

■ Inaugurado en 2006, el Túnel del Puerto de Dublín destaca por su impresionante construcción y por sus modernos sistemas de seguridad.

■ La megaobra evita que los vehículos pesados colapsen las vías principales de la capital de Irlanda, despeja las calles y hace un valioso aporte para una ciudad más amigable.

CONSTANZA MOMBIELA G.
PERIODISTA REVISTA BIT

TÚNEL DEL PUERTO DE DUBLÍN

VELOCIDAD Y SEGURIDAD

FICHA TÉCNICA

TÚNEL DEL PUERTO DE DUBLÍN

EMPRESA CONSTRUCTORA: Nishimatsu, Mowlen e Irishenco

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: Junio de 2001

AÑO DE TÉRMINO: Diciembre de 2006

TECNOLOGÍA Y SISTEMAS DE SEGURIDAD: Indra

PRESUPUESTO: 752 millones de euros

LONGITUD TOTAL DEL PROYECTO: 4,5 km

NÚMERO DE TÚNELES: Dos

ANCHO DE DIÁMETRO: 12 m

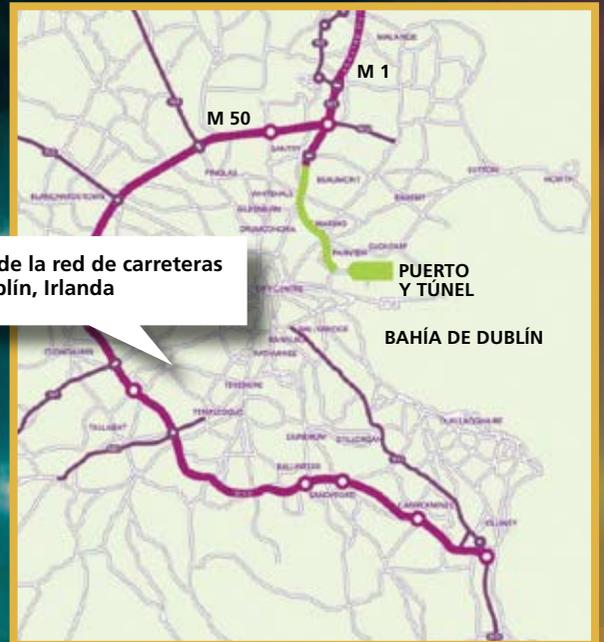
CARRIL DE ANCHO: 3,65 m (dos por cada galería)

ALTURA DIÁMETRO: 4,9 m

ALTURA DE OPERACIÓN: 4,65 m

PROFUNDIDAD: 30 m

MATERIAL: Hormigón armado



Mapa de la red de carreteras de Dublín, Irlanda

PUERTO Y TÚNEL

BAHÍA DE DUBLÍN

GENTILEZA DUBLIN PORT TUNNEL

C

OMO PARTE de la Iniciativa de Transporte de Dublín, en el año 1993 se trazaron las bases de un proyecto emblemático para descongestionar el centro de la capital de Irlanda. En aquella época,

el flujo vehicular de las principales carreteras colapsaba por grandes camiones y buses que transitaban hacia y desde el puerto principal de la ciudad. Impacto ambiental, método de construcción y efecto en las áreas locales fueron los pilares para definir las directrices de la nueva iniciativa. En 2000 la situación del tránsito ya era crítica. No se podía esperar más. Por ello, el Ayuntamiento de Dublín dio la partida a la ejecución de una obra espectacular: el Túnel del Puerto de Dublín. La National Roads Authority (NRA), autoridad de transporte de Irlanda financió la obra de 752 millones de euros. La construcción se adjudicó al



GENTILEZA DUBLIN PORT TUNNEL

Perforación de galerías del sector sur del túnel del puerto de Dublín.

consorcio Nishimatsu, Mowlen, Irishenco (NMI) en diciembre de ese mismo año, y unos meses más tarde se definió que la supervisión correspondería a la empresa Kellogg Brown y Root. La obra parte en el puerto de Dublín, continúa con un túnel que se une a la autopista M1 norte, y se conecta al oriente con la vía M50-Sur, hacia el aeropuerto de la ciudad (ver mapa).

El proyecto contempla la construcción de un doble túnel de 4,5 km, tres puentes, una nueva entrada al puerto de Dublín, tres edificios operacionales y una plaza de peaje. El aspecto ambiental no se descuidó y se plantaron 40.000 árboles y arbustos en los alrededores. Un dato interesante, para incentivar aún más a los vehículos pesados (camiones y buses con más de 25 asientos) a utilizar esta vía, se estableció su tránsito gratuito, sólo cancelan peaje los automóviles, taxis, motos, furgonetas y autos comerciales menores a 3,5 toneladas.

DESAFÍO BAJO TIERRA

En terreno, la principal faena que encierra los más complejos retos técnicos se encuentra bajo tierra. Claro, se trata del túnel que consta de dos tubos paralelos independientes,

uno para cada sentido de la circulación. La construcción se realizó mediante máquinas tuneladoras de doble escudo telescópico (TBM). No, no se confunda no son equipos modestos. Para nada. Son auténticas moles. Las tuneladoras, diseñadas por la firma Herrenknecht, poseen 156 m y 60 m de largo, respectivamente, mientras que su diámetro llegó a los 12 m. A pesar de sus dimensiones, el proceso de ejecución se realiza con agilidad. ¿Cómo? Muy simple, tras la perforación, la máquina instala anillos de revestimiento compuestos por elementos prefabricados de hormigón. En las juntas se coloca un material aislante que se comprime al entrar en contacto con los elementos prefabricados adyacentes garantizando así la estanqueidad. El proceso avanza cuando la máquina apoya sus cilindros de empuje contra el anillo de prefabricados, mientras en forma simultánea el escudo frontal gira y excava. Otro dato. A través de tuberías, la tuneladora coloca mortero para rellenar el vacío que se genera entre la excavación y el anillo de revestimiento compuesto por los prefabricados.

Hay más información. Las dos secciones del túnel se iniciaron desde un eje de 34 m de profundidad y 57 m de diámetro ubicados



GENTILEZA DUBLIN PORT TUNNEL

Sistema de pared moldeada más anclaje con vigas de acero.

en la avenida Collins. En este punto intermedio, se instalaron las dos máquinas tuneladoras (TBM). A modo de tradición las máquinas se bautizaron con nombres de mujer, Grainne y Meghan, y su costo fue de 27 millones de euros y 10 millones de euros respectivamente. Esta última avanzó hacia el norte para remover arcilla. A Grainne le tocó el trabajo más pesado, porque partió al sur para perforar piedra caliza.

La faena no fue sencilla, porque por las ca-

racterísticas del suelo no se pudo utilizar una tuneladora para cada perforación, ya que se fabricaron para enfrentar distintos tipos de terreno y reducir el plazo de entrega. Entonces, las dos máquinas participaron en ambas excavaciones. Esto se refleja en la labor de Grainne, que taladró hacia el sur pasando por las avenidas Griffith, Marino y Fairview. Entonces, se desmanteló, se trasladaron sus partes hasta el segundo túnel, se volvió a armar y comenzó allí con la nueva faena. Merece un reconocimiento, porque en total Grainne removió 500.000 m² de roca.

Durante las perforaciones se instaló el sistema de desagüe profundo a lo largo del eje de la excavación. En total se realizaron 10 pozos a una profundidad de 48 m bajo el nivel del suelo, instalándose también bombas de aguas subterráneas.

No todo fue túnel bajo tierra. A medida que la obra se acercó a la superficie, resultó necesaria la unión de esta faena con el resto del proyecto. Y para ello se recurrió al método conocido como cut & cover (cortar y cubrir). Este sistema materializa el último tramo del túnel que se conecta con el exte-

Técnica de cortar y cubrir de excavación profunda de ambos accesos del túnel.



GENTILEZA DUBLIN PORT TUNNEL

rior, a través de una profunda excavación a tajo abierto sosteniendo el terreno por medio de muros pantalla de 1,2 m de ancho. El procedimiento tiene sus particularidades. El punto de partida consiste en ejecutar los muros pantalla. Para ello, primero se hace una guía de 1 m de profundidad aproximadamente y ahí comienza la excavación para construir los elementos que sostendrán el terreno. Una vez que la excavación concluye se coloca bentonita para estabilizar el suelo. Ahora sí, se pone la enfierradura, se hormigona y

quedan terminados los muros pantallas de 1,2 m de espesor. Tras esta faena es el turno de la excavación masiva y la construcción del túnel. Queda claro que en este método cumplen un papel importante las paredes laterales, que se refuerzan con vigas de celosías. Tras la ejecución de la obra y la instalación de los servicios, se recubre con tierra la estructura.

Ya se ve la luz al final del túnel, pero antes hay que analizar su equipamiento, uno de los más modernos del Viejo Continente.

Layher, el andamio de la construcción.

Presentes en los principales proyectos de construcción de Chile y el mundo, aportando soluciones confiables a la medida de cada requerimiento.

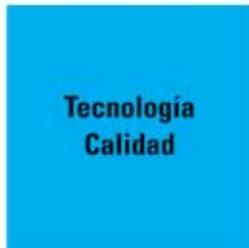
Con el respaldo, la experiencia y el soporte del líder mundial en sistemas de andamios.

Layher. 

Siempre más. El sistema de andamios.



Sistemas de Andamios
Allround
Blitz
Torres de Escala
Galpones Temporales
Soluciones Especiales





GENTILEZA INDRA

TECNOLOGÍA Y SEGURIDAD

Los expertos señalan que el túnel del Puerto de Dublín también se destaca por la tecnología de punta de su equipamiento. Veamos. Para aplicar las innovaciones de seguridad con las que cuenta la obra, la empresa a cargo de esta labor, Indra, se basó en conceptos fundamentales como la integración total de los equipos, gestión de explotación que in-

cluye instalaciones de seguridad y rescate, y simulacros. Una de las características fundamentales del túnel, y que lo distingue de otros, es principalmente la cantidad y variedad de tecnologías implementadas. Es más, para este tipo de obra los equipos deben multiplicarse o triplicarse dependiendo de la necesidad.

Pero comencemos por la red de comunica-

CHILE: ACCESO SUR

En abril de 2008 el ministro de Obras Públicas, Sergio Bitar, inauguró el túnel T1, el nuevo Acceso Sur a Santiago. El monto de la inversión fue de US \$156 millones siendo su principal propósito evitar el ingreso de camiones en la ciudad. Sí, una idea muy similar al del Túnel de Dublín. Y al igual que en la obra europea, el proyecto chileno destaca por un túnel con avanzados sistemas de control y seguridad, también suministrados por la empresa Indra. Para ello construyeron un moderno edificio de control que opera todas las variables instaladas.

La obra cuenta con sistemas de vigilancia y control de ventilación, iluminación, megafonía, 34 postes de emergencia interior SOS cada uno con extintor de incendios, 6 postes SOS exterior ubicados en la entrada y salida al túnel, 4 centrales de incendio microprocesadas con sus respectivos detectores ópticos y termovelocimétricos (detector de cambios rápidos de temperatura) de humo, todo ello unido a 5.000 m de fibra ópti-

ca que se conectan a la central. Una de las innovaciones principales es la utilización del software DAI o Detector Automático de Incidentes, conectado en todas las cámaras de seguridad del túnel. De esta manera, ante cualquier situación fuera de lo común este sistema da una alarma visual y auditiva al operador de la sala de control.

Por otra parte, Indra desarrolló el proyecto SIZEAL donde se desarrollaron e implementaron toda la tecnología necesaria para el despliegue de la Zona de Extensión de Apoyo Logístico de Valparaíso (ZEAL), desde la infraestructura en comunicaciones hasta los sistemas de información. Estos modernos equipos y recursos tecnológicos consisten en la instalación de cinco portales de lectura TAG para el control de camiones en la ZEA L, además barreras infrarrojas y 12 cámaras de televisión para la seguridad perimetral, una sala de control y monitoreo de operaciones, una doble red de enlace a Internet, redes de radio y un data center.

SEGURIDAD EN LA RUTA

El Túnel del Puerto de Dublín destaca por sus avanzados y múltiples sistemas de seguridad, entre ellos se encuentran las estaciones de emergencia, señales que indican la velocidad máxima requerida, vías expeditas y tableros electrónicos de mensaje variable.

ciones. Este incluye una central telefónica global para dos edificios y otros sectores estratégicos con el fin de garantizar las comunicaciones con el exterior. Se estableció tecnología de doble anillo de fibra óptica, troncal de gigabit Ethernet y subanillos Fast-ethernet, que permite que el sistema se recupere hasta de tres cortes de energía en un tiempo estimado de 30 segundos.

Otro elemento, la megafonía. Esta solución se aplicó en el túnel, las bocas y los edificios. Funciona mediante la red IP, en la que se pueden emitir mensajes grabados y en directo. Además transmite mensajes a distintas zonas en forma simultánea. A esto se suma la radio-comunicación para equipos de emergencia, cuyo audio también se transmite a través de canales de radio FM, esto permite que los operadores se contacten con los usuarios del túnel vía radio. Además, se destaca el Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) compuesto por más de 100 cámaras que graban a baja velocidad.

Como de túnel se trata, la ventilación representa un ítem fundamental. Se dispusieron 16 mega-equipos de ventilación a chorro. El sistema realiza dos funciones, la dilución de contaminantes de los escapes de los vehículos en operación normal y el control de humo en caso de incendio. Es un sistema longitudinal en el que el aire es inyectado a través del túnel en dirección al flujo de tráfico y expulsa los gases contaminantes por los portales de salida. Para el monitoreo de la calidad del aire del túnel se colocaron sensores que alertan de inmediato ante cualquier situación anómala.

En esta línea también se ubican los mecanismos de control de incendios: El túnel tiene instalado distintos métodos independientes de detección. El sistema convencional que se basa en sensores de humo. A éste se suma el de túnel que consiste en detectores de calor lineal que generan una alarma en caso que la temperatura de los cables eléctricos supere

40.000 árboles y arbustos fueron plantados en los alrededores del túnel del Puerto de Dublín.



GENITEZA DUBLIN PORT TUNNEL

un límite predeterminado. Hay que agregar que como detección también se emplea el pulsador de emergencia que enciende las alarmas de la sala de control. Todo esto se complementa con sistemas de extinción automática de gases en las zonas claves. Para controlar cualquier tipo de alarma visual y auditiva, la empresa Indra, creó un software denominado SCADA que previene a los operadores de las dos centrales de control cualquier situación anómala dentro del túnel.

En términos de iluminación destacan los sensores automáticos que la ajustan, para que la vista de los conductores se adapte a los cambios bruscos de luz. En el control de tráfico Indra instaló un sistema de monitoreo valiéndose de detectores de vehículos. Esta moderna tecnología capta el número de automóviles que pasa por el túnel, su velocidad y la distancia entre ellos, procesando la información mediante algoritmos probados que son enviados a la sala de control. Es aquí donde inmediatamente las cámaras de circuito cerrado visualizan directamente lo que está ocurriendo en el túnel.

EL AIRE

Uno de los desafíos claves para el proyecto de Túnel de Puerto de Dublín era controlar las emisiones de gases contaminantes para evitar impactos adversos sobre los residentes cercanos a la salida e ingreso del túnel. Para ello, se midieron elementos como PM10, Dióxido de Nitrógeno, Benceno, Compuestos Volátiles Orgánicos, Tolueno, Xilenos y Butadiene.

Las medidas de calidad del aire mostraron que las emisiones se encuentran dentro de las exigencias establecidas por las reglamentaciones de la Unión Europea. Sin embargo, uno de los principales problemas se observa en el polvo que generan las entradas norte y sur del túnel. Según las indicaciones del proyecto, el municipio de Dublín aún cuenta con dos años más de plazo para disminuir las emisiones relacionadas con la obra.

El 20 de diciembre de 2006 se inauguró el Túnel del Puerto de Dublín. Una obra emblemática que demandó retos técnicos en su construcción, y que finalmente trajo alivio al tránsito de la ciudad. ■

<http://www.dublinporttunnel.ie;>
<http://www.indra.es>

ARTÍCULOS RELACIONADOS

-“El túnel de los sueños. Estructura que atraviesa los Pirineos”. Revista BIT N° 60, Mayo 2008, pág. 66.

-“Enlace Oresund. Uniendo costas lejanas”. Revista BIT N° 62, Septiembre 2008, pág. 64.

■ EN SÍNTESIS

El Túnel del Puerto de Dublín fue construido especialmente para descongestionar las principales avenidas de la capital irlandesa. Su construcción duró casi 6 años y tuvo un costo total de 752 millones de euros, siendo el túnel más largo del país. Éste fue unido a la principal red de carreteras con el fin de realizar viajes más expeditos desde y hasta el puerto de la ciudad, destacando de manera conjunta sus modernos sistemas de seguridad y control de incendios.



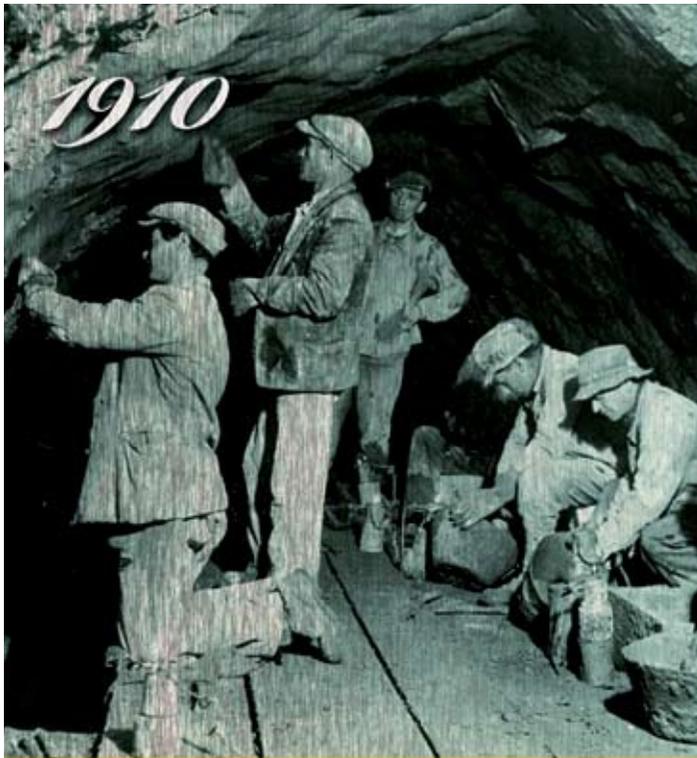
Todo para la construcción

- **Látex Constructora**
- **Látex Elastomérico**
- **Marmolinas y Marmolástico**
- **Sellante Acrílico**
- **Pastas de Muro**
- **Impermeabilizantes**
- **Esmalte al Agua**
- **Oleo Pinta Fácil**



TAJAMAR





www.sika.cl



Innovation & Consistency | since 1910

Geotecnia y Obras civiles

Seguridad
Innovación
Creatividad
Experiencia

P PERSONAL CALIFICADO

M MAQUINARIA ESPECIALIZADA

ISO 9001 GESTIÓN DE CALIDAD

OHSAS 18001 GESTIÓN DE S&SO



SOLETANCHE BACHY
TECNOLOGIA SUSTENTABLE

Contamos con una completa línea de procesos y metodologías geotécnicas especializadas con procedimientos y tecnologías de punta, desarrollada por una red mundial de ejecutivos e ingenieros de más de 60 nacionalidades, cuyas obras se encuentran alrededor de todo el mundo.

UNA EMPRESA DE  SOLETANCHE FREYSSINET

Url.: www.soletanche-bachy.cl

Dir.: Av. Cerrillos 980, Cerrillos, Chile | Casilla 122 | Tel.: (56 2) 589 9000 | Fax: (56 2) 5849001 | E-mail: sbc@soletanche-bachy.cl

MAXIMO
PODER CUBRIDOR



LATEXCUBRIENTE TOTALDELOXON

SHERWIN WILLIAMS CHILE S.A - Av . La Divisa 0689 San Bernardo - Fono: 540 00 00 - Santiago - Chile
Visita Nuestras Tiendas en www.sherwin.cl