

**25-29 ABRIL/APRIL** ZARAGOZA (ESPAÑA/SPAIN)

# **SMOPYC**

**2017**

SALÓN INTERNACIONAL DE MAQUINARIA DE  
OBRAS PÚBLICAS, CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA

INTERNATIONAL SHOW OF PUBLIC WORKS,  
CONSTRUCTION AND MINING MACHINERY

[www.smopyc.es](http://www.smopyc.es)



## **GRANDES OBRAS**

# SMOPYC

2017



Fiel a su cita trienal, SMOPYC -Salón Internacional de Maquinaria de Obras Públicas, Construcción y Minería- abre sus puertas nuevamente en abril de 2017.

Tradicionalmente y casi desde el principio de la celebración de este Certamen, SEOPAN y sus empresas asociadas vienen colaborando tanto en la organización del evento como en el Jurado del Premio a la Innovación.

Este año, SMOPYC contará con una galería fotográfica de Grandes Obras realizadas en distintos países del mundo por varias de nuestras empresas de infraestructuras, contribuyendo así a dar a conocer a los visitantes de la Feria parte del trabajo que las empresas asociadas a SEOPAN desarrollan internacionalmente desde hace décadas y que les han situado entre las tecnológicamente más desarrolladas, más competitivas y más innovadoras.

Desgraciadamente, y como es sabido, la situación de la obra pública en España ha ido decreciendo en los últimos diez años la alarmante cifra de -76%, hasta alcanzar unas cotas mínimas históricas. Actualmente, las empresas de infraestructuras españolas realizan el 86% de su actividad fuera de nuestras fronteras, y solo el 14% es actividad nacional.

SEOPAN quiere poner de relevancia la apuesta por el futuro de la Feria de Zaragoza que, en estas difíciles circunstancias, ha dado este importante paso al frente para organizar la presente edición de SMOPYC, y agradecer, una vez más, la oportunidad de colaborar en este acontecimiento, que pone de relieve la importancia el sector de Infraestructuras, al que, como indiqué en el principio, SEOPAN se siente firmemente unido.

*Julián Núñez, presidente de SEOPAN, Asociación de Empresas Constructoras y Concesionarias de Infraestructuras.*



## GALERÍA DE GRANDES OBRAS

La Galería de Grandes Obras es una iniciativa conjunta de Seopan, la Asociación de Empresas Constructoras y Concesionarias de Infraestructuras, y la feria Smopyc, el Salón Monográfico de Obras Públicas, Construcción y Minería, donde se pretende, por medio de collages informativos, dar a conocer las obras más importantes que en los últimos meses han sido ejecutadas por las constructoras españolas en todo el mundo. Ejemplos importantes de estos trabajos son el Canal de Panamá, el puerto Agu en Brasil, el metro de Chile, la autopista de Armenia o el viaducto de Méjico, entre otros muchos.

Se pretende con ello transmitir a los visitantes nacionales y del exterior la fuerte presencia internacional de las constructoras españolas por todo el mundo; grandes embajadoras que transmiten nuestra elevada calidad de gestión, nuestro buen saber hacer, el elevado potencial humano con el que contamos, así como las técnicas de construcción de última generación que se aplican en este tipo de obras.

Seopan y Smopyc aúnan esfuerzos para hacer llegar al ciudadano de a pie el inmenso potencial con que cuentan las empresas constructoras española en todo el mundo, una importante cantera de promoción para los excelentes profesionales que salen de las universidades y escuelas de nuestro país.

Esta primera edición de la Galería de las Grandes Obras es una iniciativa que esperemos que sea un éxito y permita transmitir en toda su magnitud el importante trabajo que las empresas españolas realizan tanto a nivel nacional como en el exterior.

Luis Fueyo  
Director de Smopyc



---

## ÍNDICE ALFABÉTICO

The follo line project, (ACCIONA) .....	6
Puerto de Açu, (FCC) .....	10
Obra Civil Central Hidroeléctrica de los Cóndores (FERROVIAL) .....	16
Hospital El Carmen de Maipú, Hospital Clínico Metropolitano La Florida, (GRUPO SAN JOSÉ) ...	22
Corredor norte-sur de Armenia, (ISOLUX) .....	28
Viaducto elevado bicentenario Ciudad de México, (OHL) .....	34
Tramos 3 y 4 línea 6, enlace L3 - L6 de línea 3. Metro Santiago de Chile, (OSSA) .....	40
Tercer juego de esclusas del Canal de Panamá, (SACYR) .....	46



## GENERAL

NOMBRE: FOLLO LINE PROJECT EPC TBM  
 CLIENTE: BANK NOR SI (ADMINISTRACIÓN PÚBLICA  
 NORUEGA DE FERROCARRILES)  
 TIPO DE OBRA: TÚNELES EN RUSCA  
 LOCALIZACIÓN: OSLO, NORUEGA

UTE: 60% ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, 40% OMELLA  
 PRESUPUESTO INICIAL: 1.228.728.886 € (IVA NO INCLUIDO)  
 FECHA INICIO CONTRATO: 23/08/2015  
 FECHA DE ENTREGA: 20/04/2017



## TUNELADORES

MARCA: HERRELLBERGÖD  
 MODELO: 3-480 S-480,  
 S-482 S-482

LARGÜD: 151 m

DÀMÈTRIO: 9.144 m

CORTADORES: 11  
 AVANCE: 12-15 m POR DÍA  
 INSTALACIÒN: 6.200 m<sup>3</sup>/H  
 PESO: 2.400 TUNELADORES



## TÚNELES

TÚNELES GEMELOS DE 20 KM DE LARGÜD  
 REVESTIDOS POR ANGLOS DE DENSITAT DE  
 HOMBRIGUÍN ARMADÍ



## DESTACADO

- PRIMERA VEZ QUE SE UTILIZAN TUNELADORES EN NORUEGA DESDE 1948 (PROYECTO DE DOBLE TÚNEL).
- MATERIAL ROCIOSO: TUNELADORES DISINUADAS





## THE FOLLO LINE PROJECT (NORUEGA)

Nombre: Follo Line Project EPC TBM. Noruega.

Cliente: BANE NOR SF (Administración Pública Noruega de Ferrocarriles)

Tipo de obra: Túneles en roca.

Localización: Oslo, Noruega.

UTE: 60% Acciona Infraestructuras.

40% Ghella.

Presupuesto inicial: 1.028.728.886€ (IVA no incluido).

Fecha Inicio contrato: 23/03/2015

Fecha de entrega: 20/04/2021

PregROUTING: Equipadas con 34 x 2 ventanas desde las que se podrá verificar e inyectar, en las zonas con agua, mediante taladros de 35 m y Ø8 cm. Colocarán unas 140.000 dovelas. Realizarán 9 km del recorrido cada una, 36 km total. Funcionarán cuatro de manera simultánea. 2 Norte (Oslo) + 2 Sur (Ski).

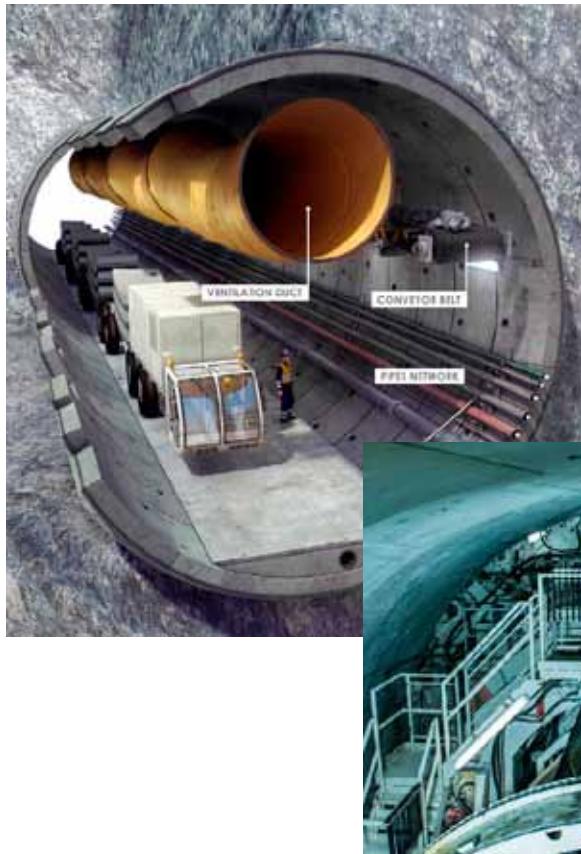
Zona de partida: caverna subterránea de Åsland.

Dos hacia Oslo ("Eufemia" y "Ellisiv").

Dos hacia Ski ("Anna de Kloppa" y "Magda Flåtestad").

Túneles gemelos de 20 km de longitud. Revestidos por anillos de dovelas de hormigón armado (6+1 dovelas cada anillo y dovela base). En total habrá 20.239 anillos. Espacio entre terreno excavado y dovela se rellenará con bicomponente.





1 Túnel de escape de 2,7 km con sus 12 galerías de conexión.

2 Túneles de transporte de 420 m. y los túneles conveyor de 232 m que servirán para introducir las piezas de las TBM y sacar el material excavado.

1 Túnel de acceso permanente de 316 m para acceder una vez terminada la obra.

2 Túneles de rescate de 345 m con sus tres galerías de emergencia asociadas.

2 Cavernas de montaje de las tuneladoras.

Montaje de vía completo excepto señalización.

Conexiones entre túneles cada 500 m.

32 galerías de emergencia con longitud media de 24,5 m.

Acceso desde Åland: zona creada mediante explosivos por avance y destroza con un sostenimiento a base de bulones y hormigón proyectado, además de cerchas metálicas donde lo requiera.

# Puerto de Açu

El mayor puerto de América

Producción de capones  
en la Terminal TX-1 con  
los Océanos Mar del Este  
y Mar del Atlántico

Campamento para los  
operarios de las barcas

Producción de 11 capones  
en el Pto. de Agudos

## Superpuerto de Açu Brasil

Terminal TX-1

Presupuesto: 407 millones  
de Euros

Fecha de inicio: 2013

Plazo de ejecución:  
36 meses

Número de capones: 47

Vol. hormigón  
en capones:

275.000 m<sup>3</sup>

Acero en capones:

30.000.000 Kg

Anclajes y escolleras:

2.150.000 m<sup>3</sup>

Cliente: Fersport, alianza  
comercial (User Venture)  
entre Primo Logística y  
Anglo Americano

Transporte de los capones  
desde Asia en España al  
Puerto de Açu

**fcc**  
Construcción



## PUERTO DE AÇU. TERMINAL TX-I (BRASIL)

Promotor: Ferroport (JV Prumo Logística - Anglo American)

Presupuesto de adjudicación: 407 M€

Año de adjudicación: 2013

Plazo de ejecución: 36 meses

Trabajo en producción de cajones: 24 horas/día, 7 días/semana

### Finalidad de la obra

Se trata de la construcción del Superpuerto de Açu, situado a unos 300 kilómetros al norte de Río de Janeiro. Según las previsiones, Açu será uno de los puertos más grandes del mundo y el primero del continente americano con capacidad para 350 millones de toneladas anuales. Se dedicará fundamentalmente a la exportación de graneles líquidos y sólidos.

El puerto está dentro del complejo Industrial del Superpuerto de Açu, un área de 90 kilómetros cuadrados, que contará con dos terminales de 17 kilómetros de muelles y 40 puestos de atraque. En ellos, se podrán recibir barcos de hasta 400.000 toneladas de carga. Las nuevas instalaciones permitirán recibir cargamentos de hierro, petróleo, acero, carbón y granito y harán posible el amarre de buques conocidos como Capsize, con capacidad de 220.000 toneladas. El nuevo Superpuerto de Açu tendrá un gran potencial para la industria de petróleo y gas, debido a su cercanía con la cuenca de Campos, una de las zonas de mayor producción de crudo del país. La previsión de actividad, cuando esté finalizado, es de 350 millones de toneladas al año.



Terminal TX-I del Puerto de Açu.

### Descripción de la obra

FCC es el líder de un consorcio que lleva a cabo esta compleja obra de ingeniería civil, como lo prueba la magnitud de las obras.

El proyecto consiste en la construcción de la Terminal TX-I, que es un muelle de abrigo mixto (talud y cajones), formado por 2.438 metros lineales de muelle de cajones, ejecutado mediante la fabricación y fondeo a mar abierto de 47 cajones de hormigón armado, y siendo el dique en talud de una longitud de 600 metros. La obra da abrigo a una zona de atraque ya construida y también genera nuevos atraques en la parte abrigada del nuevo dique.

Los cajones tienen una eslora que varía entre 45,10 y 58,20 metros, una manga de 24,00 metros y unos puntales de entre 18,00 y 29,00 metros. Su peso varía entre las 8.800 y las 16.800 t. Debido al reducido plazo disponible para la consecución de los trabajos, la obra se ejecutó empleando simultáneamente 2 diques flotantes propiedad de FCC Construcción, el Mar del Aneto y el Mar del Enol. A este último le fue incorporado para la ejecución de esta obra un nuevo equipo completo de deslizado de cajones, consistente en paraguas, encofrado deslizante, gatos de trepado, equipo eléctrico, cabrestantes de izado y equipos de bombeo y distribución de hormigón.

Debido a la falta de aguas abrigadas en el Puerto de Açu donde se pudiesen emplazar los diques flotantes para la producción, los primeros 11 cajones de la Terminal TX-I han sido construidos en Algeciras (Cádiz). Estos cajones fueron



Fabricación de cajones en Algeciras (España) para ser exportados a Brasil.

trasladados desde el puerto de Algeciras a Açu en barcos semi-sumergibles, en una travesía de 15 días de duración, en la que recorrieron 4.300 millas náuticas (equivalentes a 7.960 kilómetros) de distancia entre ambos puertos, de tal manera que se pudo generar un área suficientemente abrigada en el puerto donde implantar los equipos y poder fabricar con garantías.

El contrato incluye también otras actividades como el dragado previo del lecho marino, con un volumen de 4.100.000 m<sup>3</sup> hasta alcanzar una profundidad media de 31 m, las obras de superestructura para completar los diques (espaldón, viga cantil y losa) y la disposición de equipos náuticos y de balizamiento.

Los áridos y escollera para la construcción del puerto se han extraído de la cantera de Itaoca, propiedad del cliente, situada a 70 km de distancia.

## Unidades más destacadas

Longitud de dique en talud: 600 m

Longitud de dique de cajones: 2.438 m

Dragado en puerto: 4.000.000 m<sup>3</sup>

Cajones de hormigón: 47 uds

Hormigón en cajones: 275.000 m<sup>3</sup>

Acero en cajones flotantes: 32.000.000 kg

Áridos y escollera necesarios: 2.100.000 m<sup>3</sup>



Estiba de cajones sobre barco semi sumergible para su traslado a Brasil.



Dique flotante "Mar del Aneto" trabajando en el Puerto de Açu.



Dique flotante "Mar del Enol" trabajando en el Puerto de Açu.



Gánguil "Acanto" trabajando en el Puerto de Açu.

### **Maquinaria Principal Utilizada**

- Dique Flotante "Mar del Enol": 60,00 x 40,00 x 51,60 m (eslora x manga x puntal)
- Dique Flotante "Mar del Aneto": 51,60 x 32,00 x 42,20 m (eslora x manga x puntal)
- Gánguil "Acanto": 57,50 x 11,20 x 3,85 m (eslora x manga x puntal).  
Capacidad: 1.200 t

### **Otros aspectos**

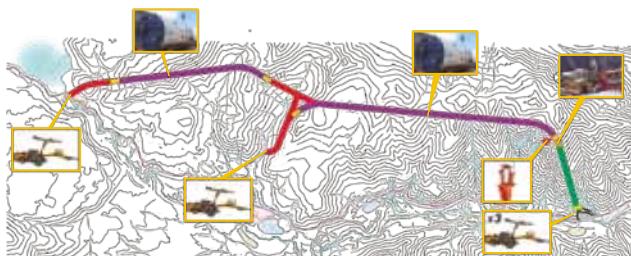
Desde el punto de vista medioambiental se debe destacar que en la zona del Puerto de Açu existen tortugas que debían ser protegidas durante la ejecución de la obra, especialmente en época de cría, por lo que se implantó un sistema de barreras marinas anti propagación de residuos, además de adoptarse medidas para la fotomitigación, es decir, para que la luz quedase "confinada" en el interior de los diques flotantes sin afectar al exterior.

**ferrovial**  
agroman

**Obra Civil Central  
Hidroeléctrica de Los Condores, Chile**

Ubicada en la Región del Maule, entre las cotas 1.400 y 2.200 m sobre el nivel del mar, en plena cordillera andina, una zona con un alto nivel de protección medioambiental.

La climatología adversa unida a la altitud dificultan en extremo el proyecto.



Túnel de aducción. Tramo en roca con TBM de doble escudo



Caverna de máquinas, 100 m de longitud, 28 m de ancho y 40 m de altura



Planta de dovelas



# ferrovial

## OBRA CIVIL CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE LOS CÓNDORES (CHILE)

Promotor: Enel Generación Chile S.A.

Presupuesto de Adjudicación: 182 millones euros.

Fecha de Adjudicación: 2014.

Plazo de ejecución: 46,5 meses.

### Finalidad de la Obra

El proyecto de los Cóndores se ubica en la región del Maule, provincia del Talca ,a unos 361 km al sur de Talca. El proyecto tiene por objetivo aprovechar el potencial hidráulico de la laguna del Maule, para abastecer el aumento progresivo de la demanda del sector energético que se ha acrecentado fuertemente en los últimos años.

### Descripción de la Obra

En el proyecto Hidráulico de los Cóndores se diseña un nuevo aprovechamiento hidráulico no reversible, para ello se ejecutan las obras de captación (pique de válvulas), conducción (túnel de aducción, pique vertical y túnel en presión), generación (caverna de máquinas) y devolución de las aguas (zona de descarga).

La Central está diseñada con una aducción en túnel excavado con Tunnel Boring Machine (TBM) y método “Drill and Blast”, una chimenea de equilibrio de 110 m, una caída vertical de 450 m (ejecutada mediante perforación dirigida de 750 m de longitud), un túnel inferior en presión que considera el 75 % de su longitud con blindaje y una caverna de máquinas de 100 m de longitud y 40 metros de altura para los equipos de generación.



Destaca la ejecución de 16 km de túnel en roca para generar diámetros útiles de 3,4 a 3,7 m en la zona de túnel de aducción, en el sector de caída de agua se define un diámetro útil de 2,6 m y se completa en la zona de túnel en presión una sección útil de diámetro 2,2 m hasta la bifurcación que se ramifica en dos líneas de Ø 1,6 m que enlazan con las dos unidades de potencia de la obra de generación. La excavación asociada a tuneladora de doble escudo es aproximadamente de 11 km.

## Maquinaria Principal Utilizada

### Excavación con TBM

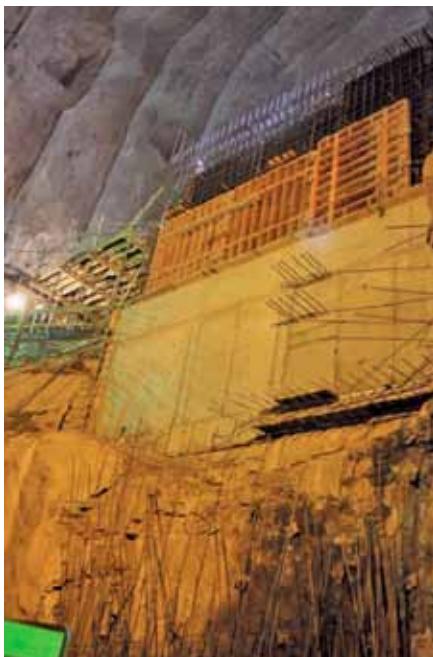
- 1 Tuneladora de doble escudo para roca. Robbins DS157 diámetro de cabeza de corte 4,56 m
- 6 Locomotoras SCHOMA CHL60 G
- 3 Locomotoras SCHOMA CFL 180 DCL
- 12 Vagones para mortero
- 21 Mesas de dovelas
- 6 Plataformas de 10 t.

### **Excavación con método “Drill and Blast”**

- 2 Jumbos Atlas Copco E2C
- 2 Jumbos Atlas Copco Boomer 282
- 2 Jumbos Atlas Copco Boomer 281
- 2 Robots de gunitado Putzmeister PM 500
- 1 Robot de gunitado Putzmeister P 407
- 3 Robots de gunitado Normet Alpha 20
- 1 Mini hormigonera Normet Tornado 2
- 2 Mini hormigoneras Putzmeister Mixrep 4
- 5 Scoop Sandvik Toro 7
- 1 Scoop Sandvik Toro 6
- 3 Cargadores Frontales JCB 455ZX
- 2 Motoniveladoras Volvo G940
- 5 Camiones vasculantes Mercedez Actros 3336
- 7 Camiones vasculantes Mercedez Actros 4144
- 3 Camiones vasculantes Mack CT7I3.

### **Excavación vertical**

- Raise Boring Machine 93 RH.



### Otras instalaciones y equipos

- 1 Grúa pórtico GH 9x4 t en planta de dovelas
- 1 Grúa pórtico GH 8x4 t en playa de vías.
- 1 Puente grúa GH 25 t en taller de locomotoras.
- Plantas de generación eléctrica (grupos electrógenos).
- Plantas de hormigón.
- Planta de fabricación de dovelas.
- Campamento para capacidad de 1.400 personas.
- Atención médica 24 horas.
- Planta de tratamiento de aguas procedentes de los túneles.
- Sistema de transporte de personal.
- Talleres de reparación mecánica y eléctrica.

### Control de calidad

- Hormigón proyectado y convencional
- Anclaje de bulones
- Morteros
- Movimiento de tierras

### Aspectos medioambientales

Con el fin de impactar lo mínimo posible el ecosistema, la flora y fauna fue intervenida y rescatada por personal especializado.

Para preservar la zona ecológica aledaña a la obra, se ha establecido la estricta prohibición de cazar, pescar, alimentar a la fauna local o introducir animales domésticos en el territorio.

En la flora son tres las especies intervenidas, como protección Ferrovial Agroman las ha delimitado con una malla de señalización de color naranja para su conservación y protección.

Otro aspecto a considerar son los sitios arqueológicos que se deben proteger, aleros rocosos o cuevas naturales.

Ferrovial Agroman, en su compromiso del cuidado ambiental, depura las aguas provenientes de los frentes y campamentos, antes de verterlas al río Maule. Todas las aguas procedentes de servicios sanitarios, duchas y comedores se someten a las plantas de tratamiento de aguas residuales. La descarga se realiza al cauce cumpliendo con los límites permisibles para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales.



Las aguas provenientes de las excavaciones, perforaciones, de las plantas de hormigón, puntos de lavado de camiones y equipos cuentan con sistemas de sedimentación para ser tratadas. Las descargas se efectúan al cauce del río Maule cumpliendo con la normativa vigente.

### Prevención de riesgos laborales

- En implementación Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional bajo estándar OHSAS 18.001.
- Prevención en los diferentes frentes de trabajo, detectando condiciones inseguras, apoyando en la confección y revisión de los Análisis Seguros de Trabajo (AST), difundiendo procedimientos seguros de trabajo y controlando el uso de EPI de los trabajadores.
- Existencia de policlínico de obra con médicos las 24 horas y una ambulancia 4X4.
- Control de reconocimientos médicos previos y de exposición a ruido y sílice.
- Realización de simulacros de evacuación, rescate de lesionados y amago de incendios.
- Controles de velocidad periódicos en la ruta CH-115 y en los caminos interiores.
- Programa de capacitación anual para difundir aspectos de seguridad. Charlas integrales semanales y campañas de seguridad.



> *Primeros hospitales concesionados de Chile*

> *Superficie construida. 142.633 m<sup>2</sup>*

> *Camas. 766*



[www.gruposanjose.biz](http://www.gruposanjose.biz)



## **HOSPITAL EL CARMEN DR. LUIS VALENTÍN FERRADA (MAIPÚ, CHILE)**

BOT (Built, Operate & Transfer). Diseño, construcción y gestión completa por 15 años (excepto los servicios de salud).

Ubicación. Maipú, Santiago de Chile

Propiedad. Ministerio de Obras Públicas de Chile

Plazo. 36 meses

Total camas. 375

Cuidados intensivos. 30

Camas hospital día. 32

Quirófanos. 17

Plazas aparcamiento. 528

Superficie parcela. 50.619 m<sup>2</sup>

Superficie construida. 70.646 m<sup>2</sup>

Arquitectos. BBATS Consulting & Projects, SLP

Ingeniería y proyecto. GSJ Solutions

Construcción. SANJOSE Constructora.

Premio Volcán 2016 - Primer Lugar. Concurso de arquitectura "Volcán 100 años construyendo un Chile mejor"

Proyecto premiado en el Concurso AA- DAIH – Domus 2009 por su aportación en el campo de la sostenibilidad ambiental, social y económica en el área sanitaria.

Primer premio a la Calidad Arquitectónica en Edificios de Salud, en el Congreso Internacional de Hospitales IFHE (Federación Internacional de Ingeniería Hospitalaria) 2014, es decir, el mejor hospital.





# HOSPITAL CLÍNICO METROPOLITANO LA FLORIDA DRA. ELOÍSA DÍAZ INSUNZA (CHILE)

BOT (Built, Operate & Transfer). Diseño, construcción y gestión completa por 15 años (excepto los servicios de salud).

Ubicación. La Florida, Santiago de Chile

Propiedad. Ministerio de Obras Públicas de Chile

Plazo. 36 meses

Total camas. 391

Cuidados intensivos. 60

Camas hospital día. 36

Quirófanos. 17

Plazas aparcamiento. 579

Superficie parcela. 14.700m<sup>2</sup>

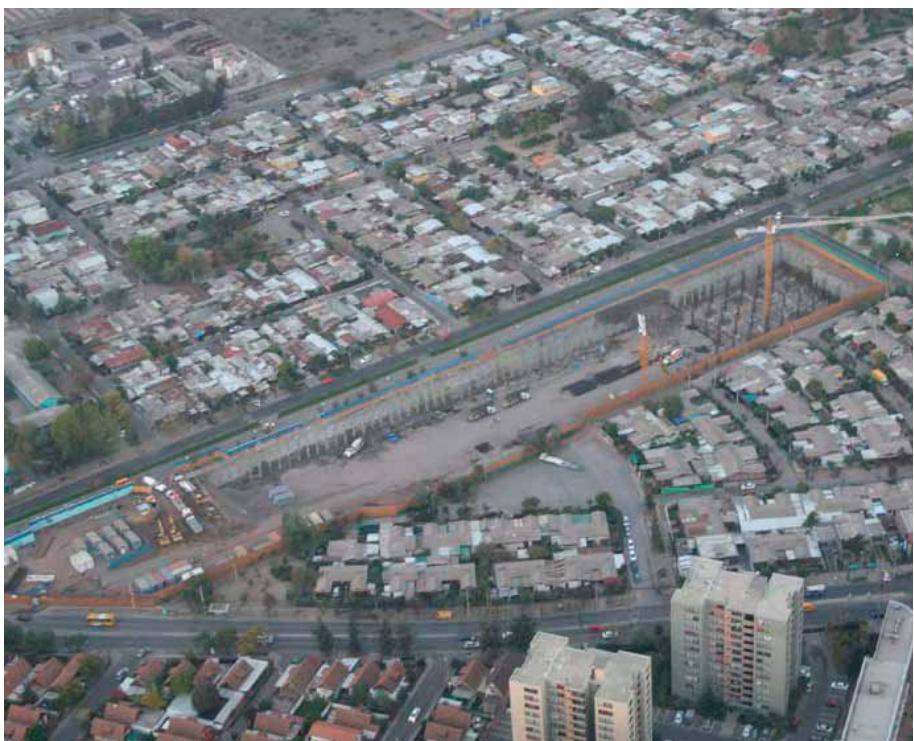
Superficie construida. 71.987 m<sup>2</sup>

Arquitectos. BBATS Consulting & Projects, SLP

Ingeniería y proyecto. GSJ Solutions

Construcción. SANJOSE Constructora









**RECONSTRUCTION AND IMPROVEMENT OF THE ARARAT TO TALIN ROAD  
(ARMENIA)**



Longitud total actuación 91,3 Km  
 Pasos superiores 6 471.000 m<sup>3</sup> de Hormigón  
 Pasos Inferiores 2 273.000 m<sup>3</sup> de bases  
 Enlaces 15 100.000 t MBC  
 Obras de drenaje 121 2.274.000 m<sup>3</sup> excavació  
Materiales:  
 3.200.000 m<sup>3</sup> terraplén



**INSTALACIONES AUXILIARES**

**MAQUINARIA DE OBRA**



## CORREDOR NORTE-SUR DE ARMENIA

### DATOS GENERALES

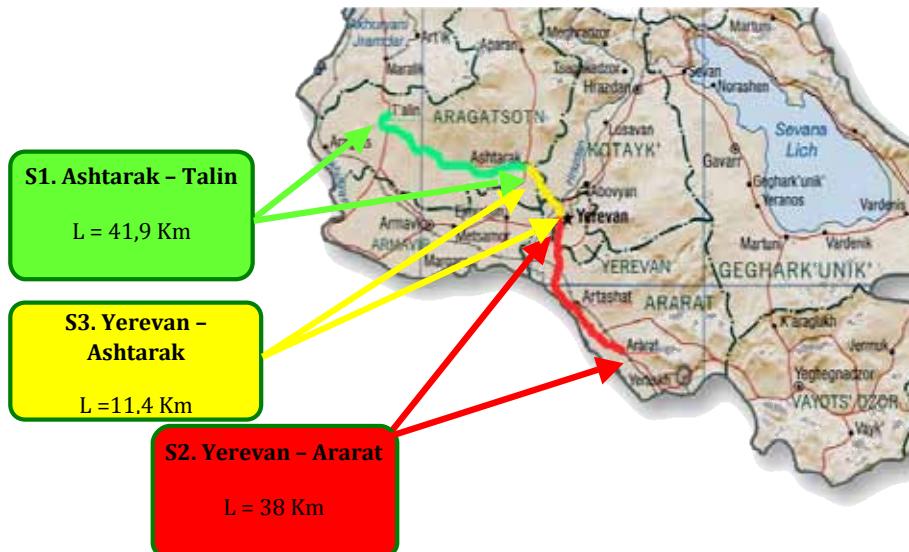
El proyecto corredor Norte – Sur de Armenia forma parte del corredor que unirá Asia Central e Irán con Europa. Esta carretera cruzará Armenia de norte a sur pasando por 6 regiones distintas: Shirak, Aragatsotn, Yerevan, Ararat, Vayots Dzor y Syunik. Este proyecto representa una mejora significativa de las infraestructuras del país en materia de transporte interior y permitirá una mejor comunicación Georgia e Irán. Además, supone una notable mejora de la seguridad vial al convertir la carretera actual en autopista con estándares internacionales.



Trazado del futuro corredor que cruzará Armenia desde Georgia a Irán.

Corsán Corviam Construcción S.A ejecutará 91,3 km de este importante corredor.

La obra se divide en 3 secciones tal y como se indica en el siguiente mapa:



El periodo de ejecución de la obra es de 3 años y se dividirá en 3 secciones: 36 meses para la sección 1 y 18 meses para las secciones 2 y 3.

Nombre del Contrato: T1-T2-CW-01 Reconstruction and Improvement of the M1 Ashtarak to Talin 29+600 to 71+500 (Section 1); M2 Yerevan to Ararat road from Km 9+312 to Km 47+400 (Section 2); M1 Yerevan to Ashtarak road from Km 18+370 to Km 29+773 (Section 3).

Propiedad: Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la República de Armenia. PMU North-South Corridor.

Financiación: Banco de Desarrollo de Asia (ADB).

Consultor: Safege-Eptisa Consortium

Contratista: Corsán-Corviam Construcción, S.A

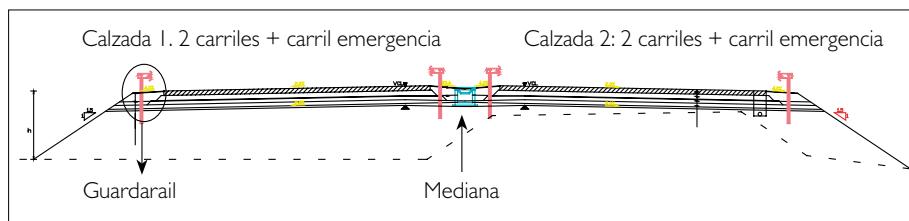
DATOS	Sección 1	Sección 2	Sección 3
Presupuesto	179.557.183,13 USD	46.320.230,75 USD	24.122.586,12 USD
Fecha Firma Contrato	27 de abril de 2012	27 de abril de 2012	27 de abril de 2012
Plazo inicial	1.096 días (3 años)	548 días (18 meses)	548 días (18 meses)

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

### Sección I: MI Ashtarak-Talin

La sección I está situada al noroeste de Yerevan a una altura entre 900 m y 1.400 m sobre el nivel del mar. La longitud del tramo es de 41,9 km (del pk 29+600 al pk 71+500) que se extienden desde Ashtarak hasta Talin.

La carretera actual dispone de una única calzada con un carril por sentido y el proyecto contempla ejecutar dos nuevas calzadas con dos carriles por sentido y una mediana donde se ubicará el drenaje longitudinal tal y como se indica en la sección tipo.



Sección tipo a ejecutar en S1.

El ancho total de la sección será de 26,70 m. Cada calzada tendrá 9,20 m de ancho (2 carriles de 3,60 m y un carril de emergencia de 2 m). La mediana tendrá un ancho de 4,8 m y los 3,5 m restantes son para las cunetas.

La longitud de esta sección es de 41,9 km. De estos, 15,8 km son sobre una nueva plataforma y los 26,1 km restantes se ejecutarán sobre la carretera existente demoliendo el firme actual y realizando una ampliación de la calzada para obtener el ancho necesario para ejecutar la sección tipo. Los tramos sobre nueva plataforma y sobre la carretera existente se distribuyen de la siguiente manera:

Tramos sobre carretera existente	Longitud tramo [m]	Tramos nueva plataforma	Longitud tramo [m]
29+600 – 30+000	400	---	
---		30+000 – 33+400	3.400
33+400 – 36+700	3.300	---	
---		36+700 – 40 + 400	3.700
40+400 – 60+000	19.600	---	
---		60+000 – 63+100	3.100
63+100 – 63+600	500	---	
---		63+600 – 69+200	5.600
69+200 – 71+500	2.300	---	
<b>Total</b>	<b>26.100</b>		<b>15.800</b>

Se construirán 6 pasos inferiores, 3 pasos superiores, 10 pasos inferiores de uso agrícola (maquinaria, animales y peatones) y 2 pasos inferiores para ríos y canales.

También se construirán 9 enlaces y 15 conexiones en T para conectar con las carreteras locales. En todos los enlaces se realizará una instalación de iluminación.

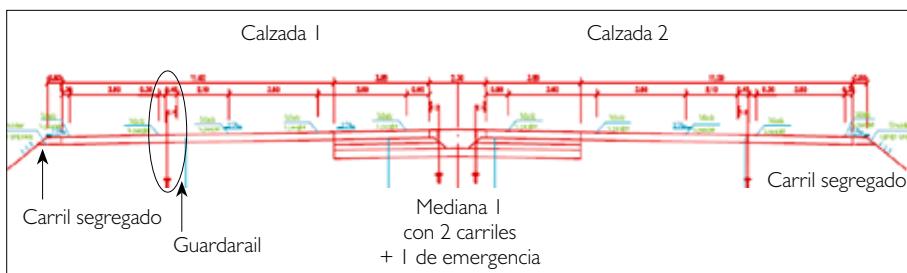
Además, en 6 puntos de la carretera se deberán proveer apoyos en los laterales de la carretera y en la mediana para permitir el cruce de la red de riego.

La construcción del pavimento de la carretera comprende 18 cm de capa de forma granular, 15 cm de subbase, 18 cm de base de zahorra artificial y 26 cm de hormigón. Las vías de servicio y carriles de incorporación se terminarán con mezcla bituminosa.

## Sección 2: M2 Yerevan-Ararat

La sección 2 está situada al suroeste de Yerevan se trata de una vía existente de 4 carriles y de 38 km de longitud (del pk 9+312 al pk 47+400) tiene su inicio en Yerevan, pasa por Artashat y finaliza en Ararat.

El proyecto contempla en el primer tramo de 19 km de longitud entre Yerevan y Artashat reconstruir la mediana y proveer una barrera de seguridad continua y poder ampliar el ancho de la calzada.



Sección tipo a ejecutar en S2.

El ancho total de la sección será de 33,20 m. Cada calzada tendrá 9,30 m (1 carril de 3,60 m, 1 carril de 3,80 m y un carril de emergencia de 2 m de ancho). Paralela a la carretera discurrirá un carril segregado con un ancho de 3,60 m. La mediana será de 2,30 m y los 5,1 m restantes son para las cunetas.

Actualmente existen 4 enlaces (Masis, Mkhchian, Dimitrov y Artashat). De estas unidades sólo Masis está completamente construida, las demás necesitan una completa reparación.

Para asegurar la seguridad del tráfico se realizará una instalación de iluminación en los tramos con enlaces.

Además los pasos superiores actuales se deberán reparar y adaptar a las nuevas dimensiones de la calzada.

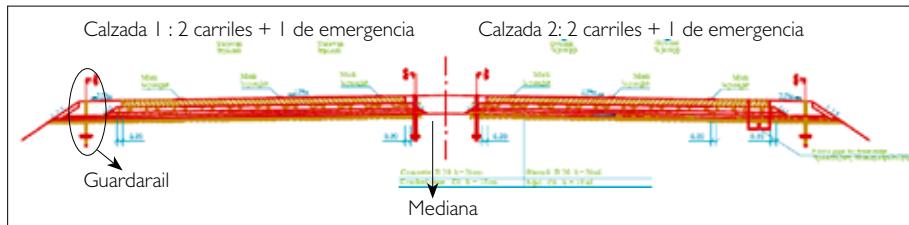
En los 19 km restantes correspondientes al tramo Artashat-Ararat se debe actualizar la señalización vertical y horizontal a los estándares internacionales.

Se fresarán los 38 km de pavimento actual y se ejecutará un nuevo pavimento de hormigón. La sección será la misma que la S1, 18 cm de capa de forma granular, 15 cm de subbase, 18 cm de base de zahorra artificial y 26 cm de hormigón. Las vías de servicio y carriles de incorporación se terminarán con mezcla bituminosa.

### Sección 3: M1 Yerevan-Ashtarak

La sección 3 está situada al noroeste de Yerevan. Tiene una longitud de 11,4 km (desde el pk 18+370 al pk 29+773) y se extiende desde Yerevan hasta Ashtarak.

Actualmente la carretera tiene 2 calzadas separadas por una mediana y cada una de las calzadas tiene 2 carriles.



Sección tipo a ejecutar en S2.

El ancho total de la sección será de 26,40 m. Cada calzada tendrá 9,30 m (2 carriles de 3,60 m y un carril de emergencia de 2,1 m de ancho). La mediana será de 2,60 m y los 5,2 m restantes son para las cunetas.

Las carreteras adyacentes a la nueva carretera serán reparadas como rampas de accesos.

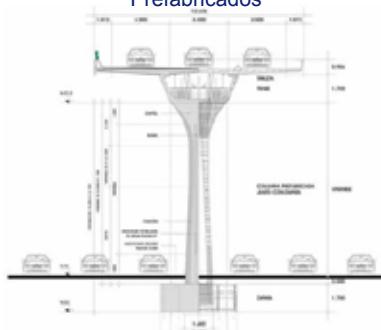
Se debe reconstruir el pavimento existente, mejorar el drenaje y arcenes, y reparar las estructuras de hormigón. El nuevo pavimento será de las mismas características que el de la sección 1 y 2. Se deben reparar 9 puentes. Uno de ellos, requiere demolición y colocación de un nuevo puente.

### Principales unidades de la obra

	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Concrete Pavement h=26 cm	m <sup>2</sup>	1.081.806
2	Concrete Pavement h=24 cm	m <sup>2</sup>	571.280
3	Structural Concrete	m <sup>3</sup>	52.704
4	Rock excavation	m <sup>3</sup>	273.357
5	Installation of Guardrail	ml	214.941
6	Aggregate base course	m <sup>3</sup>	273.357
7	Reinforcing steel	t	5.016
8	Embankment	m <sup>3</sup>	3.228.367
9	Common excavation	m <sup>3</sup>	2.003.900
10	Bitumen mixtures	T	100.000



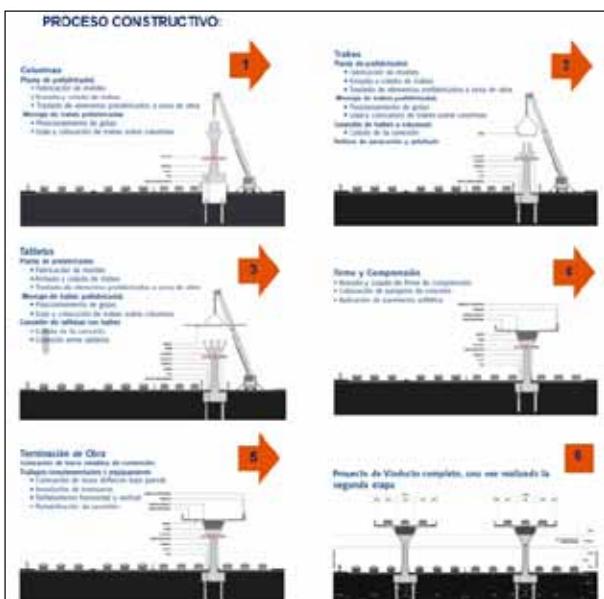
Detalle de la sección.  
Prefabricados



### Ubicación geográfica:



### Proceso constructivo:





## VIADUCTO ELEVADO BICENTENARIO CIUDAD DE MÉXICO (MÉXICO)

Promotor: gobierno del Estado de México

Inversión total gestionada: 554,3 millones EUR

Plazo del contrato: Mayo 2008 – Mayo 2038

Plazo ejecución de la obra: 23 meses

Intensidad media diaria: 300.000 vehículos

Longitud: 32 km

### UBICACIÓN

Esta vía se ubica en la autopista México – Querétaro, en el corredor que une el país, por el norte, con los EEUU. Tratándose del núcleo con mayor densidad de tráfico del país. Esta autopista es a su vez la principal arteria de comunicación entre el centro y el norte del país, conectando Monterrey con la capital. El viaducto se levanta en el área metropolitana de la Ciudad de México (20 millones de habitantes).

### FINALIDAD

Se trataba de una zona altamente transitada, además del tráfico de largo recorrido el área está densamente habitada, con multitud de instalaciones comerciales, industriales y hoteleras en los 32 km de recorrido urbano.

Ante la imposibilidad de ampliar la autopista existente en su sección transversal mediante carriles adicionales, la única solución fue concebir un viaducto elevado en la mínima área disponible dentro de su plataforma.

## ASPECTOS DESTACABLES

- Primera vialidad que funciona de manera reversible, atendiendo a los horarios picos de flujo vehicular. Opera de Norte a Sur entre las 5:00 am y la 1:00 pm en sentido principal facilitando la entrada de vehículos a la ciudad y por las tardes invierte el sentido principal.



- Primera vialidad de cuota que opera dentro de la mancha urbana, por lo que hubo que dotarle de sistemas de telepeaje de tecnología punta que permite un acceso fluido al viaducto con velocidades de hasta 60 km/h.



- Toda la iluminación se realizó con tecnología de bajo consumo alimentado con energía solar, en especial atención a contribuir al desarrollo sostenible.



## ETAPAS

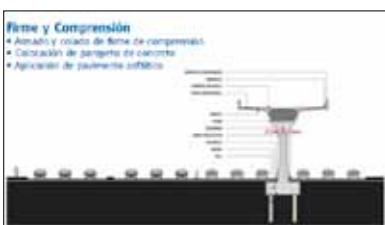
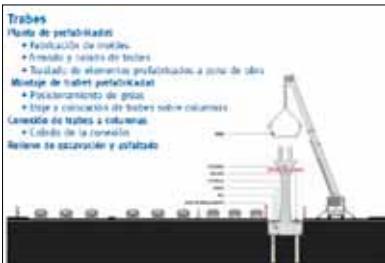
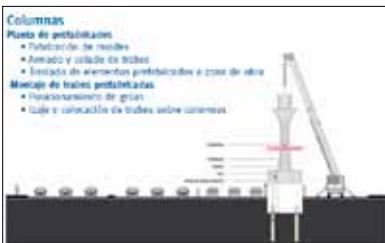
Dada la situación apremiante que el viaducto estaba llamado a solucionar, se diseña una puesta es servicio escalonada, así se establecieron tres etapas o tramos:

- Etapa I: "Toreo de Cuatro Caminos – Tecalpaca"
- Etapa II: "Tecalpaca – Toreo de Cuatro Caminos"
- Etapa III: Prolongación de ambos viaductos

## ATRIBUTOS ARQUITECTÓNICOS

Es evidente que la estructura estaba llamada a soportar grandes cargas. Puesto que se ubica en un área de considerable sismicidad, debe además ofrecer solidez estructural a toda prueba.

Sin dejar de atender las necesidades anteriores, al resolver el diseño de las columnas, trabes y losas que componen los carriles del viaducto se ha cuidado que su aspecto disimule las masivas dimensiones que inevitablemente deben tener las estructuras.



## PROCESO CONSTRUCTIVO

El proyecto se llevó a cabo afectando lo mínimo posible a esta arteria tan transitada y con tan poca capacidad de maniobra. Los trabajos se realizaron esencialmente en horario nocturno utilizando estructuras prefabricadas optimizando el período de ejecución. A continuación se muestran fotografías de los procesos comentados:



Proceso de instalación de elementos prefabricados.



Transporte de elementos hasta la zona.

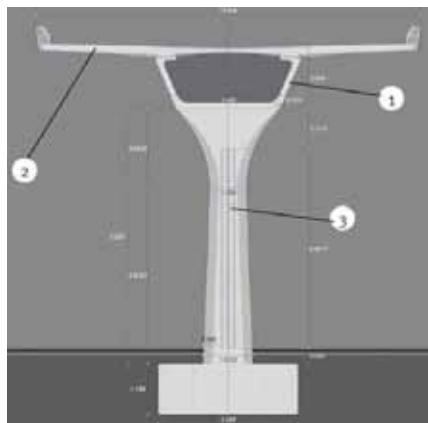


Montaje con grúas.

## INNOVACIONES ESTRUCTURALES

Entre aquellas innovaciones estructurales que se incorporaron en esta realización, podemos destacar:

- La formación de trabe cajón con dos piezas distintas, trabes U y tabletas doble T invertidas, con una conexión sencilla de realizar en obra, permitió la fabricación, transporte y montaje rápido y económico de piezas manejables (menores dimensiones y pesos) con los equipos disponibles, y las restricciones de transportes impuestas en los reglamentos de tránsito.
- Columnas presentadas huecas de sección variable (con perfil de acero de presfuerzo inclinado), con zapata integrada evitando los candeleros de cimentación y sus diseños sobrados, ahorrando dicha conexión.
- Conexiones presforzadas y hormigonadas en el sitio, continuas, emulando conexiones monolíticas pero el comportamiento en rangos elásticos y a la vez dúctiles: trabe TAR y columna para la formación de marco continuo, y zapata integrada de la columna con pilas.



## PRINCIPALES BENEFICIOS DETECTADOS

- Aumento de la velocidad de operación: de 15 a 80 km/h.
- Reducción del tiempo de recorrido: de 2 horas a 15 minutos.
- Reducción de la pérdida de horas hombre.
- Reducción del consumo de combustible y emisiones contaminantes: Ahorro de 150.000 l/día de combustible.
- Mejora de la movilidad, al tener salidas y entradas en vialidades primarias.



Vista longitudinal del Viaducto mostrando los dos tipos de trabes constitutivas, las TAR de 45 m de longitud y las TCR, situadas en medio del tramo, de 35 m.

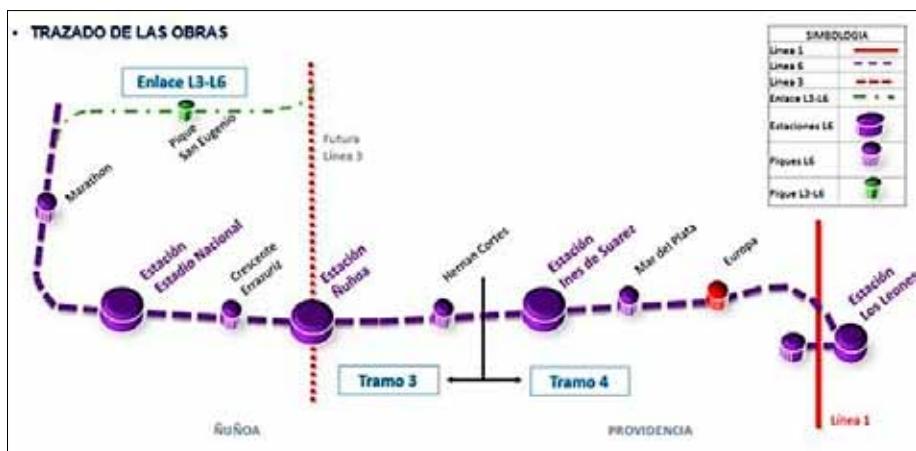




## TRAMOS 3 y 4 LÍNEA 6, ENLACE L3 - L6 DE LÍNEA 3. METRO SANTIAGO DE CHILE (CHILE)

### Datos generales del Proyecto

Como parte del Plan de Inversiones en Transporte Urbano desarrollado por el Supremo Gobierno para la ciudad de Santiago, se ha definido un plan de desarrollo de la red del Metro de Santiago, que contempla entre otros proyectos la futura ejecución de la Línea 6.



En mayo del 2013, OSSA se adjudicó las obras civiles, piques, galerías y túneles de los tramos 3 y 4 de la línea 6, y enlace L3-L4 de la línea 3 por un monto aproximado de 194 M€ (IVA no incluido). OSSA contó con 30 meses de plazo para ejecutar dichas obras. Para la ejecución del proyecto se contó con 700 profesionales trabajando las 24 horas del día de lunes a viernes, dejando los sábados por la mañana para mantenimiento de los equipos.

### Descripción de la Obra

El conjunto de dichas obras incluye la ejecución de Túnel Interestación, de 8.492 m y una sección de 65 m<sup>2</sup>. Su construcción se realiza utilizando el método convencional, mediante la filosofía constructiva conocida como Nuevo Método Austriaco; excavación mecánica con retroexcavadora aplicando posteriormente sostenimientos a base de hormigón proyectado, cerchas, bulones y mallazo. El revestimiento de hormigón proyectado del túnel tiene un espesor mínimo de 30 cm, así como 4 estaciones y 6 pozos de acceso a los túneles interestación.

El terreno por donde transcurre la obra son principalmente gravas fluviales de los depósitos distales de los ríos Mapocho y Maipo y suelos finos limosos y arcillosos de un nivel de 1 a 3 m de potencia. En general con buenas capacidades portantes.

### Unidades de obra más destacables

Partida	Un	Cantidades
Excavación Pozos	m <sup>3</sup>	197.863
Excavación Túnel	m <sup>3</sup>	655.527
Cerchas Metálicas	kg	4.663.063
Malla ACMA	m <sup>2</sup>	831.151
Acero	kg	2.321.541
Hormigón Proyectado	m <sup>3</sup>	121.050
Soleras Túneles	m <sup>3</sup>	34.624
Paraguas	ml	64.983
Anclaje Pilotes y Soil Nailing	ml	29.788

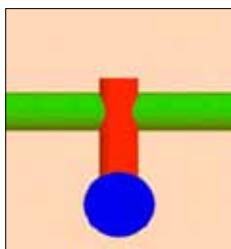
## Maquinaria Principal utilizada

IMAGEN	MÁQUINA	MODELO	CANTIDAD
	EXCAVADORA CATERPILLAR	315	3
		312	9
	CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR	950	6
		924	8
	MINI CARGADOR BOBCAT	S-630	2
	MIXTA		3
	ROBOT	SPM-500	11
	ROBOT	MEYCO	2
	JUMBO	ATLAS COPCO L2C	2

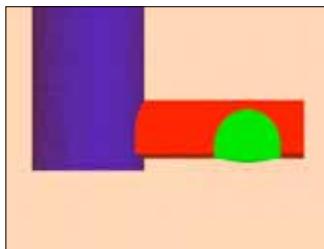
IMAGEN	MÁQUINA	MODELO	CANTIDAD
	CUBA	HYUNDAI	12
	MANIPULADOR TELESCOPICO	MANITOU	21
	GRUAS TORRE	JASO	8

### Secuencia constructivas

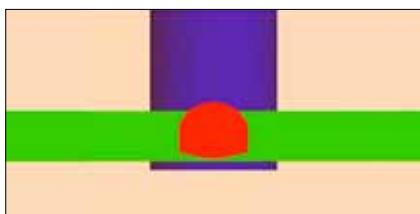
#### PIQUES CON TÚNELES INTER-ESTACIÓN



1.1.- Vista Planta.



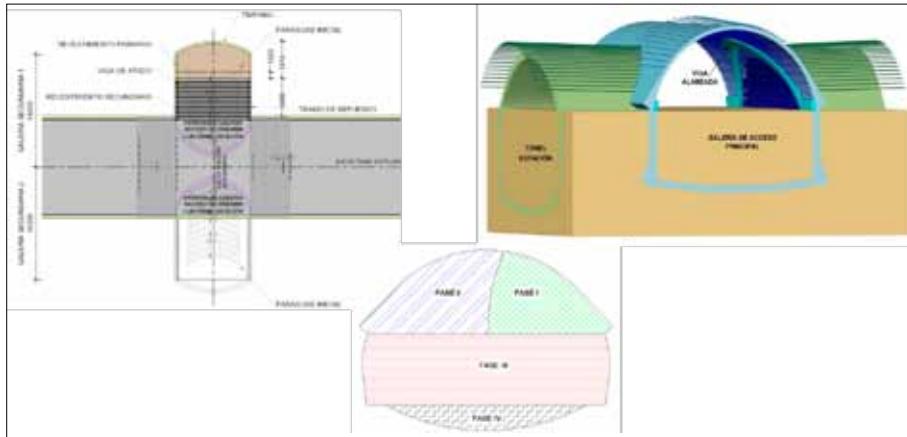
1.2.- Corte por Galería de Acceso.



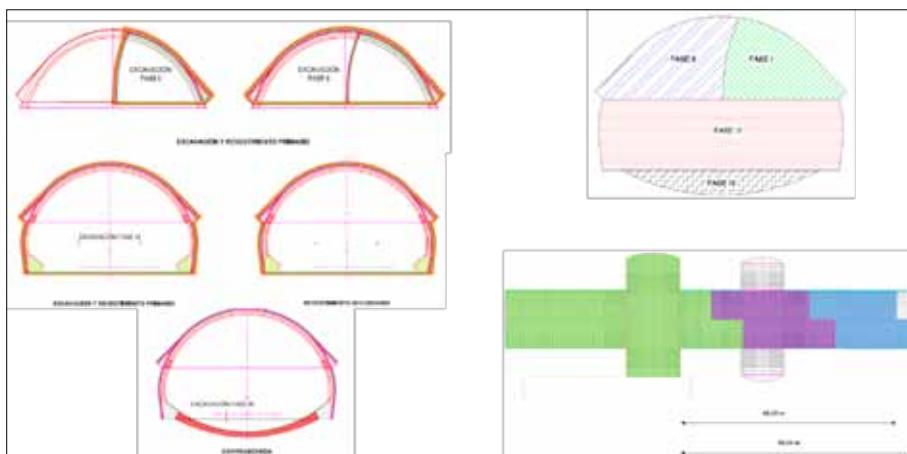
1.3.- Corte Túnel Interestación.



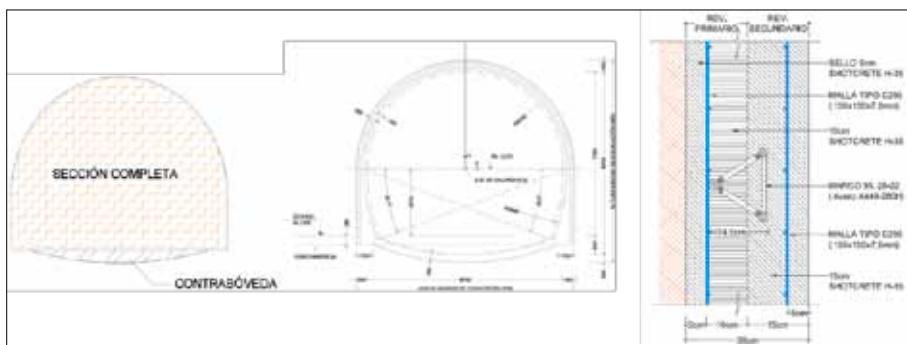
## GALERÍAS DE ACCESO Y SECUNDARIA



## TÚNELES ESTACIÓN

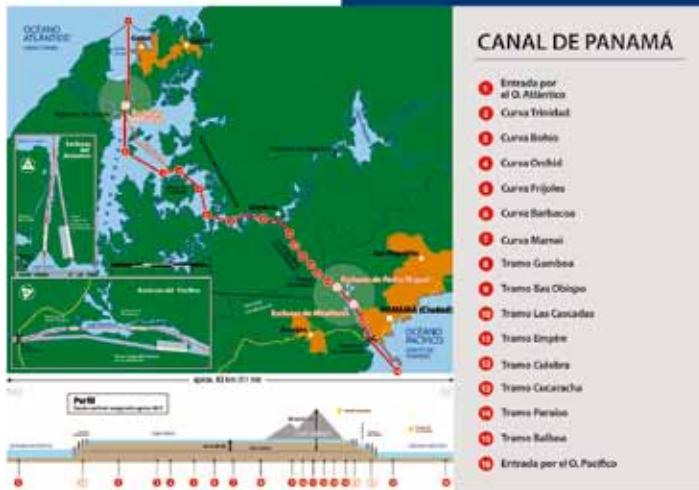


## TÚNELES INTER-ESTACIÓN



**30**  
AÑOS **Sacyr**

Mapa general del Canal de Panamá  
y de su ampliación, y corte  
longitudinal de la vía navegable.



#### VISTA GENERAL DE LAS OBRAS



[www.sacyr.com](http://www.sacyr.com)

# Sacyr

## TERCER JUEGO DE ESCLUSAS DEL CANAL DE PANAMÁ (PANAMÁ)

La ampliación del Canal es la mayor obra de ingeniería del siglo XXI.

Nombre: Tercer Juego de Esclusas del Canal de Panamá

Cliente: Autoridad del Canal del Panamá

Localización: Panamá

Consorcio formado por

SACYR - SALINI IMPREGILO - JAN DE NUR n.v. - CUSA

Presupuesto: 3.118.000.000 \$

Fecha de adjudicación: 15/07/2009

Fecha de inicio: Agosto 2009

Fecha finalización: 26/06/2016



El Canal es la principal actividad económica del país.

### Datos Sobre Panamá 2015

- Habitantes: 3,867 millones.
- PIB: 46.982 MILLONES DE US\$
- Renta per capita: 12.148 \$
- Presupuesto del estado: 10.811 mill US\$

### Datos Históricos

- Primer paso: 07/01/1914
- Inauguración: 14/08/1914
- Primer año: 1.108 operaciones
- Año 1970: 15.523 operaciones
- Paso 1 millón: 04/09/2010



### Aportes al Estado Panameño

- 1914 – 1999: 1.817 mill US\$
- 2000 – 2005: 1.821 mill US\$
- 2006 – 2009: 2.898 mill US\$
- 2010 – 2014: 3.890 mill US\$
- 2000 – 2014: 8.609 mill US\$



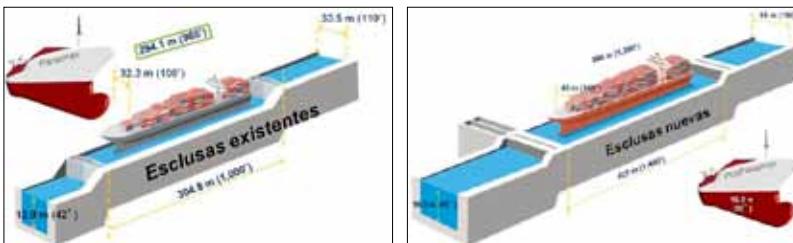
En el año 2015, el Canal arroja los siguientes números:

- 13.100 trabajadores directos
- 2.610 mill US\$ de facturación anual
- Aporta 1.030 mill US\$ al Estado
- 12.383 tránsitos
- 325 millones de toneladas

**El Canal necesita una ampliación por haber llegado a su límite máximo.**

Debido a que el Canal de Panamá no puede aceptar más tránsito, se hace necesaria una ampliación para poder adaptarse al comportamiento de la flota marítima mundial, ya que la actividad comercial a través del mar crece en el mundo a una tasa anual del 2,4% y el mercado de carga en contendores lo hace a 8,4%.

Con la construcción de las nuevas esclusas se crea una vía más de tránsito y se permite la navegación de barcos de mayores dimensiones.



Actual	Previsión
4.400 TEU	12.600 TEU
325 mill t/año	600 mill t/año
12.383 tránsitos/año	16.000 tránsitos/año





## El Canal ha supuesto para SACYR un gran desafío.

Los retos a los que se ha tenido que hacer frente han sido de toda índole: técnicos, orográficos, medioambientales, logísticos, geológicos, climáticos... Además hay que sumar los estrictos estándares de calidad requeridos y el exigente cronograma de ejecución para las cantidades previstas. Y todo ello con la obligación de no interferir con la navegación del Canal existente.



## Compuertas

El diseño, fabricación, traslado e instalación de las 16 nuevas compuertas de casi 5.000 toneladas de peso cada una y que requerían una milimétrica colocación.

## Hormigón

Desarrollar mezclas de hormigón para que cumplieran la permeabilidad y respondieran a la durabilidad garantizada de 100 años.

## Gestión de personal

La gestión e integración de las más de 10.000 personas (con picos de 14.000) de 40 nacionalidades que trabajaban simultáneamente en la obra es fundamental para la óptima ejecución de los trabajos.



## Geología

Las fallas activas y sismicidad en el sector Pacífico y que solamente en dicho sector hubiera una roca idónea para la producción de hormigón.



Las grandes dimensiones del Canal conllevan unas espectaculares magnitudes.

- Dragado: 7.100.000 m<sup>3</sup>
- Excavaciones: 70.000.000 m<sup>3</sup>
- Rellenos: 24.000.000 m<sup>3</sup>
- Material Filtro: 700.000 m<sup>3</sup>
- Hormigón Estructural: 4.500.000 m<sup>3</sup>
- Hormigón de Nivelación: 200.000 m<sup>3</sup>
- Hormigón en bancos de tubos y pavimentos: 500.000 m<sup>3</sup>
- Cemento: 1.600.000 t
- Acero para armar: 192.000 t
- Compuertas y Válvulas: 71.000 t
- Edificios (96 un): 40.000 m<sup>2</sup>



## Proyecto Medioambientalmente Responsable.

- El sistema de tinas ahorra un 60% de agua.
- El paso de buques más grandes reduce en más de 160 millones de toneladas las emisiones de CO<sub>2</sub> al año.



# **SMOPYC**

2017





Feria de Zaragoza  
Autovía A-2 Km 311  
50012 – Zaragoza (España – Spain)  
Tel: (+34) 976 764 700  
Fax: (+34) 976 330 649  
E-Mail: [smopyc@feriazaragoza.es](mailto:smopyc@feriazaragoza.es)

A faint, semi-transparent background image depicts a construction site. It shows several pieces of heavy machinery: a red concrete mixer truck on the left, a red lattice boom crane, a red excavator, and a red telehandler. They are positioned around a large, light-colored mound of earth or sand. In the background, a curved orange line, possibly a road or track, extends from the bottom left towards the horizon under a clear sky.

# **SMOPYC**

2017

SALÓN INTERNACIONAL DE MAQUINARIA DE  
OBRAS PÚBLICAS, CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA

**25 - 29  
ABR**



Feria de  
Zaragoza

