

# PROYECTO DE SUSTITUCIÓN DEL GERALD DESMOND BRIDGE. CONSTRUCCIÓN DE LOS VANOS DE APROXIMACIÓN MEDIANTE AUTOCIMBRAS

## **Aquilino RAIMUNDO**

Ingeniero Civil  
STRUKTURAS AS  
Marketing and sales Manager  
[ar@strukturas.no](mailto:ar@strukturas.no)

## **José Antonio BECERRA MOSQUERA**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
AVENSI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, S.L.  
Ingeniero  
[j.a.becerra@avensi.es](mailto:j.a.becerra@avensi.es)

## **Daniel RODRÍGUEZ PEREIRAS**

Ingeniero Técnico Industrial  
AVENSI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, S.L.  
Gerente  
[daniel.rodriguez@avensi.es](mailto:daniel.rodriguez@avensi.es)

## **RESUMEN**

El proyecto consiste en la sustitución del actual Gerald Desmond Bridge, construido en 1968 sobre el Back Channel del puerto de Long Beach (Los Ángeles – California), por razones de seguridad frente a sismo, por el crecimiento del tráfico esperado en los próximos años y por la necesidad de mayores gálibos verticales para el paso de los barcos portacontenedores actuales.

El mismo será sustituido por un puente atirantado con un vano principal de 305 m. de longitud y situado a 61 m. sobre el Back Channel y dos vanos extremos de 152 m. El puente se ha concebido mediante dos torres de fuste único de 155 m de altura máxima.

## **ABSTRACT**

The project consists of replacing the current Gerald Desmond Bridge, built in 1968 on the Back Channel of the Port of Long Beach (Los Angeles - California), for security reasons against earthquake, for the expected traffic growth in the coming years and By the need for larger vertical gauges for the passage of current container ships.

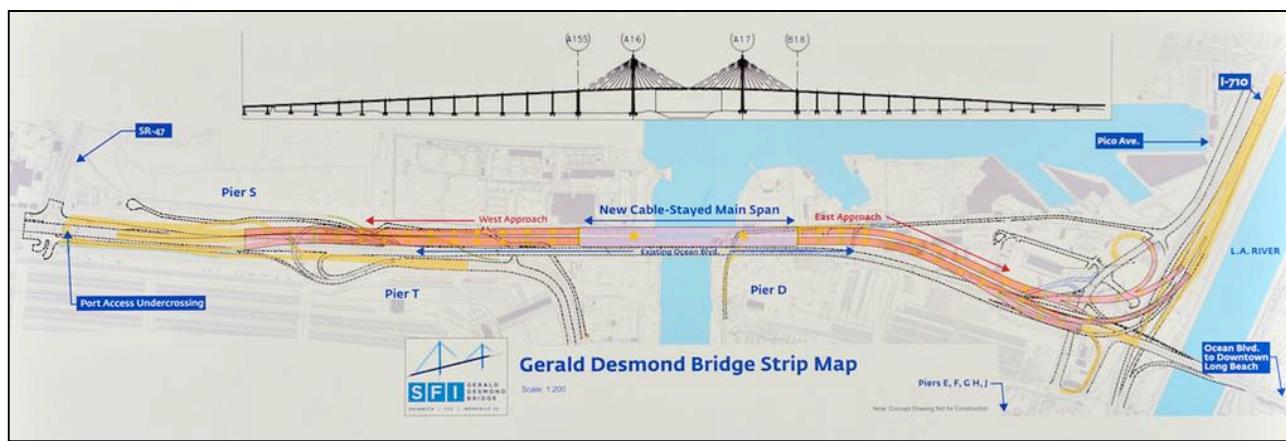
It will be replaced by a cable-stayed bridge with a main span of 305 m. Of length and located at 61 m. On the Back Channel and two extreme spans of 152 m. The bridge was conceived by means of two towers of single bole of 155 m of maximum height.

**PALABRAS CLAVE:** Atirantado, Autocimbra inferior, hormigonado in-situ

**KEYWORDS:** Cable-Stayed, Underlung MSS (Movable Scaffolding System), concrete in-situ

## 1. Introducción y breve descripción del viaducto

El Gerald Desmond Bridge es un importante punto de acceso al Puerto de Long Beach desde el centro de Long Beach, California y las comunidades circundantes, llevando la I-710 sobre el Puerto Interior del Puerto hasta la Terminal Island. Es un proyecto de colaboración entre Caltrans, el puerto de Long Beach, U.S. Department of transportation y los Ángeles County Metropolitan Transportation Authority (Metro), el cual ha adjudicado su construcción al consorcio formado por tres empresas, entre las que se encuentra la española FCC Construcciones, S.A. El nuevo puente tendrá un diseño de seis carriles atirantados, con una altura de 61 m para permitir que la nueva generación de buques portacontenedores entre en el Puerto. El puente incluirá carriles de



**Figura 1. Diseño nuevo puente.**

emergencia en los hombros interior y exterior, así como un carril bici / peatón. El nuevo puente se está construyendo junto al puente actual para mantener el flujo de tráfico. Su finalización está prevista para el 2018.

La estructura principal se resuelve mediante un puente atirantado con un vano principal de 305 m. de longitud y situado 61 m. sobre el Back Channel y dos vanos extremos de 152 m. El puente se ha concebido mediante 2 torres de fuste único de 155 m. de altura máxima. De cada mástil surgen dos planos de 10 cables desde la cabeza del mismo hasta borde de tablero. Cada torre estará cimentada sobre 12 pilotes de 2.4 m. de diámetro unidos por un encepado de forma octogonal de canto variable entre 3 y 4.90 m. El tablero tiene un ancho de 47 metros y está formado por vigas metálicas longitudinales en los extremos y vigas metálicas transversales espaciadas 5 m. Sobre esta estructura metálica se colocan losas prefabricadas de canto completo hormigonando in-situ las juntas entre ellas.



**Figura 2. Modelizado del nuevo puente.**

El proyecto incluye las estructuras de aproximación sobre Ocean Boulevard, la reconfiguración y mejora de dos enlaces, la construcción de un carril-bici a lo largo del trazado y el desvío de los servicios afectados.

Los puentes de aproximación al tramo atirantado tienen una longitud total de 900 m. en el lado oeste y de 1.155 m en el lado este. Están formados por vanos de entre 57 m y 69 metros de luz y con secciones cajón multicelular de sección variable y construcción in-situ, ejecutados mediante el uso de 2 Autocimbras inferiores.

## **2. Ejecución de vanos de aproximación mediante Autocimbras inferiores**

Para la construcción de los vanos de aproximación, será necesaria la utilización de dos Autocimbras inferiores, dado el plazo de la obra y sus características.

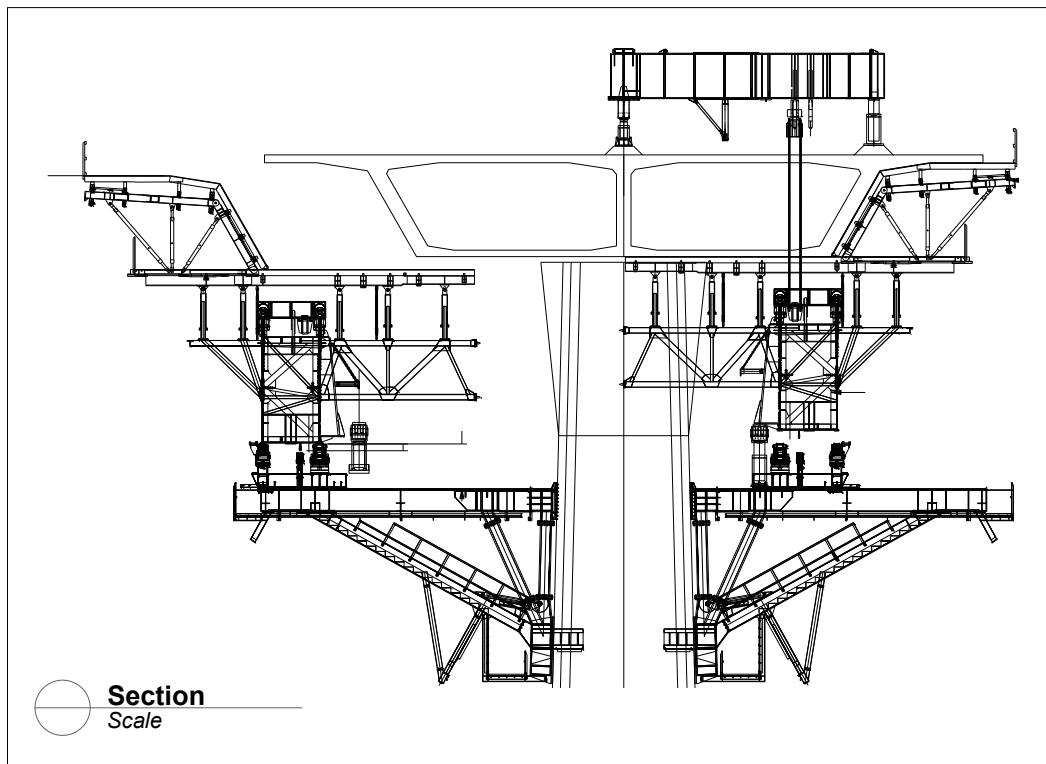
La constructora (Fcc Construcción, S.A. – Impreglio S.P.A. – SFI (Shimmick Construction Company)), ha apostado por la solución propuesta por la empresa STRUKTURAS AS, para el desarrollo y suministro de las Autocimbras.

STRUKTURAS AS, empresa Noruega, líder mundial en ingeniería y suministro de este tipo de maquinaria ha propuesto una solución mediante el uso de Autocimbra inferior. Sistemas con la mayor capacidad de cargas existentes actualmente en el mercado mundial.

Las características de las Autocimbras:

- Vano máximo: 69,8 m
- Vano máximo MSS: 57,78 m
- Capacidad: 51,23 Tn/m y 46,49 Tn/m
- Ancho máximo tablero: 25,39 m
- Ejecución tablero en dos fases
- Radio mínimo: 6401 m

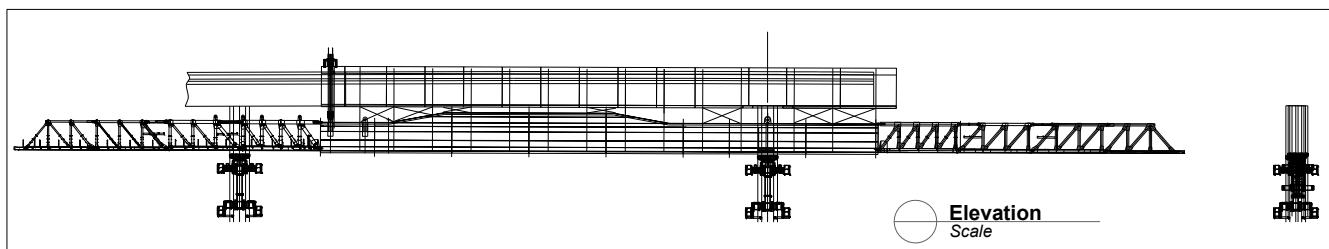
- Pendiente máxima trasversal: 2,0 %
- Pendiente máxima longitudinal: 5,0 %
- Deformaciones: L/400



**Figura 3. Sección Autocimbra**

La estructura principal de la máquina se divide en tres subestructuras: Nariz delantero, viga cajón y nariz trasero. Las narices son articuladas, permitiendo resolver problemas de curvaturas y desniveles. La zona central de la Autocimbra está compuesta por dos cajones rígidos, sobre los cuales se apoya el encofrado. El sistema se completa con 3 juegos de ménsulas, que servirán de apoyo de la máquina. La totalidad de los movimientos de la máquina se realizan de forma hidráulica.

Aunque la mayoría de las soluciones con este tipo de maquinas optan por la ejecución en una sola fase y movimientos del encofrado interior mediante carros de transportes, dada la complejidad, peso del tablero y a propuesta del cliente, se opta por diseñar la máquina para realizar el hormigonado en dos fases.



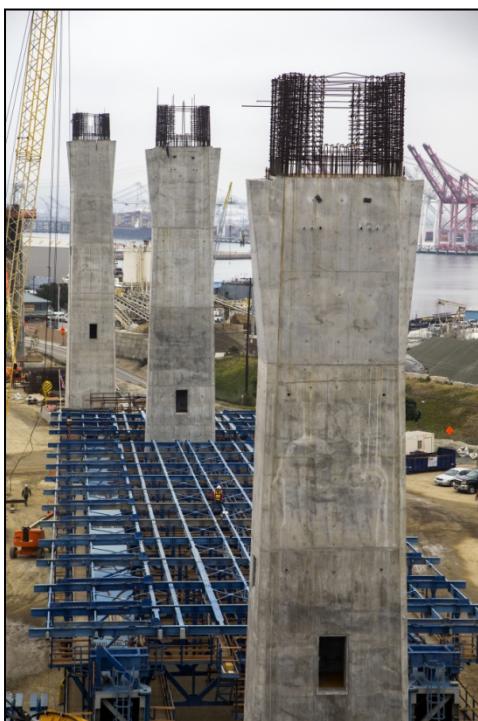
**Figura 4. Sección longitudinal Autocimbra**

## 2.1. Montaje de las Autocimbras

Por requisitos de la propia obra y ahorros de tiempo se han optado por dos metodologías de montaje diferentes, una tradicional (montaje 1) módulo a módulo, y otra con montaje total de la estructura de la máquina a nivel del suelo y su posterior izado mediante el uso de cuatro unidades hidráulicas ubicadas en la zona superior de los pilares (montaje 2).



*Figura 5. Montaje 1, modular sobre ménsulas*



*Figura 6. Montaje 2, estructura cajones*



*Figura 7. Montaje 2, conexión cables de izado*



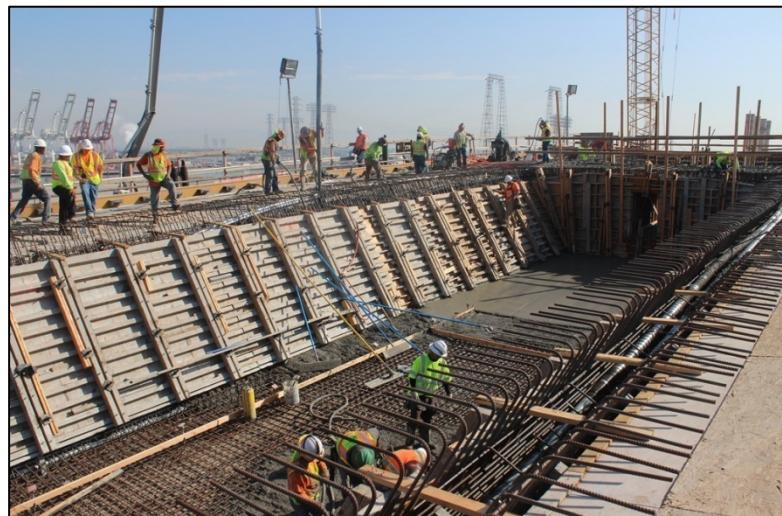
**Figura 8. Montaje 2, operación de izado de la Autocimbra**

El sistema permite el acceso a la totalidad de la estructura de forma estable y segura.

## 2.2. Ejecución del tablero

Dada la geometría del tablero con cajón multicelular y de sección variable, a propuesta del cliente, se ha desarrollado una solución para la ejecución del encofrado del tablero a partir de un esqueleto metálico, mediante vigas y tablero fenólico.

El hormigonado se realiza en dos fases, en una primera fase se hormigona fondo y hastiales, y en una segunda el muro central y losa del tablero. Para el encofrado del muro central y losas se utiliza un apeo tradicional a base de vigas de madera y tablero fenólico

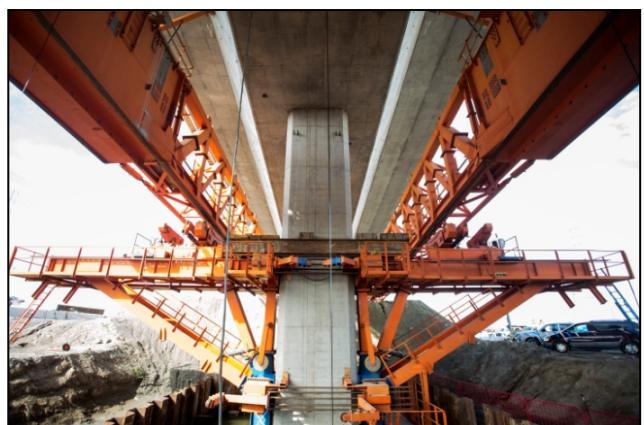
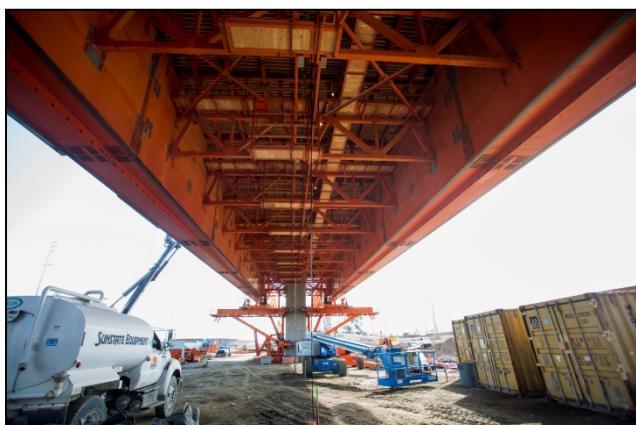


*Figura 10. Fase de hormigonado**Figura 11. Vista general del hormigonado*

El ciclo tipo en tableros de hasta 55 ml, con este tipo de sistemas puede llegar a ser de un vano a la semana. Para este proyecto en particular se estima una operativa de vano cada dos/tres semanas dada la complejidad del tablero.

### 2.3. Operaciones con la Autocimbra

Una vez hormigonado el tablero, y transcurrido el tiempo necesario de cura, se procede al movimiento de la autocimbra, para ello se retiran las uniones centrales que unen las celosías de ambos cajones y se procede mediante el correspondiente sistema hidráulico ubicado sobre las ménsulas a realizar la apertura trasversal de cada una de las dos mitades que conforman el



*Figura 12-13. Vista inferior en fase de trabajo**Figura 14. Fase de apertura y avance*

sistema. Las ménsulas están dimensionadas para permitir que cada una de las mitades pueda desplazarse trasversalmente sobre las mismas, y posteriormente realizar el avance longitudinalmente por el exterior de los pilares. El avance longitudinal e independiente de cada una de las partes que conforma la Autocimbra se realiza hidráulicamente, con movimientos no superiores a 1m. El avance se realiza de forma compensada, para no crear esfuerzos innecesarios sobre los pilares.

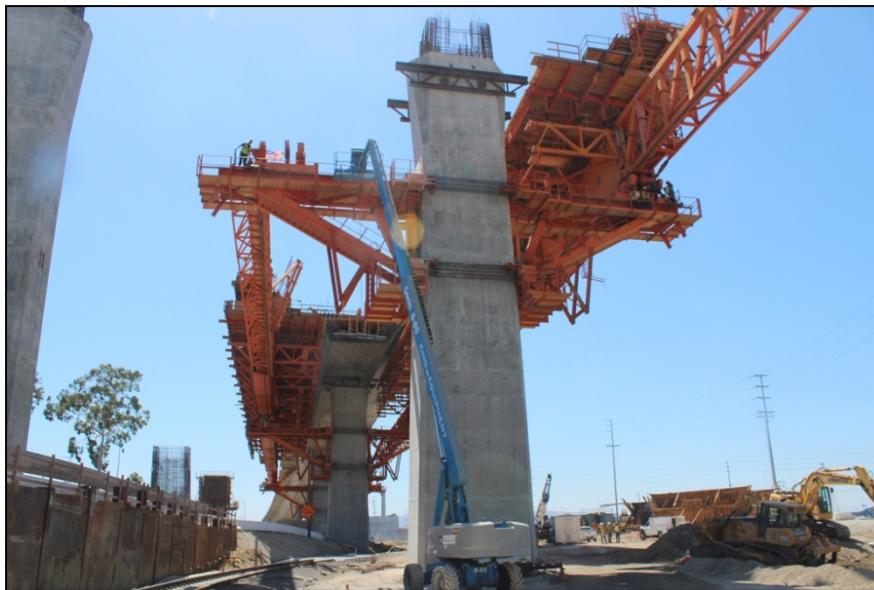
El sistema está provisto de pasadores de seguridad, para asegurar a cada una de las mitades de la máquina en el momento de retroceso de los cilindros, posteriormente se procede a su desbloqueo antes de realizar un nuevo avance.

Una vez posicionadas las dos mitades en la siguiente fase, se procede al movimiento transversal de las mismas y su posterior unión.

Posteriormente se sube y posiciona el conjunto MSS para realizar el siguiente vano.

Llegado a este punto el sistema queda sujeto en la parte trasera, mediante el pórtico de suspensión trasero al tablero ya hormigonado, mediante barras postesadas, y apoyado sobre las ménsulas en la parte delantera.

Dado que el encofrado es modular, y está provisto de tensores en su zona inferior y lateral, mediante el ajuste de los mismos podemos colocar las contraflechas necesarias, así como conseguir los correspondientes ajustes de curvatura del tablero.



*Figura 15. Fase de avance de forma independiente*

Una vez finalizados estos trabajos estaríamos en condiciones de realizar el siguiente hormigonado.

Dado que el sistema está provisto de 3 juegos de ménsulas, procederemos al cambio del sistema ubicado en el pilar anterior al siguiente, mediante medios mecánicos.

Existe la posibilidad de funcionamiento de la autocimbra de forma autolanzable, es decir, que la propia máquina a través de sus narices realice el movimiento de avance de las ménsulas, sin necesidad de utilización de medios mecánicos. En esta obra, dadas las particularidades de la misma y la altura de los pilares, se ha descartado esta opción.

### **3. Participantes en el proyecto y obra**

**Nombre del proyecto:** New Gerald Desmond Bridge in Long Beach, California

**País:** USA

**Financiación:** State/Caltrans funds, Puerto de Long Beach, LA Metro y Federal Funds

**Constructora:** SFI (Shimmick Construction Company, Fcc Construction Sa, Impreglio SPA)

**Ingeniería y suministro de Autocimbras:** Struktuas AS (Noruega)

### **4. Referencias**

- [1] EHE-08, “Instrucción de Hormigón Estructural”, Ministerio de Fomento, Madrid, 2008.
- [2] “Manual de cimbras autolanzables”, Confederación Nacional de la Construcción (CNC), NA-2955/2007.
- [3] MINISTERIO DE FOMENTO, OM FOM/3818/2007, Instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de puentes de carretera. 2007

- [4] ROSIGNOLLI, M., Robustness and Stability of Launching Gantry and Movable Shuttering Systems- Lessons Learned, Structural Engineering International, No. 2, 2007, pp. 133-140