

Propósito de la Revista de Obras Públicas

La “Revista de Obras Públicas” es, básicamente, una revista que pertenece al mundo de la ingeniería civil.

Editada por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de España, su ámbito de difusión es, pues, tanto el colectivo de éstos como el de su entorno, español o internacional, de manera que los artículos que en ella se publican presenten el máximo interés para todos sus potenciales lectores.

Así, la ROP, se adentra en un mundo más amplio que el de las revistas puramente profesionales, atendiendo al mundo de la ciencia y de la tecnología; a la economía o a la política de infraestructuras; a las enseñanzas técnicas o a la historia de la ingeniería, con preferente atención dentro de ellas a la investigación y a la innovación en el sector.

Tal ha sido su línea editorial desde su fundación en 1853, y su objetivo sigue siendo mantener esa línea de reflexión sobre el oficio.

The focus of the Revista de Obras Públicas

The “Revista de Obras Públicas” (ROP) is essentially a civil engineering journal.

The journal is published by the Spanish Institution of Civil Engineers and is subsequently geared towards both this group of professionals and those in related areas both at home and abroad. The articles published in the journal subsequently aim to be of utmost interest to all potential readers.

The ROP covers a much broader area than other, purely professional journals and reflects the world of science and technology; the economy or infrastructure policy; technical education or the history of engineering and, in all these areas, with particular emphasis on research and innovation in the sector.

This has been the editorial focus since the first publication of the Revista in 1853, and the journal aims to continue and innovate this area of discussion on the profession.

Presentación

Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas (AETOS)

Revista de Obras Públicas
nº 3.535. Año 159
Septiembre 2012
ISSN: 0034-8619
ISSN electrónico: 1695-4408

Manuel Arnáiz Ronda. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Presidente de AETOS

Tras una “década prodigiosa” en la construcción de infraestructuras subterráneas en España, propiciadas por la conjunción de su peculiar orografía, de una prosperidad material sin precedentes y unos avances tecnológicos inimaginables unos años antes, la crisis económica y financiera que mostró su peor cara a partir de 2009, ha supuesto un traumático frenazo a este desarrollo en las infraestructuras de transporte: La administración estatal ha cancelado proyectos en la extensión de las líneas de alta velocidad a territorios autónomos que aún no gozaban de esta ventaja y las propias comunidades, en el ámbito de sus competencias, han recortado drásticamente su inversión en obra pública. Basta comparar los más de 150 kilómetros de metro ejecutados por la Comunidad de Madrid entre 1996 y 2007, con los seis kilómetros del período 2007-2011, cuando ya la crisis mordía con saña en las arcas públicas. De una manera abrupta, España pasó de construir más túneles que el conjunto de países de Europa, a una “sequía” de magnitud desconocida hasta la época.

De nada valen las voces de prestigiosos economistas que se alzan a favor de la inversión estatal en obra pública justamente en periodos de crisis, con objeto de reactivar la economía: tal vez el fallido “Plan É”, con la disparatada gestión que muchos ayuntamientos hicieron de aquellos recursos, ha provocado que las administraciones se retraigan a la hora de presupuestar grandes proyectos. Y, lógicamente, el sector de la obra civil se encuentra hoy en una situación muy complicada en España.

Sin compartir el pensamiento de algunos conspicuos representantes de la clase empresarial, que sugieren que los españoles deben aceptar condiciones laborales más próximas a las de los chinos, sí podemos asumir la idea de que donde los occidentales vemos “crisis”, los orientales ven “oportunidad”. Con el impresionante bagaje de experiencia acumulada a lo largo de la “época áurea” y con una solvencia técnica incuestionable, las empresas españolas han tomado el camino de la internacionalización y siguen siendo punteras en el mundo. Su presencia en países como EEUU, Canadá, Méjico, Panamá, Brasil, Australia, India, Países de Oriente Próximo, Rusia y de la Unión Europea, participando en proyectos de grandes infraestructuras de transporte, así lo acredita.

En este contexto económico, AETOS (Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas) no ha dejado de avanzar en la consecución de sus objetivos: promoviendo el estudio y la investigación de las obras subterráneas, facilitando el contacto entre profesionales y la colaboración entre organizaciones afines, ofreciendo apoyo y asesoramiento y creando recursos destinados a fomentar y mejorar la construcción de túneles y demás obras no mineras de excavación subterránea.

Este número especial de la *Revista de Obras Públicas*, el cuarto que se edita en el marco del acuerdo suscrito hace unos años de publicar monográficos dedicados a túneles y obras subterráneas, cuenta con la colaboración de los profesionales más destacados, que aportan sus estudios y análisis ilustrados con ejemplos que constituyen un referente mundial de la ingeniería civil en la actualidad y contribuye a difundir el conocimiento en esta especialidad. ♦

Sumario

nº 3.535 • Año 159 • Septiembre 2012

5

Presentación
[Presentation]

Manuel Arnáiz Ronda

7-40

**1996-2011:
El periodo cumbre
de la construcción
especializada de
túneles en España.
Últimos avances en
tuneladoras**
[1996-2011:
the zenith of specialized
tunnelling in Spain.
Latest progress in
TBM technology]



Felipe Mendaña Saavedra

41-62

**Caracterización y comportamiento
de un túnel en rocas doleríticas alteradas**
[Behaviour of the support of a tunnel
in weathered dolerites]

Davor Simic

63-76

**La construcción del túnel minero
"Sur, Los Bronces" en Los Andes,
con TBM Doble Escudo**
[The construction of a mine tunnel
"Sur, Los Bronces", in Los Andes
with a Double Shield TBM]

Pablo Ruiz Parrilla,
Julio Espinoza,
Alejandro Palma,
Enrique Fernández González



77-92

**Inestabilidad en los túneles de San José
(Las Palmas)**
[Failure in the San José tunnels (Las Palmas)]

Carlos S. Oteo Mazo,
José M. Maya Cáceres,
Justo Vicente Pelegrini



97-118

**Modelización numérica del comportamiento
tenso-deformacional de un túnel excavado
con escudo de presión de tierras (EPB)
mediante diferentes ecuaciones
constitutivas de los materiales.
Aplicación a un caso real:
túnel de Quejigares**
[Numerical modelling of stress-strain behaviour
of a tunnel excavated with earth pressure balance
(EPB) shield applying different materials
constitutive models. Application to a real case:
Quejigares tunnel]

Roberto Rodríguez Escribano,
José Estaire Gepp,
Marta Estefanía López Sierra,
Juan Tebar Molinero

**REVISTA DE
OBRAS PÚBLICAS**

**ESPECIAL
Túneles**



Número monográfico en colaboración con AETOS

Portada: Cabeza de corte de la tuneladora usada
en la perforación del túnel de Quejigares.

Versión digital en: <http://ropdigital.ciccp.es/>

REVISTA INDEXADA EN: **SCOPUS**

SJR 2010: 0,025

SJR 2009: 0,029

Posición 108

(Q4, Ciencias del Agua y Tecnología)

Fuente: SCImago Journal & Country Rank

Revista incluida en Catálogo Latindex con
la totalidad de condiciones cumplidas (33)

Revista Digital incluida en Catálogo Latindex
con la totalidad de condiciones cumplidas (36)

Se admiten comentarios a los artículos publicados en el presente número, que deberán ser remitidos a la redacción de la ROP antes del 30 denoviembre de 2012

Director:
Juan Antonio
Becerril Bustamante
(17jbb@ciccp.es)

Redactor Jefe:
Juan A. Sánchez Rey
(rop@ciccp.es)

Maquetación:
José Luis Saura
(jlsaura@ciccp.es)

Coordinador:
Jesús Benito Torres
(17jbt@ciccp.es)

Publicidad:
José Taboada Valdés
(17jtv@ciccp.es)
Tel.: 913081988 Ext. 297
696255501

Edita:
Colegio de Ingenieros
de Caminos,
Canales y Puertos

Imprime:
Graffoffset SL impresores

Depósito Legal: M-156-1958.
ISSN: 0034-8619
ISSN electrónico: 1695-4408
rop@ciccp.es
<http://ropdigital.ciccp.es/>

Suscripciones:
suscripcionesrop@ciccp.es
Almagro, 42. 28010 Madrid.
Tel.: 91.308.19.88
Fax: 91.319.15.31

Bases de datos:

- CDB-COAL DATA BASE • CITOP
- COMPENDEX • COMPLUDOC • CONSTRUMATICA •
- CONSEJERÍA DE TRANSPORTES DE LA GENERALIDAD DE VALENCIA •
- DIALNET • GEOL-GEOLINE • GEOREF •
- GOOGLE SCHOLAR • ICE • ICYT • ISOC •
- INFORMATION TECHNOLOGY •
- JIT-JAPAN REPORT • LATINDEX (Catálogo) •
- MILIARIUM • SCOPUS • SUMARIS •
- TRANSPORT • URBADOC •

Periodicidad mensual (11 números al año). Publicación decana de la prensa española no diaria. Fundada en 1853

La **Revista de Obras Públicas** no se hace responsable del contenido de ningún artículo y el hecho de que proceda a su difusión no implica, necesariamente, conformidad con las tesis expuestas. La opinión de la Revista sobre un tema queda reflejada en las editoriales. De acuerdo con las disposiciones vigentes, deberá mencionarse el nombre de esta **Revista** en toda reproducción total o parcial de los trabajos contenidos en la misma, sean textos o fotografías, por cualquier persona o por el propio autor. Los originales de la **Revista de Obras Públicas**, publicados en papel ó en versión electrónica, son propiedad de la misma, siendo necesario citar su procedencia en cualquier reproducción parcial o total.

The **Revista de Obras Públicas** is not responsible for the content of any article and their publication in this journal does not necessarily constitute an endorsement of the opinions expressed therein. The journal's opinion on a subject shall be reflected in the editorial. In accordance with current legislation, the name of this **Journal** shall be mentioned in all total or partial reproductions of the contents of the same, whether text or illustration, by any person or the author themselves. The originals of the **Revista de Obras Públicas**, published in paper or electronic version, are the property of the same and the source shall be cited in any partial or total reproduction.

Órganos rectores de la **Revista de Obras Públicas**

1. CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN

Es el órgano superior de la *Revista*, señalando su línea editorial y sus objetivos, y controlando su difusión y resultados. Está compuesto por representantes del "Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de España", de las diferentes "Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos" y de la "Asociación de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos",

Presidente: **José Antonio Torroja Cavanillas** (Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid).

Vocales: **Edelmiro Rúa Alvarez** (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP), Madrid), **Juan Lazcano Acedo** (Confederación Nacional de la Construcción (CNC), Madrid), **Julio Martínez Calzón** (Professional Engineer New Brunswick -Canadá), **Juan Guillamón Álvarez** (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP), Madrid), **Pedro Rodríguez Herranz** (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP), Madrid), **Luis Berga Casafont** (Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ASICC), Madrid), **Roque Gistau Gistau** (Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ASICC), Madrid), **Juan Santamera Sánchez** (Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid), **Miguel Aguiló Alonso** (Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid), **Benjamín Suárez Arroyo** (Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona), **José Antonio Revilla Cortezón** (Universidad de Cantabria (UC), Santander).

Director: **Juan Antonio Becerril Bustamante** (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP), Madrid).

2. COMITÉ EDITORIAL

En sus reuniones periódicas procede a estudiar los artículos recibidos, los somete a la evaluación por pares, remitiéndolos a revisores especializados, atiende a la marcha habitual de la *Revista* y toma las decisiones sobre los contenidos que conforman cada número de la *Revista*.

Manuel Arnaiz Ronda (Ayuntamiento de Madrid, Madrid), **Juan Antonio Becerril Bustamante** (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP), Madrid), **Antonio de las Casas Gómez** (Sociedad Española de Historia de la Construcción, Madrid), **Jesús Gómez Hermoso** (FCC Construcción S.A., Madrid), **Marisa Marco Carmena** (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP), Madrid), **José Polimón López** (Comité Español de Grandes Presas (SPANCOLD), Madrid), **Juan Rodríguez de la Rúa** (Ogmios Renovables S.L., Madrid),

3. COMITÉ CIENTÍFICO

Constituido como órgano asesor de la *Revista*, vigila por el mantenimiento de la calidad científica y técnica de los contenidos de la *Revista*, contribuyendo asimismo a recabar la colaboración de los más destacados profesionales en las diferentes especialidades.

Alex Barbat Barbat (Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona), **Federico Bonet Zapater** (Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Valencia), **Mike Chrimes** (Institution of Civil Engineers-London U.K), **Jorge E. Crempien Laborie** (Universidad de los Andes, Santiago, Chile), **Javier Díez González** (Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid), **Vicent J. de Esteban Chaparría** (Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Valencia), **Mauro Eugenio Giuliani**, (Rodesco Progetti srl - Milano, Italia), **José Luis Gómez Ordóñez** (Universidad de Granada, Granada), **Santiago Hernández Fernández** (Universidad de Extremadura, Cáceres), **José Holguín-Veras** (Ph.D., P.E. - Department of Civil and Environmental Engineering Rensselaer Polytechnic Institute, USA), **Ernesto Hontoria García** (Universidad de Granada, Granada), **Antonio Huerta Cerezuela** (Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona), **Giovanni Lombardi** (Presidente de Honor de ICOLD, Locarno (Suiza)), **Javier Manterola Armisén** (Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, Madrid), **Manuel Melis Maynar** (Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid), **Felipe Mendaña Saavedra** (SPICC S.L., Madrid), **Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra** (Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona), **Carlos Oteo Mazo** (Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid), **Mariano Palancar Penella** (Colegio de Ing. de Caminos, Canales y Puertos (CICCP), Sevilla), **Santiago Pérez Fadón Martínez** (FERROVIAL S.A., Madrid), **Jean Piraud** (Association française des tunnels et de l'espace souterrain, AFTES, París, Francia), **José Rubió Bosch** (Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid), **Ana María Ruiz-Terán** (Imperial College London U.K), **Fernando Sáenz Ridruejo** (Correspondiente de la Real Academia de la Historia (RAH), Madrid), **Andrés Sahuquillo Herraiz** (Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Valencia), **Francisco Javier Samper Calvete** (Universidad de La Coruña, La Coruña), **Antonio Soriano Peña** (Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid), **Javier Torres Ruiz** (Universidad de Cantabria (UC), Santander).

4. REVISORES

Conjunto de especialistas que, de forma anónima, y siguiendo las Normas internacionalmente establecidas, revisan, por pares, los artículos recibidos, recomendando, proponiendo correcciones o rechazando su publicación. Esta relación se publicará semestralmente.

Javier Asencio Marchante, **Ana Berrocal Menarguez**, **Alberto Camarero Orive**, **F. Javier Escartín**, **Vicent Esteban Chaparría**, **Francisco Esteban Lefler**, **Roque Gistau Gistau**, **Miguel Gómez Navarro**, **Jesús Granell Vicent**, **Marta Heras Díez**, **Raimundo Lafuente Dios**, **César Lanza Suárez**, **Andrés López Pita**, **Gabriela Mañueco Pfeiffer**, **José Luis Marín López-Otero**, **Rosario Martínez V. de Parga**, **Andrés Monzón Cáceres**, **Marta Elena Moral López**, **Javier Muñoz Álvarez**, **Carlos Nardiz Ortiz**, **Vicente Negro Valdecantos**, **José Manuel Páramo Neyra**, **Juan Manuel Rogel Quesada**, **Manuel Romana García**, **César Sagaseta Millán**, **Antonio Sánchez Soliño**, **Antonio Soriano Peña**, **José M^o Ureña Francés**, **Miguel Ángel Val Melús**, **José Manuel Vassallo Magro**, **Luis Miguel Viartola Laborda**, **Fernando Gutiérrez de Vera**.