiales**



**E**l Proyecto Jamal Abdul Nasser (JAN), también conocida como RA 167, es uno de los principales proyectos de infraestructura y desarrollo vial que tiene lugar en Kuwait y forma parte del plan estratégico del Ministerio de Obras Públicas para mejorar las autopistas y otras carreteras.

El proyecto transformará y modernizará la calle existente convirtiéndola en una autopista que cumpla con las normas internacionales, con una vida útil de diseño estructural de 100 años y capacidad para adaptarse a los crecientes flujos de tráfico por muchos años a futuro. La modernización se logrará construyendo varios puentes complejos y secciones elevadas de carreteras a todo lo largo de la calle Jamal Abdul Nasser y sus intersecciones.

El esquema garantizará un flujo de tráfico más fácil y eficiente, así como un

mejorado acceso a universidades, hospitales y otros edificios clave de la ciudad a lo largo de la ruta.

El alcance de las obras también incluye la desviación y modernización de una serie de redes de servicios públicos, incluyendo cableado eléctrico y de comunicaciones, alcantarillado y drenaje de aguas pluviales.

El proyecto presenta:

Una autopista elevada de 7,2 km de longitud (aproximadamente 8.500 segmentos prefabricados); seis tipos diferentes de segmentos (tipos 'DA', 'DB', 'DC', 'A', 'C' y 'E'); seis a ocho carriles en la autopista elevada; Una conexión de cuatro niveles en la Carretera Ghazali; Tres conexiones adicionales.

La solución de diseño original suponía que todos los 8.500 segmentos serían erigidos usando el método de voladizos

## **EQUIPO DE PROYECTO**

Cliente: Ministerio de Obras Públicas de Kuwait (MPW) – Departamento de Ingeniería Vial (Carreteras)  
Contratista: Proyecto Conjunto entre Rizzani de Eccher Spa, OHL SA, Boodai Construction, Trevi Spa  
Diseñador: Louis Berger

## **POR DEAL**

### Equipo de lanzamiento

2 vigas de lanzamiento para la construcción vano a vano  
Un par de bastidores de elevación para  
Construcción en voladizos sucesivos

### Diseño y fabricación de moldes de segmento prefabricado

6 moldes de línea corta para segmentos de tipo 'A' y 'DA'  
1 molde de línea corta para el tipo de segmento 'DB'  
7 moldes de línea corta  
Para segmentos tipo 'C' y 'DC'  
1 molde de línea corta para el tipo de segmento 'E'

### Otros equipos

Diseño y fabricación de:  
4 grúas pórtico para patio de prefabricado  
Servicios de ingeniería  
Apoyo para el diseño y la logística del patio de prefabricados  
Diseño de trabajos temporales  
Control de geometría  
Ingeniería de erección





- Uno de los principales proyectos de infraestructura y desarrollo vial de Kuwait
- Utilización de métodos de erección dovelas prefabricadas para la construcción de 395.000 metros cuadrados de viaductos
- Vida de diseño de 100 años con el fin de aumentar la tasa de producción y optimizar las cantidades de materiales (refuerzo y tendones), Deal propuso un método de construcción alternativo para parte del proyecto
- Vano más largo de 57 m



sucesivos. En cambio, Deal propuso la adopción del método de vano a vano para la mayor parte del proyecto, con el fin de aumentar el ritmo de producción y reducir las cantidades de refuerzo y tendones necesarios.

Ambos sistemas se utilizan en el proyecto: 6.800 segmentos erigidos utilizando el método de vano a vano (80% de los segmentos); 1.700 segmentos erigidos utilizando el método de voladizos sucesivos (20% de los segmentos).

Una serie gemela de vigas de lanzamiento especialmente diseñadas fue suministrada por Deal para llevar a cabo la erección por vano a vano. El equipo tiene la capacidad de erigir tres tipos diferentes de segmentos - los tipos 'DA', 'DB' y 'DC'. Cada tipo tiene una distancia diferente entre sus almas y por lo tanto Deal decidió desarrollar un sistema 'telescó-

pico' que permite el ajuste automático para tomar en cuenta la distancia entre las dovelas. Esta innovación permite una instalación más rápida y sencilla evitando así la necesidad de vigas colgantes transversales para los segmentos.

Otro desafío es la gran variabilidad en la longitud de los vanos en el proyecto; El vano más corto tiene una longitud de 32,5 m, mientras que el más largo tiene 57 m. El equipo desarrollado por Deal tiene la capacidad de utilizar un enfoque dual para construir los vanos más largos, erigiendo una pequeña sección mediante el método de voladizos sucesivos, finalizando luego la erección usando el enfoque de vano a vano. Además, se ha suministrado un par de bastidores de elevación para soportar la erección de la parte en voladizos sucesivos del proyecto. Los bastidores de elevación se pue-

den configurar tanto en configuraciones estáticas como móviles:

La configuración móvil permite que el bastidor de elevación levante los segmentos desde cualquier posición por debajo de la porción de voladizo ya erigida, transporte la carga a lo largo del viaducto e instale los segmentos en su sitio; la configuración estática le permite al bastidor de elevación levantar los segmentos desde la punta de los voladizos y colocarlos en sus posiciones finales.

Deal también ha suministrado 15 series de moldes para fundir los 8.500 segmentos, así como también las cuatro grúas pórtico para su manejo. Además, la sede técnica de Deal ha participado en el diseño del patio de prefabricados; diseño de obras temporales; control de geometría; ingeniería de montaje

# KUALA LUMPUR MRT

## SUMINISTRO DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN OPTIMIZADA PARA UNA MAYOR EXPANSIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA METROPOLITANA



**Las mejoras que se están implementando para el sistema MRT de Kuala Lumpur están diseñadas para lograr una notable mejora de la cobertura de la red de transporte público de la ciudad**

El objetivo es que el transporte en el área metropolitana de la gran KL alcance el mismo rango que las ciudades modernas y desarrolladas del mundo. Como parte de este programa de actualización, la Línea Ampang existente se está extendiendo significativamente en su dirección Suroeste. Los contratistas han invertido mucho en tecnología y equipo para mantenerse a la vanguardia tecnológica y aprovechar las muchas oportunidades que ofrecen los nuevos proyectos de infraestructura ferroviaria en Kuala Lumpur. Desde la fase de licitación, Deal contó con un exitoso acuerdo de cooperación

con una compañía local, Acre Works. Esto implicó el desarrollo de una solución interna -incluyendo la provisión de una metodología de construcción optimizada- que ya se había desarrollado para un proyecto anterior en Vancouver.

Para el proyecto de KL, Deal le suministró a Acre Works cuatro series de vigas de lanzamiento para la erección vano a vano. El equipo había sido diseñado específicamente para adaptarse a los requisitos del proyecto; en particular, una de las vigas de lanzamiento tiene un modo de funcionamiento de 'configuración de altura reducida' que permite trabajar en zonas con poca holgura vertical, especialmente en las proximidades de los aeropuertos.

Para las estructuras especiales que son erigidas por el método del voladizo sucesivos, Deal está proporcionando tres sistemas de moldes de prefabricación de línea corta.

- Parte de la mejora masiva en infraestructura de Kuala Lumpur
- El pórtico de lanzamiento tiene un modo de funcionamiento de 'configuración reducida' para permitir el trabajo en áreas con espacio restringido, tal como los aeropuertos
- El uso de los métodos y lineamientos de Deal garantizó el máximo ahorro y eficiencia

Deal estableció una estrecha relación de trabajo con el cliente y el diseñador de puentes desde el inicio del proyecto para asegurar lineamientos y métodos bien definidos y así maximizar el ahorro y la eficiencia durante el proceso de prefabricación. Las estructuras especiales se erigieron usando tres conjuntos de bastidores de elevación que usaron en verdad la tecnología 'de punta' para este campo. En particular, además de las configuraciones estáticas y móviles usuales, se diseñaron bastidores de elevación para recabar un segmento de puente almacenado previamente en el tablero, avanzar completamente cargado y luego - una vez anclado en la punta del voladizo - finalmente erigir el segmento en su lugar.

El alcance de las obras de Deal también incluyó el suministro de control de geometría para la prefabricación y la erección de los segmentos del puente ▀

**EQUIPO DE PROYECTO**

Cliente: Kerajaan Malasia  
Kementerian Pengangkutan,  
Prasarana  
Contratista: Bina Puri  
– Tim Sekata JV  
Subcontratista: Acre Works  
Sdn. Bhd.  
Diseñador: Opu Ace Vector  
Konsortium, Hssi Consulting  
Engineers, MMSB Consult  
Sdn. Bhd.

**POR DEAL**Equipo de lanzamiento

4 juegos de vigas de  
lanzamiento

3 juegos de bastidores  
móviles

Moldes de segmentos  
prefabricados

3 juegos de moldes para  
segmentos en voladizos  
sucesivos

Servicios de Ingeniería  
Control de geometría**Hablando de nosotros****Venugopal Nambiar, Director Ejecutivo de Acre Works****DEAL, MÁS QUE  
UN PROVEEDOR, UN SOCIO**

— *¿Por qué eligió a Deal como socio técnico para el proyecto?*

— Deal tiene fama mundial como proveedor de soluciones en el campo del lanzamiento/levantamiento. Deal tiene amplia experiencia en diseño, fabricación y soporte para el usuario final de equipos especializados de lanzamiento.

Esta inusual combinación les ofrece apoyo a los usuarios finales, como nosotros, en la búsqueda de la innovación. Deal tuvo, por lo tanto, la capacidad de escuchar y responder a nuestros requisitos específicos.

— *¿Qué tan importante fue el trasfondo y los conocimientos de Deal para el éxito del proyecto?*

— Pudimos trabajar en estrecha colaboración con Deal en algunas secciones muy complejas, desarrollando de manera conjunta ciertas soluciones innovadoras

— *¿Cuál es, en su opinión, la mejor característica de Deal, la cual Usted recomendaría a otros Clientes?*

— Deal es un socio honorable, confiable y de respuesta rápida. Nos tratan más como un socio que como un cliente

# ESTACIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA ULU JELAI ESTABLECIENDO NUEVOS ESTANDARES EN LO PROFUNDO DEL SUELO

**Alcanzar altas elevaciones no siempre es el mayor desafío para los equipos de levantamiento**

En el caso del proyecto hidroeléctrico de Malasia, se le pidió a Deal que proporcionara una grúa pórtico para llevar personal, materiales y equipo por un eje vertical, hasta una profundidad de 500 m. Los requerimientos de seguridad exigentes y la profundidad excepcional, así como las limitaciones de un entorno confinado y apenas accesible, requerían un nuevo enfoque para el diseño de la grúa. El resultado ha establecido nuevos estándares para los equipos en este campo de la construcción.

El trabajo se realizó para la central hidroeléctrica Ulu Jelai. La plataforma de trabajo de la grúa puede llevar a las personas involucradas en la construcción del eje o también puede utilizarse como 'gancho' con una capacidad de 30 t para llevar equipos de perforación al fondo. El personal del sitio se desplaza en una cesta de elevación a una velocidad considerable de 60 m por minuto; dicha velocidad era necesaria para optimizar los tiempos de desplazamiento de los trabajadores y asegurar una evacuación rápida en caso de emergencia. En el caso improbable de un corte de energía, la grúa pórtico todavía podría llevar gente a la parte superior del eje, ya que también fue equipada con un malacate de seguridad autopropulsado de alto rendimiento.

Además del malacate de seguridad, otros requisitos de seguridad igual de exigentes han guiado el diseño del equipo. Un sistema de 'doble sogá' se activa automáticamente en caso de fallo de la cuerda; emer-



- Requerimientos exigentes de seguridad
- Gama de elevación excepcional que implica un eje de 500 m de profundidad
- Entorno confinado y apenas accesible
- Velocidades de 60 m por minuto con personal a bordo.
- Dos configuraciones de la grúa pórtico

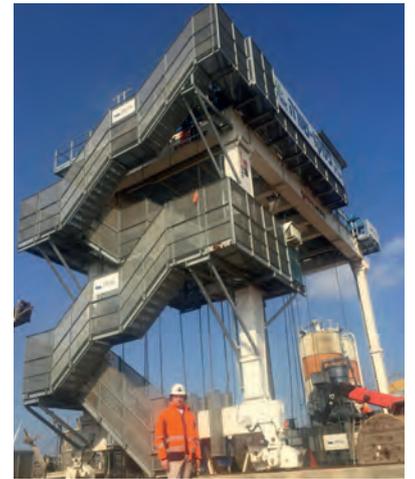
gencia duales; un sistema de protección está presente para evitar que caigan objetos mientras el personal aborda el ascensor.

La grúa pórtico tiene dos configuraciones: una para ejes de 15 m de diámetro y otra para instalar equipos en ejes más pequeños de 9 m de diámetro. En ambas configuraciones, la grúa también se puede ajustar para utilizarse en túneles de altura restringida gracias a su perfil bajo. La complejidad de los equipos suministrados junto con la necesidad de transportar personal implicó que la obtención de un sello CE requeriría la aprobación y monitoreo de un certificador de terceros ▀

## Hablando de nosotros

**Giuseppe Gelmi, Director Técnico de Edilmac**

## LA CAPACIDAD DE ENTENDER LOS REQUERIMIENTOS DE LOS CLIENTES



— *¿Por qué eligió a Deal como socio técnico en este proyecto?*

— Estábamos evaluando la opción de refaccionar o reemplazar nuestro equipo: una grúa pórtico, utilizada para alcanzar los niveles inferiores del eje, con una profundidad de hasta cientos de metros. Uno de nuestros supervisores independientes, quien también trabaja para Deal, propuso a esa compañía como un posible proveedor, ¡y fue la elección correcta!

— *¿Qué tan importante fue el trasfondo y los conocimientos de Deal para el éxito del proyecto?*

— Muy importante, desde el principio trabajamos en equipo: nosotros propusimos la metodología, mientras que Deal suministró orientación técnica en el desarrollo y mejora de los equipos, utilizando las soluciones tecnológicas más innovadoras.

— *¿Cuál es, en su opinión, la mejor característica de Deal, la cual recomendaría a otros clientes?*

— Sin duda, la capacidad de entender los requerimientos del cliente y diseñar equipos que satisfagan tales necesidades ▀



### EQUIPO DE PROYECTO

Contratista: Salini Impregilo Spa  
Subcontratista: Edilmac  
dei F.lli Maccabelli Srl

### POR DEAL

Grúa pórtico

# SISTEMA MRT PARA LA CIUDAD HO CHI MINH EL PRIMER METRO EN LA MEGALOPOLIS VIETNAMITA

**Se están logrando altos niveles de calidad y productividad en la construcción del proyecto de metro de la Ciudad Ho Chi Minh, donde se están utilizando equipos Deal**

El objetivo de la primera línea del nuevo sistema de metro es proporcionar métodos alternativos de transporte para aliviar la fuerte congestión del tráfico en la capital económica meridional de Vietnam.

Un viaducto elevado de cerca de 11 km de longitud conectará la parte noreste de la ciudad con su centro, partiendo de un área de depósito y pasando por seis estaciones. En la primera sección, la alineación va paralela hacia una carretera existente, mientras que la segunda sección, a la entrada de la zona urbana, se vuelve curvilínea y cruza el río Saigón.

La sección transversal en forma de U del viaducto toma como inspiración, tanto en estética como en características de reducción del ruido, los excelentes resultados logrados por el Proyecto del Metro de Dubái en los Emiratos Árabes Unidos. Cabe anotar que la misma sociedad conjunta que realizó las obras en Dubái ahora está prefabricando y erigiendo los segmentos para el nuevo proyecto.

A Deal se le ha pedido suministrar una serie completa de equipos especializados: tres sets de moldes de línea larga para los vanos rectos, tres sets de moldes de línea corta para vanos curvos y cuatro sets de moldes de línea corta para segmentos de pila. Además, el alcance de Deal incluye la modificación y renovación de tres vigas



de lanzamiento que habían sido utilizadas previamente en el Metro de Dubái y que ahora han sido ajustadas para adaptarse a las características específicas del proyecto en Ho Chi Minh.

Se ha conseguido un excelente nivel de calidad y productividad a través de todo el proyecto gracias al equipo suministrado por Deal: todos los días se fabrican 11 segmentos en el patio de prefabricado y cada semana se construyen seis vanos con una longitud de 37 m

- Suministro de una serie completa de equipos especializados
- Viaducto elevado de 11km de longitud
- Sección en forma de U inspirada en el proyecto del Metro de Dubái
- Excelentes niveles de calidad y productividad

**EQUIPO DE PROYECTO**

Cliente: Comité Popular de la  
Autoridad Administrativa Ferroviaria  
Urbana de la Ciudad de Ho Chi Minh  
Contratista: Sumitomo Cienco6  
Consortium  
Contratista de obras civiles: GS E&C  
Subcontratista: FVR (Freyssinet – VSL  
– Rizzani de Eccher JV)

Diseñador: Systra

**POR DEAL**Equipo de lanzamiento

Diseño y fabricación de modificaciones  
realizadas a tres vigas de lanzamiento  
existentes para su uso en la  
construcción por vano a vano

Moldes para prefabricado de  
segmentos

Diseño y fabricación de:  
3 moldes de línea larga  
para vanos rectos  
3 moldes de línea corta  
para vanos curvos  
4 moldes de línea corta  
para segmentos de pila

# METRO DE DOHA

## CONSTRUCCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRÁNSITO FERROVIARIO MÁS TECNOLÓGICAMENTE AVANZADOS

**E**l Metro de Doha cubrirá con sus servicios tanto a la capital de Qatar como a los suburbios de la ciudad, proporcionando un fácil y cómodo acceso a todos los lugares clave.

El sistema del metro se está construyendo en dos fases:

La primera fase implica la construcción de tres de las cuatro líneas (Roja, Dorada y Verde) y 37 estaciones. Se espera que las líneas entren en uso a finales de 2019;

La segunda fase se completará en 2026 e implicará la expansión de las líneas de la fase uno y la construcción de la cuarta ruta, la Línea Azul. En total, se construirán otras 72 estaciones en la segunda fase.

Cerca de 2.200 m de la alineación discurre por un viaducto de doble vía elevado compuesto de segmentos prefabricados. Los segmentos se generan en un patio dedicado de prefabricado y luego se lanzarán

entre las pilas con viga de lanzamiento. Se están utilizando tanto el método de vano a vano como el de voladizos sucesivos.

El contratista principal, el Proyecto Conjunto RLR, contrató a Deal desde la fase de licitación para trabajar en el análisis de la solución estructural para la sección elevada de la Línea Roja Norte. Deal aprovechó su experiencia en diseño y construcción de obras similares e introdujo una serie de optimizaciones en el concepto estructural, lo que también permitió ahorros significativos.

Tras la adjudicación del proyecto a RLR, Deal participó en el diseño detallado y la ingeniería para la construcción de todos los tableros y ha podido poner en práctica todas las optimizaciones propuestas durante la fase de licitación.

Los extensos estudios preparatorios per-

mitieron que las obras de prefabricación y lanzamiento se completaran sin problemas y antes de lo previsto.

En noviembre de 2016, se estableció un nuevo récord en el proyecto de la Línea Roja Norte: Deal usó el método de vano a vano para construir una sección con claros de 52 metros de largo con una sección transversal en forma de U. El trabajo implicó la creación de un tablero continuo compuesto por cuatro vanos de longitudes de 34 m + 52 m + 52 m + 30 m. Esta fue la primera vez para este tipo de estructura y Deal tuvo que empujar los límites de la metodología de vano a vano y el equipo de erección para lograr el desafiante objetivo. Esta solución innovadora también obtuvo beneficios de costos en comparación con el tradicional método de voladizos sucesivos ■

### EQUIPO DE PROYECTO

Proyecto: Proyecto Metro de Doha - diseño y construcción - Secciones elevadas y a nivel de la Línea Roja Norte  
 Cliente: Qatar Rail  
 Contratista: Proyecto Conjunto RLR-Rizzani de Eccher - Lotte - Redco International  
 Diseñadores: Typsa & Progin JV.  
 Diseño de alineamiento, diseño geotécnico, diseño de estación, diseño de falso túnel, diseño de subestructura de viaducto;  
 Salfo: Diseño de la desviación del tráfico y reubicación y protección de servicios públicos;  
 Rizzani de Eccher: diseño de puentes

### POR DEAL

Equipo de lanzamiento  
 Diseño y fabricación de:  
 Viga de lanzamiento para la erección vano a vano  
Moldes de segmentos prefabricados  
 Diseño y fabricación de:  
 1 molde de línea corta para segmentos típicos vano a vano  
 1 molde de línea corta para segmentos de pila de vano a vano  
 1 molde de línea corta para segmentos típicos y especiales

Grúa pórtico para manejo y almacenamiento de segmentos en el patio de prefabricados Transportador para el manejo de segmentos detrás de la viga de lanzamiento

Diseño del tablero

Servicios de ingeniería y control de geometría

Equipos y materiales de postensado

Se están logrando importantes ahorros en el proyecto del Metro de Doha, gracias a la optimización de los métodos de diseño y construcción







# CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO VIADUCTO CONECTOR DE LA CARRETERA DE DOHA

## Mediante el método de voladizos sucesivos



Se está construyendo una nueva auto-  
vía de 45 km que incluye cuatro  
conexiones a desnivel. Esta vía está  
localizada al Sur de la Ciudad de Doha y  
conectará la Autopista Al Wakra-Mes-  
aieed y el Nuevo Puerto de Doha al Corre-

dor Este-Oeste en el Norte, así como la  
Circunvalación Al Wakra en el Este hacia  
la Autopista Orbital. Las conexiones inclu-  
yen 6.200 m de viaductos que se construi-  
rán usando una tecnología segmental pre-  
fabricada de voladizos sucesivos.

En total, se instalarán 2.168 segmentos  
de concreto mediante grúas sobre oru-  
gas equipadas con vigas de suspensión  
autopropulsadas, controladas a distancia,  
capaces de posicionar cada segmento de  
forma exacta ▀

### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: Autoridad de Obras Públicas,  
Qatar (Ashghal)  
Contratista: J&P-AVAX S.A JV  
Consultor de gestión de proyectos:  
KBR Consultor de supervisión: AECOM  
Consultor de diseño: WSP  
Subcontratista para el diseño y  
construcción de puentes: Rizzani de  
Eccher Spa, Sede Qatar

### POR DEAL

Equipo  
Diseño y fabricación de:  
2 carretillas pórtico  
3 vigas de suspensión motorizadas  
para lanzamiento de segmentos  
utilizando grúas móviles  
6 plataformas de tensado  
Moldes de segmentos prefabricados  
Diseño y fabricación de:

9 moldes de línea corta para  
segmentos típicos para vanos de  
voladizos sucesivos  
3 moldes de línea corta para  
segmentos de pila para vanos de  
voladizos sucesivos  
Diseño del tablero  
Servicios de ingeniería y diseño de  
control de geometría  
Equipos y materiales de postensado

# Puente Hong Kong-Zhuhai-Macao

## EL RETORNO DEL DRAGÓN ROJO



**El 'Dragón Rojo' ha vuelto a la construcción de puentes después de años de inactividad. Una distintiva viga de lanzamiento se está utilizando para construir viaductos prefabricados como parte de un proyecto importante del puente y del túnel que conectará las ciudades de Hong Kong, Zhuhai y Macao en el Delta del Río de las Perlas**

La sección más larga del puente del proyecto de Hong Kong - Zhuhai - Macao cuenta con 29,6 kilómetros de largo e incluye tres vanos atrintados con longitudes de entre 280 m y 460 m. El equipo se ha estado utilizando para la construcción de viaductos prefabricados elevados entre los límites de Hong Kong y Scenic Hill. El trabajo consta de dos viaductos paralelos - uno para cada calzada - con una longitud máxima de vano de 75 m; la construcción se realiza por el método de voladizos sucesivos.

Los habitantes locales se habían encariñado con el Dragón Rojo, el cual ganó su apodo cuando se le utilizó en el Viaducto Oriental Tsing Yi. Su revestimiento de acero rojo y las fabulosas hazañas de inge-

nería que logró hizo que la prensa local comparara el equipo con la mitológica criatura tan popular en el folclore chino. A pesar de ser un apodo arraigado en el folclore, la viga de lanzamiento tuvo que ser diseñada para superar enormes desafíos del mundo real en su último proyecto. Eso incluye dimensiones variables de vanos y segmentos, acceso problemático a la zona de montaje y un radio de curvatura horizontal muy estrecho, sin mencionar los estándares de alto rendimiento exigidos al equipo en términos de ciclos de erección.

El Dragón Rojo puede levantar segmentos prefabricados suministrados ya sea desde el tablero previamente erigido o desde barcasas. Durante la operación de auto-lanzamiento, el equipo se posiciona simétricamente entre los dos viaductos. Los soportes principales están equipados con largos rieles, lo que significa que la viga de lanzamiento puede erigir segmentos alternantes para cada viaducto mediante desplazamiento transversal. En términos de tiempos de ciclo, esto representa un ahorro significativo para el proyecto ya que las operaciones de postensado pueden solaparse con el montaje del puente adyacente y viceversa ■

- Construcción de dos viaductos paralelos
- Longitud máxima del vano 75 m
- Método de construcción en voladizos sucesivos
- Uso de una viga lanzadora que puede ser utilizada para erigir segmentos de ambos viaductos desplazándose transversalmente

#### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: Departamento de Carreteras de Hong Kong  
 Contratista: Dragages - China Harbour - VSL JV  
 Diseñador: Mott MacDonald - YWL Engineering

#### POR DEAL

Equipo de lanzamiento  
 Viga de lanzamiento de 'segunda mano'

## Una planificación cuidadosa durante el desarrollo del diseño ha generado beneficios en la construcción de un nuevo puente en Irak

# PUENTE AL SEWYRAH DEAL AYUDA A CRUZAR EL RIO TIGRIS



**S**etraco Contracting Offshore llevó a cabo un exitoso proyecto para construir el puente sobre el río Tigris, cerca de la ciudad de Basora. El puente Al Sewyrah fue comisionado por la Corporación Estatal de Carreteras y Puentes de la República de Irak. Todos los equipos para la construcción de puentes fueron suministrados por Deal, incluyendo los moldes para las vigas en 'T' de hormigón auto-compactante, dos

carretillas pórtico con capacidad de 60 t para el manejo de vigas y el sistema empleado para lanzar las vigas del puente. El cliente abordó a Deal con una oferta para desarrollar un conjunto completo de equipos eficientes, flexibles y fácilmente reubicables para la construcción del tablero del puente utilizando vigas pretensadas prefabricadas. El alcance de Deal también incluyó revisión de diseño y desarrollo para la superestructura

del puente con el fin de seleccionar los mejores métodos de construcción. El resultado fue la optimización y plena integración entre el diseño de la estructura permanente y el equipo necesario para su construcción. Por ejemplo, se puede usar el mismo molde para fundir las secciones transversales de las vigas tanto en forma de T y como también en forma de I y se pueden acomodar distintas longitudes de viga ▀

**Charbet Abdallah, Director Técnico  
Setraco Group**

**DEAL, UN SOCIO CONFIABLE  
QUE AYUDA A LOS CLIENTES  
CON PLENO COMPROMISO**

**EQUIPO DE PROYECTO**

Cliente: Corporación Estatal de Carreteras & Puentes, República de Irak  
Contratista: Setraco Contracting Offshore SAL  
Diseñador: Deal

**POR DEAL**

Moldes prefabricados

Diseño y fabricación de un molde para vigas en forma de T y en forma de I

Equipo de lanzamiento

Diseño y fabricación de:  
2 carretillas pórtico tipo SC 60/4.5  
1 viga de lanzamiento tipo LG 120/40  
Servicios de Ingeniería



lizando una viga de lanzamiento.

A medida que ampliamos nuestras operaciones a Irak en 2012, continuamos nuestra cooperación con Deal para ejecutar un puente de 420 m de largo sobre el río Tigris, compuesto de vigas pretensadas de 35 m de largo, instaladas usando una viga de lanzamiento.

— *¿Qué tan importante fue el trasfondo y los conocimientos de Deal para el éxito del proyecto?*

— La participación de Deal fue un factor clave en el éxito de la construcción del puente Al-Sewyrah. Su asistencia técnica para optimizar el diseño de la superestructura, el método de construcción, así como la presencia de personal en el lugar con su monitoreo diario de las modificaciones o ajustes, constituyó un elemento importante para realizar el proyecto a tiempo, lo cual resultó en una tasa de cero accidentes. El conocimiento especializado de Deal conllevó a una exitosa selección y cuantificación de equipos y materiales de pretensado, haciendo que la ejecución in situ en una región tan remota y arriesgada como Irak resultara fácil y puntual.

— *¿Cuál es, en su opinión, la mejor característica de Deal que Usted les recomendaría a otros clientes?*

— Deal es un socio confiable que puede cubrir perfectamente:

1. el mejor método adecuado para la construcción de una superestructura de puente;
2. el equipo exacto necesario para realizar el trabajo;
3. materiales pretensados rentables;
4. diseño detallado de la superestructura y, posteriormente, todos los respaldos que pudieren ser necesarios durante la fase de construcción.

Además de eso, Deal tiene personal profesional, comercial y técnico dedicado que hacen todo lo posible para apoyar a los clientes con un compromiso total

— *¿Por qué eligió a Deal como socio técnico en este proyecto?*

— Siendo uno de los principales contratistas de infraestructura en Nigeria, siempre buscamos un socio creíble y confiable que entregue con éxito nuestros proyectos. Cuando se adjudicaron contratos para la construcción de varios puentes de largo alcance en 2001, comenzamos a buscar un líder mundial en equipos de lanzamiento para puentes, proveedor de materiales de pretensado y un socio técnico robusto — y encontramos a Deal.

El éxito de esta asociación condujo a varias cooperaciones adicionales en la construcción de puentes, tales como:

1. Puente de 612 m de largo compuesto de vigas pretensadas de 36 m de longitud instaladas mediante una viga de lanzamiento;
2. Puente de 645 m de longitud compuesto de vigas pretensadas de 31 m de longitud, instaladas mediante una viga de lanzamiento;
3. Puente de 850 m de longitud compuesto por vanos de 95 m de longitud, construido con segmentos prefabricados, construido con un método de voladizos sucesivos uti-



# El Proyecto Liantang

## UNA SOLUCIÓN ÚNICA PARA LOGRAR LA FLEXIBILIDAD EN ZONAS ESTRECHAS Y CONGESTIONADAS

**Se está creando una ruta alterna y más rápida para el movimiento de personas y bienes entre China Continental y Hong Kong**



- Equipo único: bastidor de elevación móvil especial
- Máxima flexibilidad
- Sólo una posición de carga es necesaria para cada voladizo

El contrato 3 de la Conformación del Sitio para Punto de Control Fronterizo Liantang/Heung Yuen Wai y de Obras de Infraestructura (Liantang 3) se sitúa en los Nuevos Territorios cerca de la frontera entre Hong Kong y Shenzhen. El contratista del proyecto está usando un equipo único -un bastidor de elevación móvil especial- para construir viaductos prefabricados que cruzan la ferrocarril MRT.

El bastidor de elevación tiene la capacidad de levantar segmentos a lo largo del eje longitudinal por debajo del puente, moverlos al extremo del voladizo y cargar los segmentos dentro del bastidor por encima del nivel del tablero. Desde allí puede entonces desplazarse con la carga hasta la punta del otro lado del voladizo, donde finalmente erige cada segmento en su posición final. Este ciclo de trabajo único asegura una

máxima flexibilidad en términos de suministro de los segmentos, con sólo una posición de carga necesaria para cada voladizo.

El bastidor de elevación móvil especial es un equipo que ya se había utilizado con éxito en el Proyecto High-Five de Dallas en Texas y que se ha modificado para adaptarse a las características del nuevo proyecto. En particular, la viga de suspensión para segmentos está ahora equipada con brazos retráctiles con el fin de evitar cualquier posible interferencia con los viaductos ya montados y adyacentes. Por razones de seguridad, la extensión/retracción del brazo y el ajuste geométrico de las posiciones de los segmentos se realizan mediante un sistema hidroeléctrico alimentado por un generador eléctrico a bordo que puede ser controlado a través de un mando a distancia por radio

#### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: Departamento de Ingeniería Civil y Desarrollo  
 Contratista: Chun Who Construction & Engineering Co. Ltd.  
 Subcontratista: Freyssinet Construction Asia Ltd.  
 Diseñador: Meinhardt

#### POR DEAL

Equipo de lanzamiento  
 Rediseño y adaptación de un bastidor de elevación móvil especial existente

# PROYECTO DEL PUENTE DE LA BAHÍA HANGZHOU

## Construcción de un puente marítimo sin precedentes



La extensa experiencia le garantizó un papel clave en el suministro de equipos altamente especializados requeridos para la construcción de uno de los puentes más largos del mundo. El Puente de la Bahía de Hangzhou, de 36 km de longitud, el puente marítimo más largo del mundo al inaugurarse en el 2008, está situado cerca del río Qiantang, en la bahía Hangzhou, una entrada del mar de China Oriental. Consta de dos estructuras paralelas diseñadas para transportar una carretera de doble calzada de seis carriles; el vano principal del puente atirantado es de 448 m de largo, flanqueado por vanos prefabricados de 50 m de largo, cada uno de 1.500 t.

El principal desafío para el contratista del proyecto fue encontrar una empresa capaz de diseñar, fabricar y suministrar el equipo especializado de alta calidad necesario para el transporte seguro y el lanzamiento de tales vanos pesados.

Gracias a sus treinta años de experiencia en el campo, Deal contó con la capacidad de desarrollar la solución más adecuada y fue delegado para suministrar:

- Dos grúas pórtico con llantas de goma con una capacidad de 50 t para el manejo de las jaulas de refuerzo en el patio de prefabricados;
- Dos grúas pórtico con llantas de goma con una capacidad de 800 t para manejar los elementos prefabricados en el patio de prefabricados;
- Dos grúas pórtico montadas en rieles de 800 t para colocar los elementos prefabricados encima de las secciones previamente erigidas del viaducto;
- Un transportador especial de 1.600 t de capacidad para llevar el vano completo a la zona de montaje;
- Una viga de lanzamiento para la etapa final de erección de los vanos prefabricados de 1.500 t

**Los equipos de Deal tuvieron mucho éxito, lo cual demuestra la importancia de confiarle este trabajo tan complejo sólo a las empresas con más experiencia**

#### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: China Railway Bridge Bureau Group Co. Limited  
 Contratista: China Railway Erju Co. Limited  
 Diseñador: Hardesty & Hanover, LLP

#### POR DEAL

##### Equipo de lanzamiento

Viga de lanzamiento de 1.600 t de capacidad

##### Otros equipos

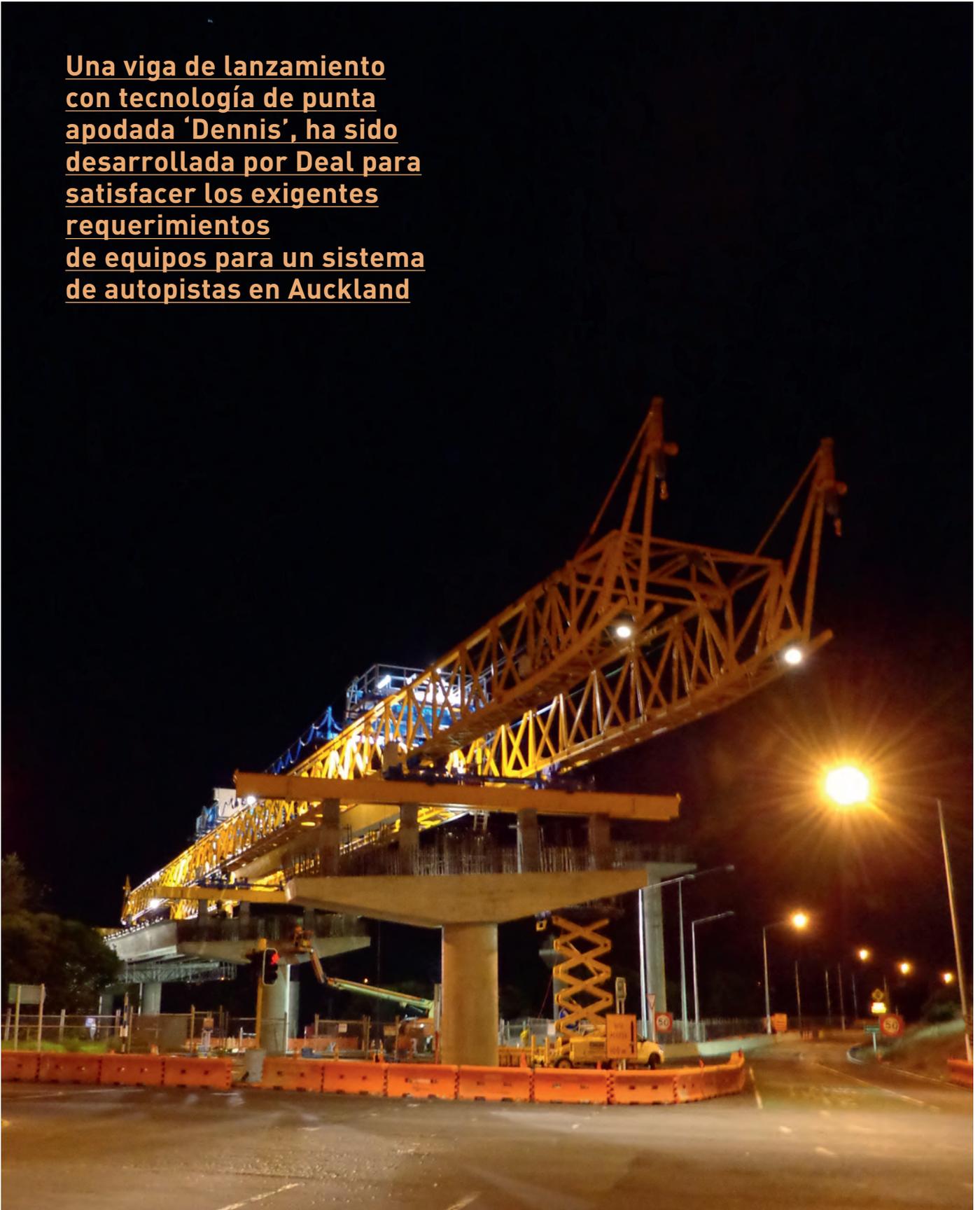
2 carretillas pórtico con 50 t de capacidad

2 carretillas pórtico con 800 t de capacidad

2 grúas pórtico con 800 t de capacidad  
 Transportador con 1.600 t de capacidad



**Una viga de lanzamiento con tecnología de punta apodada 'Dennis', ha sido desarrollada por Deal para satisfacer los exigentes requerimientos de equipos para un sistema de autopistas en Auckland**



# LA CONEXIÓN DE LA GRAN VIA NORTE (GNRI) 'DENNIS'

## Superando espacios estrechos de construcción y restricciones ambientales



### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: Agencia de Transporte de NZ  
 Contratista: Well Connected Joint Operation (WCJO)  
 Subcontratista: Deal

### POR DEAL

Equipo de lanzamiento  
 Viga de lanzamiento para erección de vigas

El Proyecto de la Conexión Waterview es uno de los desarrollos de infraestructura más importantes que se han llevado a cabo en Nueva Zelanda. El proyecto completará una ruta de circunvalación de la autopista alrededor de la ciudad de Auckland y pasará por el centro de Auckland al Oeste, la Carretera Estatal 1 (SH1) y el Puente del Puerto de Auckland.

El proyecto incluye la construcción de un gran enlace - La Conexión de la Gran Vía Norte - que une el nuevo túnel SH20 con el túnel SH16 existente sobre una carretera funcional. La conexión incluye cuatro rampas cerca de la entrada norte, con una longitud total de aproximadamente 1.700 m.

Deal ha suministrado una armadura de auto-lanzamiento para erigir las vigas de las rampas. La elección de este tipo de equipo fue dictada por la ubicación del emplazamiento de la obra dentro de un área patrimonial y cerca de los ambientes marinos costeros sensibles, lo cual impidió el uso de métodos de elevación convencionales e invasivos.

Desde la fase de licitación, se ha desarrollado un auténtico espíritu de cooperación entre los equipos del contratista y Deal. Esto resultó en la elección de métodos de construcción claramente definidos y altamente adecuados además de características de diseño para el equipo. El diámetro bastante pequeño de las pilas impuso un límite estricto en el peso del equipo, mientras que el radio vertical particularmente apretado de la alineación generó desafíos adicionales. Como resultado, Deal proveyó un nuevo tipo de soporte que se ajustara fácilmente de manera hidráulica. Además, la necesidad de adaptarse a la combinación de curvaturas horizontales y verticales muy ajustadas, longitudes variables de vanos y limitaciones en el peso del equipo contribuyó a la creación de una solución 'de avanzada' para este tipo de equipos. La viga de lanzamiento amarilla, que recibió el apodo 'Dennis', se ha convertido en un 'socio' para Alice, la gigantesca excavadora de túneles (TBM) que excavó los túneles de la autopista: ¡un rostro amistoso para un proyecto muy complicado y desafiante!

- Límites estrictos sobre el peso del equipo
- Curvaturas estrechas, tanto horizontales como verticales
- Vanos de longitudes variables



# ENSANCHAMIENTO DE LA M4 MINIMIZANDO LA CONGESTIÓN DEL TRÁFICO EN EL MAYOR PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DE AUSTRALIA

**La necesidad de mantener el flujo de tráfico mientras se erigen las vigas en un sitio con acceso limitado es uno de los desafíos que Deal ha tenido que abordar en el proyecto para ensanchar la M4 en Sidney**

El proyecto es parte de WestConnex, el mayor esquema de transporte integrado en curso en Australia. El trabajo incluye la renovación y modernización del transporte público y la infraestructura de carreteras. Las autopistas M4 y M5 deben ampliarse, ensancharse y unirse para formar una autopista continua y fluida con conexiones a la ciudad, el aeropuerto, el puerto y el embarcadero.

El proyecto de ampliación de la M4 consiste en actualizar la autopista de tres a cuatro carriles en ambas direcciones.

A Deal se le adjudicó un contrato que abarcaba tanto el diseño de las estructuras elevadas del proyecto como el suministro de equipos de construcción especializados. El equipo suministrado incluye dos juegos de moldes para la prefabricación de vigas en forma de T, así como dos grúas pórtico y dos carretillas pórtico para el manejo de las vigas y un lanzador de vigas para la etapa de montaje.

Durante las fases de diseño estructural y de diseño del equipo se prestó especial atención a los desafíos de erigir estructuras de los nuevos carriles manteniendo el flujo de tráfico en los carriles existentes. A la complejidad se le sumaron otras limitantes que resultaron del acceso limitado y los difíciles procesos de erección requeridos. Un objetivo adicional era minimizar el uso de equipos convencionales de elevación y manejo en el sitio de erección

## **EQUIPO DE PROYECTO**

Cliente: Gobierno de Nueva Gales del Sur – Servicios Viales & Marítimos  
Contratista: WestConnex Construction JV  
Diseñador: Deal

## **POR DEAL**

Equipos del patio de prefabricados  
2 juegos de moldes para vigas en T  
2 grúas pórtico con 80t de capacidad  
2 carretillas pórtico con 60t de capacidad  
Equipo de lanzamiento  
Viga de lanzamiento tipo 150/50



# METRO DE SIDNEY AHORRANDO TIEMPO CON LA INNOVADORA TÉCNICA DE DESENCOFRADO DE DEAL

**Las soluciones innovadoras desarrolladas por Deal están ayudando a reducir los tiempos de producción de los segmentos en el primer sistema de vías de metro totalmente automatizado de Australia**



**Primer sistema de vías de metro totalmente automatizado en Australia**

**E**L Metro de Sídney Es el proyecto de infraestructura de transporte público más grande de Australia e incluye la construcción de 15 km de túneles gemelos y 6,3 km de viaductos prefabricados. El proyecto está en marcha y entrará en servicio en el primer semestre de 2019. Su ejecución se realiza en dos etapas: primero, la sección Noroccidental del Metro (otrora el Enlace Vial Noroccidental) y, luego, la sección Metro City & Suroccidental. El sistema tendrá 8 nuevas estaciones y 4.000 plazas de aparcamiento para pasajeros en la creciente área noroeste de Sídney. Deal ha sido designado para suministrar 6 series de moldes de prefabricación de línea corta para prefabricación de segmentos del viaducto.

El reto principal es que el equipo también debe tener la capacidad de colar los segmentos de la estación, que tienen nervaduras de refuerzo bajo sus alas. Deal ha abordado esto desarrollando un innovador sistema de desencofrado que permite que los lados de los moldes se muevan horizontalmente: esto simplifica la liberación del segmento de modo que, por ende, se pueda avanzar

sobre el uso de un sistema basado en rieles motorizados.

El tiempo es crucial en el proyecto, por lo que los diseñadores de Deal han prestado especial atención al desarrollo de soluciones técnicas que minimicen el tiempo requerido de preparación del molde para adaptarse a las características de los distintos tipos de segmentos. Existen segmentos típicos, desviadores y de estaciones, con longitudes de 2,5 m hasta 4 m. Además, Deal le ha suministrado al cliente su sistema de control de geometría de vanguardia, que ha sido desarrollado y actualizado en los últimos años. El sistema está específicamente diseñado para simplificar operaciones en el patio de prefabricación y, por tanto, minimizará la posibilidad de errores durante el colado de segmentos



#### **EQUIPO DE PROYECTO**

Cliente: Transporte para Nuevo Gales del Sur  
 Contratista: Salini Impregilo Spa, Sede Australia  
 Diseñador: SMEC

#### **POR DEAL**

##### Moldes para el prefabricado de segmentos

Diseño y fabricación de:  
 3 moldes de línea corta para segmentos típicos vano a vano  
 1 molde de línea corta para segmentos de estación vano a vano  
 1 molde de línea corta para segmentos de pila de vano a vano  
 1 molde de línea corta para segmentos de pila de estación vano a vano

Servicios de ingeniería

# Carretera Tanjung Priok

## UNA NUEVA VÍA DE ACCESO DE 12,1 KM AL PUERTO MÁS ATAREADO DE INDONESIA

La infraestructura no puede ponerse al corriente del crecimiento económico de Indonesia, que tiene una población de 250 millones de personas. La Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA) ha creado un nuevo plan maestro, en cooperación con el Gobierno de Indonesia, para ayudar a subsanar las deficiencias en el área metropolitana de Yakarta.

La ruta de acceso de Tanjung Priok forma parte de este programa masivo: el proyecto consiste en la construcción de una carretera con peaje de 12,1 km y 6 carriles hasta el puerto de Tanjung Priok para crear una conexión entre la sección nororiental del Yakarta Outer Ring Road (JORR) y la vía del puerto de Yakarta.

Deal había trabajado con el cliente Obayashi en un proyecto anterior en el área del Golfo generando un fuerte espíritu de cooperación. Esto llevó a Deal a desarrollar equipos innovadores para la construcción de vigas en las áreas con-

gestionadas del proyecto de Yakarta. Era importante evitar el uso de grúas terrestres de gran capacidad para la manipulación de los elementos prefabricados y así diseñar, fabricar y suministrar un elevador de vigas especial capaz de erigir las vigas de 140 t, con 40 m de longitud.

El sistema trajo varias ventajas:

- reducción del impacto en el tráfico;
- reducción de la capacidad necesaria para la grúa de servicio;
- reducido impacto sobre la estructura permanente, gracias al peso ligero del equipo.

El tráfico pesado en el área del proyecto significó que las vigas fueran suministradas en pedazos y ensambladas debajo de los vanos. El equipo suministrado por Deal tenía la capacidad de desplazarse por fuera de la línea de los cabezales de las pilas, levantando la viga, elevándola a la altura de la pila, desplazándola transversalmente y luego colocándola en su posición final.

**El uso de un innovador elevador de vigas ha demostrado ser ideal para la erección de vigas prefabricadas en una zona congestionada de Yakarta**



#### EQUIPO DE PROYECTO

Cliente: Operación Conjunta  
Obayashi - Jaya Konstruksi  
Contratista: Ministerio de Obras Públicas  
Subcontratista: Deal

#### POR DEAL

Elevador para erección de vigas

# Construcción de viaducto para el Metro de Rennes LA PRIMERA VIGA DE LANZAMIENTO DE DEAL CON CAPACIDAD DE ERIGIR DOS VANOS EN PARALELO



**Deal provee hoy en día equipos especiales para la construcción de la superestructura segmental de uno de los proyectos de obras públicas más grandes en Francia actualmente en curso**

- Reducción del tiempo de reubicación de la viga de lanzamiento
- Ciclo de erección más rápido
- Cargas reducidas en los vanos
- Soporte in situ para el cliente por parte de los técnicos de Deal durante todas las operaciones

La Línea B, de 13,8 km con 15 estaciones es la segunda ruta VAL (Véhicule Automatique Léger) sin conductor que se construirá en Rennes y se espera que sea utilizada por 110.000 pasajeros al día.

La viga de lanzamiento L105 de Deal ofrece una gran ventaja en comparación con los equipos habituales de lanzamiento vano a vano diseñados para erigir un solo vano a la vez simplemente apoyado (configuración isostática). En cambio, el innovador diseño implica que dos vanos adyacentes de 40 m (también conocidos como 'bi-travée') se cuelgan temporalmente de las vigas principales y, luego, simultáneamente se colocan en posición, con la viga de lanzamiento funcionando en tres soportes, a veces también en un radio horizontal ajustado. El diseño del equipo y el método de anclaje a las estruc-

turas permanentes han sido particularmente desafiantes debido a las restricciones impuestas por el arquitecto derivadas de la apariencia futurista del viaducto.

Sin embargo, esto le ha dado a Deal la oportunidad de diseñar una solución innovadora con muchas ventajas, como un tiempo reducido para reubicar la viga de lanzamiento desde una pila a otra, ciclos de montaje más rápidos y cargas reducidas en las obras permanentes.

Los técnicos de Deal están apoyando al cliente en el sitio durante todas las operaciones de montaje y erección debido a los altos niveles de precisión requeridos en el posicionamiento del equipo y una mayor atención requerida para el monitoreo de carga, control de geometría y verificaciones topográficas

#### **EQUIPO DE PROYECTO**

Proyecto: Viaducto de Rennes – Lote 4 – Rennes (Francia)  
 Contratista: Eiffage Genie Civil  
 Diseñador: Egis

#### **POR DEAL**

Viga de lanzamiento de doble vano (dos vanos de 500 t, 40 m de largo cada uno)

---

# EL ABORDAJE DE DEAL PARA MEJORAR CONSTANTEMENTE LOS EQUIPOS ESPECIALES

---

Para afrontar nuevos desafíos, nos aferramos a nuestro enfoque representativo para comprender primero los requerimientos específicos del cliente y luego elaborar la solución que satisface perfectamente dichos requerimientos. Suministramos soluciones 'hechas a la medida', no sólo como un simple proveedor de equipos, sino como un socio a largo plazo con quien desarrollar sistemas y métodos innovadores. Proporcionamos diseño, equipos especiales y asistencia, definimos el punto ideal de convergencia entre los costos, la eficiencia y la confiabilidad ▀

## Tolvas



## Soluciones en Petróleo & Gas



## Construcción Submarina





Deal Srl  
via Buttrio, 36  
33050 Cargnacco  
(Udine) Italia

T+39 0432 607900  
F+39 0432 607902  
mail@deal.it  
www.deal.it

