

*"El concreto satisface las obras subterráneas de cualquier tipo"*

# Manuel Arnaiz Ronda, Presidente de la Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas



↑ El Doctor Manuel Arnaiz Ronda es el actual presidente de la Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas, AETOS.  
CORTESÍA AETOS

Si alguien tiene conocimientos y experiencia que le permiten hablar con autoridad sobre túneles es el español Manuel Arnaiz Ronda. Es doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid y tiene más de 40 años de carrera dedicada a las obras de infraestructura de transportes en Madrid. Es, además, presidente de la Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas, AETOS.

Acepto compartir con los lectores de Noticreto los esfuerzos que realiza su gremio para difundir y ampliar los conocimientos y técnicas en los proyectos, construcción y explotación de obras subterráneas.

**El interés profesional del** ingeniero Manuel Arnaiz Ronda por los túneles comenzó en 1990, “cuando se me encargó la dirección de obra del Túnel de Sinesio Delgado en la ciudad de Madrid. Es un túnel urbano que da continuidad a una calle de doble carril en cada sentido y que discurre bajo el parque de la Dehesa de la Villa. Se inició su construcción en 1989 y se puso en servicio en 1992. El terreno que atraviesa es arcillo/arenoso denominado ‘Tosco de Madrid’. Para su construcción se aplicó el para la época nuevo método austriaco, con sostenimiento provisional de concreto lanzado y revestimiento definitivo de concreto armado puesto en obra mediante encofrado deslizante. La obra consistió en dos túneles paralelos con una sección de 76 m<sup>2</sup>, ancho de 9 m y un espesor mínimo entre túneles de 6,5 m. La longitud de los túneles es de unos 400 m cada uno y el recubrimiento máximo del terreno de dos diámetros.”

Arnaiz fue hasta 2016 el Consejero Apoderado de Madrid Calle30, una empresa mixta que se encarga del mantenimiento de los túneles de la carretera de circunvalación en la capital española. Nos habla de lo que considera el mayor avance en la construcción de túneles de concreto, desde el punto de vista de materiales:

“Desde el concreto reforzado de alta resistencia al concreto lanzado con fibra, que permite deformaciones del macizo rocoso en que se excava un túnel, existe una gran variedad de concretos que le hacen imprescindible en la evolución de las técnicas utilizadas en la construcción de obras subterráneas. A mi entender –complementa–, las características del concreto en masa y armado han hecho posible que se adapte a las exigencias que demandan las obras subterráneas en cualquier tipo de terreno y con distintos niveles freáticos.”

### Ventajas del concreto de los túneles subterráneos

El ingeniero Arnaiz destaca a continuación las ventajas del concreto de los túneles subterráneos:

“Como solución constructiva, el túnel permite reducir los costos de desplazamiento, así como el tiempo empleado en los recorridos. Las infraestructuras de transporte de trazado complejo o que habían agotado su capacidad encuentran soluciones o alternativas en las obras subterráneas. Los grandes túneles de base que evitan trazados peligrosos apuestan claramente por la sostenibilidad reduciendo los impactos ambientales producidos por infraestructuras antiguas que resolvían problemas de comunicación, sobre todo en zonas montañosas.”

Advierte que es definitiva la logística exigida para que las características que debe tener el concreto en una estructura subterránea, sean las que efectivamente lleguen al frente de la excavación y se adapten a las condiciones especificadas en el proyecto.

“Es fundamental que el terreno excavado quede fortalecido con la estructura portante diseñada, que en la mayoría de los túneles corresponde a una estructura de concreto: dovelas de alta resistencia prefabricadas en planta, revestimiento realizado in situ, sostenimientos provisionales de concreto, o cualquier combinación de ellos.”

**“El concreto en masa y armado se adapta a las exigencias que demandan las obras subterráneas en cualquier tipo de terreno y con distintos niveles freáticos”.**

### ¿Qué impacto genera el concreto durante la etapa de la construcción?

¿Qué impacto genera el concreto durante la etapa de la construcción?, preguntamos. Responde sin vacilar: “Condicionan los ritmos de construcción, y por tanto los plazos de ejecución. Si los medios con los que se aborda la excavación de un túnel vienen determinados por las características del terreno donde se desarrollan, la estructura que soporta el túnel –que, como he comentado, es en muchos



↑ El concreto se adapta a las exigencias para la construcción de túneles de todo tipo.

FLICKR – MINISTERIO DE FOMENTO

casos de concreto– este tiene que ponerse en obra en el menor tiempo posible para evitar colapsos o deformaciones indeseadas, y tener las características de diseño. Esto obliga a que la puesta en obra del concreto debe ser lo que marque el ritmo de ejecución y deberán disponerse los medios necesarios para conseguirlo (plantas de fabricación de dovelas y de concreto, medios de transporte y medios de puesta en obra), y todo ello debe de funcionar de forma sincronizada para evitar incidentes o accidentes o retrasos indeseados.”

### El tema de moda

El diálogo nos condujo a un término de moda en la ingeniería de infraestructuras, la sostenibilidad, y planteamos una inquietud: ¿será posible ver dentro de dos mil años túneles de concreto que se están construyendo hoy en día?

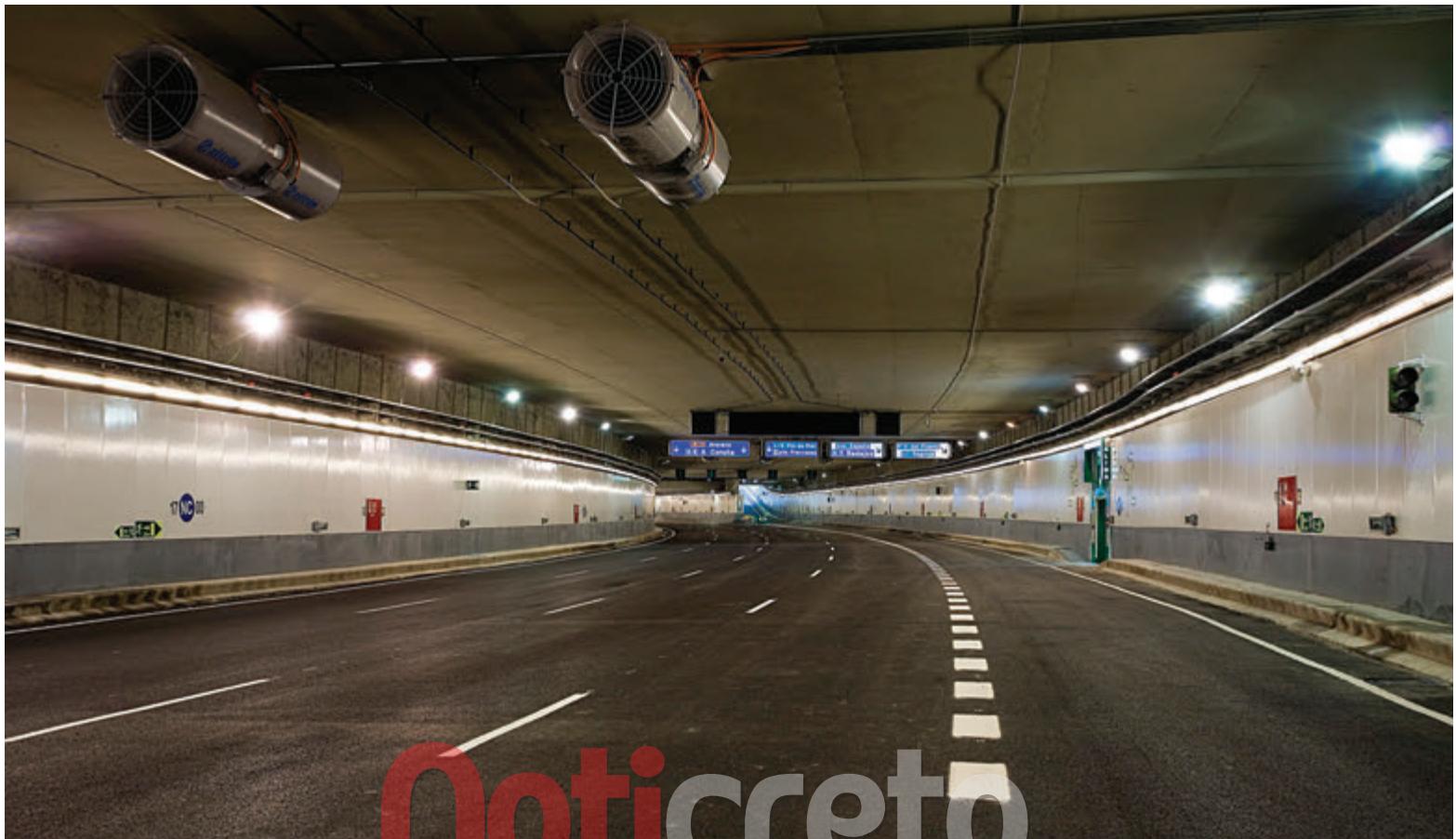
“Creo que sí será posible. Hoy seguimos usando túneles romanos con más de dos mil años de antigüedad, así como todo tipo de construcciones hechas con mampostería y que usaban mezclas de cal y arena como conglomerante. El concreto que lleva como aglutinante el cemento hidráulico está llamado a tener una vida tan larga, al menos, como las construcciones romanas cuyas infraestructuras permanecen todavía. En España nos lo recuerdan ejemplos de puentes y acueductos.”

“De todas maneras, el concreto va resolviendo los problemas que se han presentado a lo largo del tiempo. Se han mejorado paulatinamente las principales características del mismo –por ejemplo, resistencia mecánica, resistencia a agentes agresivos, impermeabilidad, estanquidad, resistencia al fuego, fluidez–, y se han alcanzado resultados totalmente satisfactorios como solución a las necesidades demandadas en los procesos de construcción de túneles. La investigación en el uso de fibras en las mezclas de concreto ha conseguido mejorar de forma manifiesta las características resistentes del mismo, concretamente en la resistencia al fuego.”

### Experiencias y desafíos

Comenta algunos aspectos de su vasta experiencia profesional en túneles de concreto:

“En los últimos treinta años he participado en las sucesivas ampliaciones de la Red de Metro de Madrid, concretamente en los períodos que



# Noticreto

van desde 1991 hasta 2007. Durante estos años la Red de Metro se ha más que triplicado tanto en longitud como en cantidad de estaciones. Su trazado se ha extendido por el ámbito metropolitano de la región y más del 90% discurre en subterráneo.”

Más aún, desde el periodo del 2003-2011 fue responsable de la transformación de la vía de circunvalación M-30 de Madrid, una autovía urbana de gran capacidad que discurre en más de 6 km por las márgenes del río Manzanares. En este ámbito se “enterró” la autovía y se recuperó el espacio que ocupaba, lo cual se aprovechó para crear un gran parque lineal con equipamientos culturales y deportivos para disfrute de los madrileños. La inversión fue de 3.700 millones de euros, la obra se culminó en tres años y la zona subterránea soporta hoy un tráfico de más de medio millón de vehículos por día. El proyecto, anota Arnaiz, “se convirtió en un referente de obra vial subterránea y urbana.”

“Parece que el gran avance que se realizó en España desde los años 90 en la construcción de túneles ha permitido un avance y un aprendizaje que ha mejorado el estado del arte en esta materia. La inversión en el desarrollo de nuevas infraestructuras de transporte trajo consigo la adquisición de una experiencia que pudiera ser utilizada por los países que en estos momentos están realizando un gran esfuerzo inversor en la mejora de sus infraestructuras, como es el caso de América Latina y, en particular, Colombia.”

▲ La vía de circunvalación M-30 de Madrid se enterró, y se convirtió en un referente de obra vial subterránea y urbana.

FLICKR – DANIEL LOBO

▼ España tiene, entre otros, experiencia en la construcción de túneles para vías de ferrocarril.

FLICKR – CONTANDO ESTRELLAS

“España tiene gran experiencia, dadas las realizaciones llevadas a cabo durante los últimos 30 años en extensión de Redes de Ferrocarril Metropolitano (Metro), Líneas de Alta Velocidad Ferroviaria (AVE) y comunicaciones viarias (autovías y autopistas). Esta experiencia puede aplicarse en países que están empeñados en mejorar sus infraestructuras, pero siempre hay algo que aprender, y la oportunidad que ofrecen los países latinoamericanos en su esfuerzo por progresar puede ser una oportunidad de aprendizaje para las empresas y profesionales que se dedican a las obras subterráneas.”



# Vivir el Progreso.



Visítenos en:

**Conexpo 2017**

Marzo, 07 – 11  
Las Vegas, Nevada, EUA

Estand exterior:  
Gold Lot, G4637  
Estand de componentes:  
South Hall 4, S84230



## La nueva grúa Flat-Top 85 EC-B 5b

- Fabricada en Brasil
- Hasta 46 m de altura de gancho sin arriostramiento
- Mecanismo de elevación de 22 kW con convertidor de frecuencia
- Tramos torre de 1.2 m x 1.2 m para optimizar el transporte

# LIEBHERR



## Soluciones para Proyectos de Infraestructura

Tecnología BASF usada en megaproyectos del mundo disponible en Colombia.

### Nuestras soluciones

#### Aditivos para Concreto

#### Sistemas MasterRoc

- Aditivos para concreto lanzado
- Sistemas de inyección
- Soluciones para TBM

#### Membrana lanzada de impermeabilización

- MasterSeal 345.

Encuentre más soluciones en:

[www.master-builders-solutions.bASF.com.co](http://www.master-builders-solutions.bASF.com.co)

Tel: +571 634 2099

 **BASF**

We create chemistry