

Sumario

nº 3.525 • Año 158 • Octubre 2011

5

Presentación
[Presentation]

Manuel Arnáiz Ronda

7-44

Túneles en terrenos salinos
[Tunnels in saline soils]

José M^o Rodríguez Ortiz,
Jesús Rodríguez Jurado

45-66

Innovaciones tecnológicas en la construcción con tuneladoras
[Technological innovations in tunnel construction]

Ramón Fernández Martínez



67-86

Hidroescudos y tuneladoras E.P.B.
Campos de utilización
[Hydroshields and E.P.B. tunnel boring machines. Areas of application]

Felipe Mendaña Saavedra,
Ramón Fernández Martínez

87-106

Los túneles de Albertia: problemas de fluencia y anhidritas expansivas
[The Albertia tunnels: Problems of squeezing and expansive anhydrite soils]

Luisa Peña Fernández,
Carmen Rodenas de Miguel



107-122

Consolidación del terreno con inyecciones para el taladro piloto de ejecución con "raise boring" de la tubería forzada de la C.H. La Muela II
[Soil consolidation by injection grouting of the pilot hole formed by raise boring for the penstock of the Muela II hydroelectric plant]

Pedro R. Sola Casado,
Ignacio Díaz González

127-134

Túneles en México y en España: semejanzas y diferencias
[Tunnels in Mexico and Spain: similarities and differences]

Manuel Romana Ruiz

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

ESPECIAL
Túneles



Portada: Túnel de Quejigares (Loja, Granada).

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

REVISTA INDEXADA EN: **SCOPUS**

SJR 2009: 0,029

SJR 2008: 0,027

Posición 91/100

(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 de diciembre de 2011

Director: Juan Antonio Becerril Bustamante (17jbb@ciccp.es)	Redacción: Jesús Benito Torres (17jbt@ciccp.es)	Depósito Legal: M-156-1958. ISSN: 0034-8619 ISSN electrónico: 1695-4408 rop@ciccp.es http://ropdigital.ciccp.es/
Redactor Jefe: Juan A. Sánchez Rey (rop@ciccp.es)	Gloria Martín Sicilia (17gms@ciccp.es)	Suscripciones: suscripcionesrop@ciccp.es Almagro, 42. 28010 Madrid. Tel.: 91.308.19.88 Fax: 91.319.15.31
Maquetación: José Luis Saura (jlsaura@ciccp.es)	Edita: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
Documentación: José Manuel Ráez Cano (jm.raez@gmail.com)	Imprime: Gráficoset SL impresores	

Bases de datos:

- CDB-COAL DATA BASE • CITOP
- COMPENDEX • COMPLUDOC • CONSTRUMATICA •
- CONSEJERÍA DE TRANSPORTES DE LA GENERALIDAD DE VALENCIA •
- DIALNET • GEOL-GEOLINE •
- GEOF • 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.

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 3.525. Año 158
Octubre 2011
ISSN: 0034-8619
ISSN electrónico: 1695-4408

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

La particular orografía española y el empuje que han sufrido las obras del AVE han permitido, gracias a la tecnología disponible en la actualidad, que haya aumentado exponencialmente el número de kilómetros de túneles excavados en nuestro país en los últimos años. No en vano en España se ha llegado a construir más túneles que en el conjunto de Europa.

Paralelamente, en la industria española se ha producido un continuo avance en equipamiento, explotación, mantenimiento y seguridad de túneles. Éste último es un aspecto fundamental y que cada vez requiere un mayor presupuesto.

Con el inicio de la crisis, a partir de 2008 empezó a resentirse el sector de la obra civil en España, que pasa actualmente por una situación grave y complicada. El excesivo número de empresas, que habían florecido espectacularmente con la elevada demanda de la última década, no es sostenible en un escenario de crisis tan profunda como la actual; por este motivo, el sector está sufriendo consecuencias muy negativas, sin parangón en ninguna otra economía industrializada.

Esta difícil situación ha desembocado inevitablemente en una reestructuración, donde las grandes empresas españolas, fuertemente capitalizadas y especializadas, están afrontando con gran éxito el reto de la internacionalización, mientras que la opción seguida por las pequeñas y medianas empresas es la diversificación.

En este contexto económico, AETOS (Asociación Española de Túneles y Obras Subterráneas) continúa trabajando por alcanzar los objetivos de la Asociación, como son: Promover el estudio y la investigación de las obras subterráneas, facilitar el contacto entre profesionales y la colaboración entre organizaciones afines, impulsar el conocimiento y la formación y ofrecer apoyo, asesoramiento o cualquier recurso con el que pueda contribuir a fomentar y mejorar la construcción de túneles y obras subterránea.

En esta labor se inscribe este número monográfico de la *Revista de Obras Públicas*, el tercero que edita, a partir de la decisión tomada conjuntamente de publicar monográficos dedicados a túneles y obras subterráneas, ligados tanto a infraestructuras de transporte como a obras hidráulicas y a otros usos. ♦

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 Brunswich - 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** (Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona), **Leonardo Torres-Quevedo Torres-Quevedo** (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** (PROINTEC, 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** (Insti-

tution of Civil Engineers-London U.K), **Jorge E. Crempie Laborie** (Universidad de los Andes, Santiago, Chile), **Javier Díez González** (Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid), **Vicent J. de Esteban Chapapría** (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 Armisen** (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 Marfinez** (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), **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 Escarín**, **Vicent Esteban Chapapría**, **Francisco Esteban Lefler**, **Roque Gistau Gistau**, **Miguel Gómez Navarro**, **Marta Heras Díaz**, **Raimundo Lafuente Dios**, **César Lanza Suárez**, **Andrés López Piña**, **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^a Ureña Francés**, **Miguel Ángel Val Melús**, **José Manuel Vassallo Magro**, **Luis Miguel Viartola Laborda**, **Fernando Gutiérrez de Vera**.