



La revista de los
Ingenieros de Caminos,
Cañales y Puertos

3580 OCTUBRE 2016

REVISTA DE
OBRAS PÚBLICAS

ROP



CIUDADES

**Entrevista con Luis Cueto,
coordinador general
del Ayuntamiento de Madrid**

INTERNACIONAL, PROFESIÓN Y EMPLEO

- Australia, construcción al otro lado del mundo

COYUNTURA

- Centenario del fallecimiento de Mariano Carderera Ponzán, ingeniero de Caminos y arquitecto (1846-1916)
- España y la red de alta velocidad en EE. UU.

CIENCIA Y TÉCNICA

- Nuevas tecnologías de la comunicación multimedia aplicadas al puente de la Constitución de Cádiz





Hemos unido
dos océanos

para unir más
a las personas

Tras casi siete años de duro trabajo y después de superar multitud de retos técnicos, hemos concluido la construcción de un nuevo paso entre dos océanos, el Pacífico y el Atlántico, a través de un juego de esclusas más grandes y más eficientes diseñadas expresamente. **El nuevo Canal de Panamá, obra liderada por Sacyr, es el proyecto de ingeniería civil más importante de nuestro siglo** y ha sido posible gracias a la contribución de más de 40.000 personas que han puesto su trabajo y su empeño en este gran hito que supondría una fuente de riqueza para Panamá y para toda la Humanidad. Además, contribuirá a preservar el medio ambiente gracias al importante ahorro de energía que produce y a la enorme reducción de emisiones de CO₂. Con el nuevo Canal de Panamá hemos abierto otro camino en la construcción de un futuro y un mundo mejor para todos.



El ámbito urbano adquiere en España, y en todos los países maduros, una creciente relevancia política, dado el hecho incontrovertible de que en él se inserta la mayoría de las personas, por lo que la gestión del espacio ciudadano y de los servicios municipales incide directamente en la calidad de vida de la gente.

En nuestro país, la gravísima crisis económica y financiera que nos afectó desde 2008 y de la que estamos en fase terminante de salida –aún con secuelas graves pero con un horizonte cada vez más despejado–, generó cambios políticos en el sistema de representación que se han materializado en forma de opciones nuevas, que compiten con las tradicionales. Y este cambio se hizo visible de una manera clara y en primer lugar en las elecciones municipales y autonómicas de 24 de mayo de 2015, en que las formaciones emergentes se hicieron presentes en los dos niveles representativos mencionados y pasaron a desempeñar un importante protagonismo en la escala municipal. Hoy, el PP, el PSOE, Podemos y Ciudadanos, además de otras organizaciones nacionalistas de la periferia, se reparten el poder municipal en el Estado español.

Por esta razón, la Revista de Obras Públicas ha creído conveniente analizar los cambios programáticos,

conceptuales y técnicos que ha representado esta mudanza. No cabe duda de que la ciudad es el objeto profesional de los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en casi todas direcciones: el planeamiento urbano, los transportes y el diseño y la gestión de los servicios en general son territorios propicios a nuestra profesión, en un mundo cada vez más interdisciplinar y complejo en que los especialistas deben convivir con los generalistas en la búsqueda de la coherencia interna de los proyectos y del engarce entre la política, la técnica y la sociedad. Por ello, nos interesa conocer de primera mano hacia dónde transitan los gobiernos municipales, cómo avanza la tecnología en las *smart cities*, qué nuevas ideas impulsan el concepto de sostenibilidad, en el que se entroncan grandes ideas fuerza como son el desarrollo, la preservación del medio ambiente, los modos de transporte, la calidad de vida, etc.

En este número, hemos entrevistado a Luis Cueto, coordinador general del Ayuntamiento de Madrid, para tratar de obtener una respuesta a los muchos interrogantes que hoy plantea la capital del reino. Como siempre, la ROP aspira a ser la plaza pública para el debate ordenado y constructivo, que siempre estimularemos y del que daremos cuenta en la medida de nuestras posibilidades.

SUMARIO

La revista decana de la
prensa española no diaria

Director

Antonio Papell

Redactoras Jefe

Paula Muñoz
Diana Prieto

Fotografía

Juan Carlos Gárgoles

Publicidad

MM Mass Media
Hermosilla 64 6ºB
T. 91 431 08 39

Imprime

Gráficas 82

Depósito legal

M-156-1958

ISSN

0034-8619

ISSN electrónico

1695-4408

ROP en internet

<http://ropdigital.ciccp.es>

Suscripciones

[http://ropdigital.ciccp.es/
suscripcion.php](http://ropdigital.ciccp.es/suscripcion.php)
suscripcionesrop@ciccp.es
T. 91 308 19 88

Edita

Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Calle Almagro 42
28010 - Madrid

EDITORIAL

CIUDADES

6 **Las grandes ciudades, ante los nuevos retos**

8 **La gestión en el Ayuntamiento de Madrid**
Entrevista a Luis Cueto, coordinador general del
Ayuntamiento de Madrid

COYUNTURA

22 **Centenario del fallecimiento de Mariano Carderera
Ponzán, ingeniero de Caminos y arquitecto (1846-1916)**
Ángel Hernando del Cura

32 **Una nueva Ley de Carreteras en Portugal**
Luís Miguel Pereira Farinha

36 **España y la red de alta velocidad en Estados Unidos**
Luis Fort López-Tello y Carmen Fort Santa-María



CIENCIA Y TÉCNICA

- 56** **Nuevas tecnologías de la comunicación multimedia aplicadas al puente de la Constitución de Cádiz**
José María Luzón Nogué, Juan Víctor Mejías Calero,
Néstor F. Marqués González y José Luis Gómez Merino
-

- 64** **Predimensionamiento de turbinas bulbo**
Pablo Zapico Gutiérrez y Pedro García Merayo
-

INTERNACIONAL, PROFESIÓN Y EMPLEO

- 71** **Australia, construcción al otro lado del mundo**
-

NOTICIAS DE LAS OBRAS PÚBLICAS

- 90** **LIBROS**
Novedades editoriales
-

Consejo de Administración

Presidente

Miguel Aguiló Alonso

Vocales

Juan A. Santamera Sánchez
José Polimón López
José Javier Díez Roncero
Juan Guillamón Álvarez
Luis Berga Casafont
Roque Gistau Gistau
Benjamín Suárez Arroyo
José Antonio Revilla Cortezón
Francisco Martín Carrasco
Ramiro Aurín Lopera

Comité Editorial

Pepa Cassinello Plaza
Vicente Esteban Chapapriá
Jesús Gómez Hermoso
Conchita Lucas Serrano
Antonio Serrano Rodríguez

Foto de portada

Vista del Palacio de Cibeles,
sede del Ayuntamiento de Madrid





Las grandes ciudades, ante los nuevos retos



Las elecciones municipales del 24 de mayo de 2015 impulsaron un relevante cambio en muchos ayuntamientos españoles, especialmente en los de mayor tamaño, ya que se redujo el peso del bipartidismo imperfecto que había sido la pauta desde los años ochenta del pasado siglo y aparecieron actores nuevos, que llegaron visiblemente para quedarse como se comprobó después, en las dos elecciones generales celebradas el 29 de diciembre de 2015 y el 26 de junio de 2016.

Tras las citadas elecciones, Podemos y sus confluencias entraron a gobernar (siempre al frente de una coalición con otras fuerzas) algunas grandes capitales de provincia como Madrid, Barcelona, Zaragoza, Coruña o Cádiz; el PP siguió gover-

nando en 19 capitales de las 34 que tenía, y el PSOE pasó de gobernar ocho capitales a 17.

La llegada de nuevos equipos a las grandes ciudades debería incidir en el proceso de transformación que ya se estaba llevando a cabo en las políticas municipales, que han avanzado al ritmo de la innovación tecnológica y de las nuevas demandas sociales. De hecho, diversas ciudades españolas son adelantadas desde hace años en estas materias, tras procesos de modernización impulsados por equipos municipales de muy diverso signo. La conversión de las urbes en *smart cities* y la exigencia de garantías de sostenibilidad para los diversos desarrollos han introducido factores de innovación que la Revista

de Obras Públicas ha indagado en todo momento y desde muy antiguo, entre otras razones, porque los ingenieros de Caminos son agentes importantes en la implementación y en la gestión de las tecnologías que promueven el desenvolvimiento urbano. Pero, no cabe duda, de que la aparición de nuevas formaciones políticas abre interrogantes que merecen nuevas reflexiones.

En la entrevista que publicamos en este número, el coordinador general del Ayuntamiento de Madrid describe, como es lógico, los escenarios planteados por el equipo de gobierno. Se trata de abrir debates que contribuyan a mejorar las políticas municipales y, consiguientemente, la vida de los ciudadanos, destinatarios de tales políticas. **ROP**

La gestión en el Ayuntamiento de Madrid



Miguel Aguiló
 Presidente de la ROP.
 Director de política estratégica del grupo ACS



Antonio Papell
 Director de la ROP.
 Director de Comunicación del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

En Madrid, en las elecciones de mayo de 2015 el Partido Popular obtuvo 21 concejales; Ahora Madrid, una coalición vertebrada en torno a Podemos, 20; el PSOE, 9 y Ciudadanos, 7. El acuerdo entre Ahora Madrid y el PSOE hizo posible un gobierno monocolor de Ahora Podemos, con Manuela Carmena como alcaldesa. Carmena, jueza emérita, antigua militante contra la dictadura y a favor de los derechos

humanos, es la nueva imagen de la corporación municipal.

Dado el carácter técnico de la Revista de Obras Públicas, hemos entrevistado a Luis Cueto, coordinador general del Ayuntamiento, hombre de confianza de Carmena y brazo ejecutor de las políticas municipales, para conocer el modelo de ciudad que proponen para Madrid.

Luis Cueto: “Chamartín es nuestra tarjeta de presentación para atraer empresas tras el Brexit”

Coordinador general del Ayuntamiento de Madrid



Luis Cueto, en su despacho del Palacio de Cibeles

Luis Cueto Álvarez de Sotomayor es funcionario del Cuerpo Superior de Administradores Civiles del Estado desde 1987. Licenciado en Derecho por la UAM, ha pasado por puestos de responsabilidad en los ministerios de Trabajo, Justicia, Asuntos Exteriores, Industria, Ciencia e Innovación y Turismo y Comercio, de cuya Escuela de Negocios EOI fue director general en 2006. Ha sido también subdirector general de Fomento de la Innovación Empresarial del Ministerio de Economía y Competitividad. Reputado profesional de la gestión administrativa, es probablemente el pilar fundamental del equipo de gobierno municipal, tanto por su buen criterio técnico como por su capacidad reconocida de coordinación.

¿Cómo ven el futuro de la coalición política que permite a Manuela Carmena ser alcaldesa?

Tenemos una alcaldesa que goza ahora mismo de una enorme credibilidad personal, puede que no tanto todo su equipo y, en la medida en que le dejan un espacio para explicarse, la gente la entiende y se siente involucrada porque no se la ve contaminada por la ambición política ni ha estado implicada en ningún escándalo, a pesar de ciertas historias raras que han querido sacarle.

Tenemos una gran dificultad de comunicación. Carmena no está siendo aceptada en el *establishment*. Es



una persona singular y *demasiado* independiente. Es un enorme problema deberles cero euros a los bancos porque otros partidos deben 120 millones. Ahora Madrid, cero euros. Pero es que, además, ella no se va a presentar a la reelección, luego tiene el compromiso de hacer lo que le corresponda sin pensar en dónde va a poder trabajar después. Las reglas del juego son diferentes. Me encantaría que rectificara y decidiera seguir, pero no lo creo. La continuidad es importante, es cierto, y somos conscientes de que debemos asegurarla de un modo u otro. Mimamos nuestra relación con el PSOE porque discurre a través de una situación muy compleja, pero también nos congratulamos de que no haya mayoría absoluta porque así existen contrapesos. Es muy peligroso para muchos que funcione este espejismo municipal. Manuela Carmena no es PSOE ni es Podemos, nuestra única forma de luchar por ganar las próximas elecciones y continuar con el proyecto es ganarnos la credibilidad en el ejercicio de nuestras responsabilidades.

¿Cómo evoluciona el proyecto Castellana Norte? Antonio Béjar, el presidente de Distrito Castellana Norte, la sociedad constituida por el BBVA y la constructora San José para llevar a cabo el desarrollo urbanístico, defiende que los ayuntamientos destinen el 90 % de su presupuesto a políticas sociales y que suscriban alianzas con operadores privados para desarrollar dotaciones e infraestructuras. Es la opinión de un liberal, ¿qué piensa al respecto el Ayuntamiento de Madrid?

En el caso de Chamartín –y lo que voy a decir es extrapolable a otros

proyectos—, no queremos acuñar una nueva moneda que se llame *edificabilidad* y que consista en que, cuando no tengas dinero y llames al promotor privado para que construya, la contraprestación sean edificios con volúmenes que falsifiquen el modelo de ciudad que se desea conseguir. Eso es, de forma nítida, la llamada Operación Chamartín. Como había que hacer el intercambiador norte y dos estaciones de metro, la factura fue subiendo y, en consecuencia, se fue incrementando la edificabilidad: se harían más torres y más altas para que aumentasen los ingresos del promotor. Pero no porque Madrid las necesite o el Plan General de Urbanismo haya decidido tal cosa sino porque hay que sacar plusvalías para que sufraguen la obra. Esta práctica va contra nuestros principios, que pueden resumirse en ‘haz las obras cuando puedas pagarlas’ o en ‘invierte cuando la obra genere más dinero del que tendrás que devolver’. La lógica de cualquier inversión es desembolsar 10 porque vas a ganar 15 y así devuelves los 10 y ganas 5. Eso no es evidente cuando hay obras que no son finalistas y no generan actividad, cuando se trata de puro gasto. Y eso estaba pasando en Chamartín, pero también en la operación del Calderón porque, como el Ayuntamiento no tenía las decenas de millones de euros que cuesta soterrar el tramo que falta de la M30, dejaba hacer a los promotores torres de 20 plantas, no porque Madrid las necesitara, sino porque financiaban esa obra. La antigua Operación Chamartín, ahora denominada ‘Madrid Puerta Norte’, debe ser la punta de lanza de un nuevo modelo de ciudad: racional, viable y sostenible, nuestra tarjeta de pre-

sentación para atraer empresas tras el Brexit. Es el porfolio que tenemos que enseñar y cuanto antes con oficinas, equipamiento y viviendas, pero con 5.000 viviendas, no con el triple. Va a ser una zona muy interesante para las compañías, al lado de la T4 y colindante con una buena red de carreteras, de metro y de cercanías.

¿Tiene el Consistorio intención de realizar algún estudio sobre si hace falta o no mayor edificabilidad en la ciudad? En caso afirmativo, ¿se ha planteado dónde y cómo?

De manera global, no, pero sí estamos estudiando la posibilidad de plantear incrementos de edificabilidad en algunas zonas con dos objetivos: redensificar para garantizar unas condiciones de ocupación que, en determinados barrios con los PAUs, permitan el pleno desarrollo de la vida urbana (mantenimiento del pequeño comercio, vida en la calle...); y financiar, siempre

bajo control público, actuaciones de regeneración urbana incrementando los aprovechamientos del suelo. Este segundo punto está en una fase todavía primigenia de estudio ya que somos conscientes de las dificultades y problemas técnicos, jurídicos y territoriales que puede generar. Sin embargo, se trata de una opción que puede ser interesante para algunas actuaciones, nunca de manera generalizada, y es por ello que la estamos analizando en toda su complejidad.

Por otro lado, la anterior legislatura se fue en intentar modificar el Plan General de Madrid, una reforma que nunca se llegó a aprobar, pero se hizo una infinidad de estudios recientes, que están a disposición del director de la Oficina del Plan, José Luis Infanzón, una de las personas claves en la nueva concejalía (o área de gobierno) de Desarrollo Urbano Sostenible. Sin embargo, el Plan General no hizo un estudio sociológico pormenorizado de las



necesidades de vivienda de parejas, jóvenes, inmigrantes, personas que viven solas, mayores, etc. Este trabajo ya se ha hecho en el caso de los hoteles y se hará con los ámbitos de oficinas y residencial. Hay que tener en cuenta que Madrid ha decrecido en población, pero este estudio es necesario para tener datos fehacientes de las personas que necesitan una vivienda digna y accesible, que probablemente no serán tantas como se pueda creer.

¿Por dónde iría la propuesta municipal al respecto: por rehabilitación de viviendas antiguas, por nuevas construcciones...?

Sin lugar a dudas, nuestra apuesta estratégica pasa por la rehabilitación o, mejor dicho, regeneración de la ciudad existente: viviendas, edificios y espacios públicos. Este equipo de gobierno ha lanzado el Plan Mad-Re (Madrid Recupera, Rehabilita, Regenera), que es el plan de rehabilitación de viviendas y espacio público más ambicioso que haya puesto en marcha un gobierno municipal. Madrid es una ciudad con grandes desequilibrios sociales y territoriales y para paliarlos hay que mejorar las condiciones (de accesibilidad y confort) de muchas viviendas. Además, este programa permite abrir un semillero de empleo que permita reincorporar al mundo laboral a los trabajadores del sector de la construcción que se fueron al paro tras el pinchazo de la burbuja.

Por supuesto, esto no quiere decir que no creamos que en Madrid no se va a construir más. Está creciendo el mercado de la vivienda nueva. Este gobierno ha desbloqueado algunas actuaciones fundamentales para su desarrollo como Arroyofres-



no o Cañaveral. También estamos ultimando el convenio para iniciar la fase 1 de Berrocales. Y no podemos olvidarnos tampoco de que, tras más de 23 años paralizado, hemos puesto sobre la mesa un plan para el desbloqueo del desarrollo norte de la ciudad, que constituye un gran ámbito de oportunidad para la construcción de obra nueva en nuestra ciudad.

Sería una gran noticia que en los próximos plenos logremos cambiar el régimen legal de La Peineta para que se instale allí el Atlético de Madrid y no tengamos que pagar los 200 millones de lo que firmó el equipo anterior.

¿Se va a ir entonces la legislatura en arreglar estos casos?

Una parte importante de nuestra tarea se consume en desbloquear asuntos antiguos que se habían paralizado y la otra en hacer el urbanismo que necesita la ciudad, no el de las obras innecesarias. No hablo

de que los promotores privados no puedan hacer negocios, que por supuesto que sí pueden hacerlos, pero con otro modelo que no sea el de cambiar edificabilidad por financiación de obras. El Ayuntamiento, por ejemplo, quiere acometer el nudo norte con sus medios, no haciéndolo depender del proyecto Distrito Castellana Norte (DCN).

El 31 de diciembre expira la opción de compra de los terrenos acordada en el contrato entre DCN y Adif, y cumplido este plazo la promotora ha anunciado su intención de abandonar la operación. ¿Van ustedes a dejar que caduque el convenio con Adif?

Pues sí, absolutamente. Nos han demandado la Comunidad de Madrid y el Ministerio de Fomento y esperamos que los tribunales no les den la razón. Sin perjuicio de que se lleve a cabo el desarrollo y con la autorización de la CAM, el Ayuntamiento tiene que arreglar ese nudo norte. En el territorio tenemos competencia las

dos administraciones pero nuestra voluntad es acometer con nuestros medios la prolongación por debajo del nudo y empezar a desarrollarlo ya, sin esperar a que un promotor privado ponga el dinero.

¿Hay interés del Ayuntamiento en remozar la estación de Chamartín?

Depende de Adif, pero la alcaldesa se ha reunido varias veces con Ana Pastor cuando era ministra de Fomento y con personas de Adif y Renfe y les ha manifestado nuestro interés en que todos los solares que rodean la estación de trenes se arreglen. Creemos que la operación Puerta Norte que ha presentado el Ayuntamiento es un planteamiento que incorpora la integración al proyecto de Chamartín sin todo eso que tiene alrededor.

Sin embargo, lo que se ha trasladado a través de los medios de comunicación es que el Consistorio no quiere hacer nada, tan sólo pretende paralizar la operación...

Pues la realidad es la contraria. El Ayuntamiento ha hecho una propuesta que sustituye a la que había y que significa que estamos deseando que un promotor privado invierta 5.500 millones de euros, no los 11.000 que se exigían antes.

No puedes entregar un trozo de ciudad a un promotor privado. De ninguna manera. Ahí no hacen falta 17.000 viviendas, que harían cuando quisieran, según la demanda del mercado. O nunca, claro. Nosotros consideramos que en ese desarrollo se necesitan 5.000 viviendas nada más. Y está claro que hay que arreglar la estación de Chamartín, pero no hace falta poner una losa de 900 millones de euros encima de las vías del tren. Como tampoco es imperiosamente necesario soterrar la M-30 bajo el Calderón en tanto no se tenga el dinero suficiente. No pasa nada si los madrileños entran y salen de un túnel unos años si la contrapartida es no levantar dos torres de 20 plantas.

Mientras tanto, el presupuesto municipal para 2017 que Hacienda no les admite es por exceso de gasto. El Ministerio manifiesta que no puede ser aprobado porque, entre otras cosas, “prevé un incremento de su techo de gasto de 2014 a 2017 de cerca de 700 millones de euros con un decremento considerable de su capacidad de financiación, algo incompatible con los objetivos de estabilidad asignados al Reino de España”.

La polémica presupuestaria tiene mucha miga. Cuando Bruselas in-

terviene España, no jurídicamente pero sí de facto, nos obliga a que nuestros presupuestos sean revisados por la UE antes de ser aprobados por el Parlamento y nos dice que hay que ahorrar 10.000 millones de euros y que, si no, nos pone multas. Hacienda tiene entonces que cuadrar las cuentas a martillazos y hay algo ingobernable que se llama comunidades autónomas porque tienen sanidad y educación y ese gasto no hay quien lo pare. ¿Quién intenta que le sujete las cuentas? Los ayuntamientos. Todos. La Ley de Estabilidad de las Haciendas Locales se ha inventado la regla de gasto. Consiste en que, como venimos de una época especulativa en que los ayuntamientos asumieron unos gastos determinados y al pinchar la burbuja inmobiliaria se quedaron sin ingresos, nunca más se aceptarán gastos que no estén soportados por unas finanzas sostenibles. Hasta ahí, de acuerdo. Pero hemos presentado unas cuentas en las que el año pasado nos sobraron 500 millones de euros que no nos dejan gastar porque se inventaron la regla de que, a partir de una foto fija del gasto de 2014, tan solo podemos gastar de más lo que vaya a crecer la economía española. Es decir, nos dejan llegar al 1,4 % cuando nuestros ingresos han subido el 5





%. Pues da igual y el resultado es que al Ayuntamiento de Madrid le sobran 500 millones que nos impiden gastar. El invento de la regla de gasto es una locura.

Además de los proyectos para el sureste y el norte de la ciudad, también piensan ustedes actuar en el entorno de la Casa de Campo.

En efecto. Queremos recuperar los recintos feriales de la Casa de Campo, que están muy degradados. Hay varias ideas. Una es aprovechar la maravillosa oportunidad que supone el hecho de que, en junio del año que viene, caduca la concesión de 30 años del teleférico. Garantizando que la Casa de Campo es un espacio natural protegido, queremos hacer un circuito de teleférico entre Rosales, Casa de Campo, Lago, recintos feriales y Batán. Así, una persona que esté en Carabanchel se puede plantar con el teleférico en Rosales sin tener que usar el coche. Y querríamos que entre como un transporte más en el abono de metro y bus. Además, dado que el plan especial que rige los recintos feriales es de 2005, nos gustaría reha-cerlo, pero no queremos que se nos vaya en ello la legislatura. Y no hay que olvidar que la alcaldesa ofreció a Ban Ki-Moon cuando vino de visita un edificio maravilloso que es el Pabellón de los Hexágonos, de la exposición universal de Nueva York, para acoger en él las dependencias de la ONU.

Tenemos la intención, como hemos comunicado, de que el espacio degradado de los restaurantes, con viales deteriorados, jardines asilvestrados, etc. se adecue y se recupere como el espacio gastronómico



que siempre fue. Hay también en la zona dos discotecas que en su día o dispusieron de una licencia dudosa o nunca la tuvieron, que se han cerrado y cuyo espacio debe recuperarse para los ciudadanos. Habría también que recuperar los recintos deportivos que hubo, como el que acogía el Open de Tenis hasta que se fue a la Caja Mágica... Es muy curioso que si uno hoy acude al Madrid Arena no se puede tomar nada, tiene que bajar forzosamente hasta Lago, y aunque se haya soterrado la avenida de Portugal, hay que subir o bajar porque hay una valla. Pues bien: deberíamos abrir puertas en esa valla y vertebrar el Paseo de Extremadura con esa zona. En definitiva, tenemos que dar vida, actividad y movimiento a la almendra de los recintos feriales.

Igualmente, hay que seguir con la naturalización del río, en el tramo que empieza en el Puente de los Franceses hacia el Pardo. Resulta que al abrir las compuertas se han

creado islas artificiales en él y han vuelto las garzas, en seis meses. Antes era una lámina artificial de agua. Ahora es un río más pequeño pero natural y la nueva situación se puede observar desde el Puente de Segovia. También vamos a prolongar Madrid Río hasta Getafe.

Además, cuando se llega al Palacio Real, se constata que se acaba Madrid por el enorme talud que hay al frente y que obliga a ir o hacia el viaducto o hacia la Plaza de España; y ya hemos hablado con Patrimonio Nacional para, mediante unas escaleras mecánicas o un transbordador como en Lisboa o cualquier otro artilugio, poder continuar paseando por los Jardines de Sabatini y el Campo del Moro y bajar al río, reabrir el túnel de Bonaparte, que se prolonga hasta la Casa de Campo, y llegar a la Casa de Vargas, un lugar precioso de la época de Felipe II que queremos convertir en un cen-

tro especializado en gastronomía y nutrición y recuperar los huertos que siempre hubo allí. Creo que es un proyecto precioso para la zona oeste.

Y tenemos que poner en valor la Caja Mágica, que iba a costar 80 millones y acabó costando 205. Madrid ha vuelto a recuperar su vocación de grandes conciertos y en junio se ha organizado en esas instalaciones un festival que ha atraído a 20.000 personas diarias, el Mad Cool. También en la Caja Mágica se entregarán en junio del año que viene los Premios Platino de Cine en una ceremonia que ven 600 millones de espectadores en Latinoamérica, en línea con la experiencia de Bollywood Madrid que ha sido fantástica. Queremos recuperar la ciudad y generar negocio.

¿Y la Plaza de España? ¿Cómo está la situación del Edificio Es-



paña? ¿Y el proceso de participación ciudadana para decidir el futuro del entorno?

Gracias al informe de Hugo Corres –un experto independiente al que se pidió opinión sobre la preservación de la fachada del Edificio España, al igual que se hizo con Ricardo Aroca–, pudimos probar que era posible hacer la obra que pretendía Wanda sin tirar la fachada del Edificio España. Me alegraría mucho que el 1 de enero empezaran las obras del Edificio España tras haber sido bombardeado este ayuntamiento por cielo, mar y tierra con la acusación de que no dejábamos tirar a Wanda la fachada. La crítica es paradójica porque es un inmueble protegido por la CAM, en cuya comisión de Patrimonio tiene una gran mayoría de vocales la Administración autonómica.

Este caso ha sido una demostración evidente de que es falso el mantra de que exigir el cumplimiento de la ley espanta a los inversores. El gobierno de Manuela Carmena se ha mantenido firme y ahora ya tenemos un nuevo promotor dispuesto a rehabilitar el edificio, construir comercios, hotel y todo ello respetando las fachadas protegidas.

Ahora sí es viable el proyecto porque ya no se proyecta tirar cuatro pisos para hacer un enorme Centro Comercial sino que se prevé uno más pequeño, además de apartamentos y hoteles, y todo eso se puede hacer perfectamente con la fachada que hay. En diciembre el comprador ejecutará su opción, parece, y pagará lo acordado a Wanda para quedarse con el edificio.

En cuanto a la Plaza de España en su conjunto, hemos seguido un pro-



ceso que ha sido un gran ejemplo de participación ciudadana y de consultas a expertos. Se ha hablado con todos los interesados (hostelería, comerciantes, vecinos...) para ver qué preguntas deberíamos hacer y salieron 18, que son muchas, y las han contestado 28.000 vecinos. Con la encuesta, se ha definido un programa de necesidades de actuación en la plaza que se ha incorporado al concurso internacional convocado y los que quieran optar a remodelar la Plaza de España tienen que incluir respuestas a lo planteado por los ciudadanos. Tras un primer proceso de selección, quedarán dos proyectos elegidos por los jurados de expertos en los que un voto será para los ciudadanos, y de los dos ganadores o seleccionados por el jurado, los madrileños votarán el que prefieran. Es un experimento excelente. Va mucho más allá de la audiencia pública clásica de otros proyectos de urbanismo. Ha votado poca gente, 50.000 vecinos de la población de Madrid, pero hay que

ir acostumbrando a la gente a este tipo de iniciativas.

¿Su apuesta por la bicicleta es tan firme como para considerarla un medio sustitutivo de otro modo de transporte?

El anillo es de paseo o deporte pero los nuevos carriles bici de Santa Engracia, Quevedo... son de uso. Queremos que la bici sea un medio de transporte, no de paseo. BiciMAD ha muerto de éxito y lo va a gestionar el Ayuntamiento con la EMT porque la empresa no ha podido invertir lo necesario para reponer las bicis que desaparecían o se estropeaban. El Ayuntamiento entiende que el modelo funciona. Madrid es una ciudad de cuestas y necesita la bici eléctrica, que aquí es un exitazo. Cada bici vale 1.100 euros y hay que tener mucho cuidado con los robos. La EMT tiene un parque de mecánicos muy importante y en su día hizo un proyecto de bicicletas, así que conoce el tema, cuenta con un gran despliegue territorial y tiene capa-

ciudad de invertir lo que la empresa privada no ha sido capaz. Creemos que lo hará mucho mejor. Hay unas 1.500 bicis ahora y la idea es duplicar esa cantidad y llegar a 3.000. Si cada una tiene una media de uso de unos 10 viajes al día, el conjunto estaría eliminando unos 10.000 viajes al día en Madrid en el centro, claro. Además, se ha hecho una inversión en 100 autobuses de gas. No apostamos por el tranvía pero sí por pequeños autobuses eléctricos en el centro. Un proyecto muy interesante que vamos a lanzar es el de recarga del autobús eléctrico en el eje de La Castellana que esperamos ponga a punto la EMT con un presupuesto de Innovación de un millón de euros. En cabecera y en destino se podrá recargar totalmente y en las paradas intermedias en parte. Eso le permitirá completar el circuito. En Londres funciona muy bien. En cuanto al metro, si hay que abrir nuevas estaciones en Chamartín, habrá que ver cómo se financian.

¿Y el coche eléctrico? Ya sabe usted que es el futuro...

La siguiente apuesta es el coche eléctrico compartido, que parece que quita entre cinco y nueve coches alternativos y convencionales. Estamos encantados con la experiencia aportada por esta compañía y cualquier empresa que apueste por este modelo seguirá teniendo aparcamiento gratis en las zonas azul y verde y acceso a las zonas residenciales. En Madrid no tiene sentido poner estaciones de recarga en la calle sino en las comunidades de vecinos, en los garajes. Ámsterdam tiene 3.000 puntos de recarga en la calle porque no tiene garajes por los canales y el mar pero no es el caso de Madrid. No rebajamos las tarifas de aparcamiento para no favorecer que el coche se lleve al centro. Pero no queremos que haya un peaje como en Londres, la alcaldesa no quiere que solo entren los ricos al centro o aquellos a los que les pague la empresa.

Los aparcamientos disuasorios resuelven en parte el problema de la congestión pero piense que los que están ya en proyecto, una decena con un presupuesto de unos 80 millones de euros, van a quitar 80.000 coches diarios de Madrid pero es que entra cada día un millón... También estamos al tanto de lo que en logística llaman el transporte de la última milla. Al haberse expandido tanto el comercio electrónico, están llegando a las casas repartidores de diversos productos. Todo nos lo llevan a casa y es un reto nuevo para las ciudades. Creemos que en este transporte singular el reparto de esa última milla va a acabar siendo concesionado por barrios, con almacenes logísticos fuera, de forma que a cada destinatario final le llegará un único transportista. En cuanto a los drones, en el espacio urbano aún dan miedo por los accidentes que pueden causar.

¿Cómo vive la corporación municipal el asunto de la limpieza y las basuras?

Para nosotros este problema es una pesadilla porque el mundo de la contratación inventó en el pasado reciente una nueva fórmula, la de los contratos integrales. Son una trasposición al Derecho Administrativo del grabado de Goya *El sueño de la razón produce monstruos*. Con ellos, se quiere que una misma empresa se haga cargo de todo el circuito de los diferentes servicios. En el caso de la limpieza, los contratos del Ayuntamiento son por ocho años. Nada más llegar a la Alcaldía, Carmena se encargó de revertir los ERTes y eso supuso recuperar a tiempo completo unas 400 personas que en parte compensaron los 2.000 despedidos que antes limpia-



ban y ahora no lo hacen. Además, ese contrato salió con un margen de beneficio del 2 %, y en cuanto hay absentismo, bajas, rotura de material... las empresas pierden dinero, con lo cual hacen lo mínimo. Todos los indicadores que se exigen ahora –antes se controlaban los medios que se utilizaban– están impugnados, son una pesadilla y el control obliga a gastar mucho dinero en inspectores. Rescindir el contrato cuesta más o menos 1.500 millones de euros. Puede ser una pregunta interesante para los madrileños, que digan si prefieren siete años más de pesadilla o pagar ese dinero y acabar con el contrato. La alcaldesa no quiere tomar sola la decisión.

Ahora mismo tenemos un serio problema de imagen porque parece que la culpa de la limpieza insuficiente la tiene el Ayuntamiento y no las empresas adjudicatarias... Pues no, la culpa es de las empresas que firmaron que iban a limpiar y no lo hacen. Pero una cuestión de mayor calado social es que la ciudad más limpia es la que menos se ensucia y aquí hay mucha cultura de tirar todo donde queremos. Somos para eso una sociedad muy poco respetuosa. Cada día en Madrid se tira medio millón de colillas al suelo. En cualquier caso, que se limpie mejor Madrid es un compromiso de la alcaldesa y nos gustaría rescindir de mutuo acuerdo los contratos. La nueva contratación de recogida de basuras ha salido con un margen del

6,5 %. Se puede contratar mejor con menos restricciones económicas. Que la empresa gane dinero pero que haga bien su trabajo. Hasta ahora, para optar en Madrid al concurso de recogida de basuras, las compañías tenían que haber realizado esa actividad en ciudades de más de 250.000 habitantes y eso restringía la contratación a un club muy determinado. Hemos bajado el umbral a más de 150.000 habitantes y han podido entrar nuevas empresas a realizar la recogida de basuras en Madrid. Estamos abriendo la competencia de los servicios municipales y nos dicen que somos bolivarianos. En fin... Eso no se cuenta. Los liberales han sido monopolistas, pero así se escribe la Historia. **ROP**



“Acción de gobierno del Ayuntamiento de Madrid (2015-2019)”

Como complemento a la entrevista que hemos realizado a Cueto, se reproducen unos párrafos introductorios de un voluminoso documento, “Acción de gobierno del Ayuntamiento de Madrid (2015-2019)”, redactado por el equipo municipal en junio, un año después de la llegada de Carmena a la Casa Consistorial



“Qué ciudad encontramos y que ciudad estamos haciendo

Madrid es, sin duda, una referencia para otras ciudades. Proyectos exitosos o fracasados en Madrid sirven de estímulo o aprendizaje en otras localidades. Es por ello que existe un enorme interés en proponer ideas y proyectos en nuestra ciudad, en invertir y en lograr apoyos para las más diversas iniciativas.

Tras unos años de crisis económica gestionada de manera muy cuestionable, nos hemos encontrado una ciudad muy endeudada, tras la desmesurada obra de la M-30, sucia, desigual y con sus servicios públicos depauperados. Una ciudad en la que

muchos madrileños perdían sus casas y se quedaban en la calle sin que nadie luchara por ellos. Una ciudad embarcada en operaciones inmobiliarias gigantescas insostenibles. Una ciudad con importantes problemas de contaminación y movilidad; con casi el 28 % de los madrileños en riesgo de exclusión social (en hogares con un adulto con hijos a cargo, el 50 %), con una contaminación acústica y respiratoria descontrolada. Una ciudad en que el 36 % de los madrileños (¡casi 1,1 millones!) no tiene capacidad para afrontar gastos imprevistos o el 8,6 % (más de 270.000 madrileños) no se puede permitir poner la calefacción¹.

Tras el triple fiasco de las olimpiadas y casi sin nada más que privatizar, el Ayuntamiento estaba “en punto muerto”: desprestigiado²; con instrumentos de participación en los distritos vaciados de contenido, cascarones vacíos tras años y años de mayorías absolutas que desincentivaban la participación; con una contratación externa en los servicios sociales rayana en la explotación de los contratistas hacia los empleados, por bajas exorbitantes en unas adjudicaciones basadas en el precio casi exclusivamente y unos rendimientos deficientes; con el diálogo social bajo mínimos...

(1) Datos del INE elaborados por la DG de Estadística del Ayuntamiento

(2) Encuesta de Calidad de Vida y Satisfacción con los Servicios Públicos de la Ciudad de Madrid 2014

Estamos recuperando Madrid, desgastada por años de abandono y donde se ha perdido el orgullo de la ciudad que habitamos. Queremos que los madrileños se sientan orgullosos de la innovación que lancemos, del reequilibrio que consigamos, de la limpieza que alcancemos entre todos, del renacimiento cultural de Madrid: abundando en las excelencias de los grandes contenedores madrileños junto al desarrollo de los nuevos espacios para creadores a los que no se les ha dado ninguna oportunidad.

Por destacar desde el principio las grandes cuestiones más debatidas mediáticamente, desde que gobierna en la ciudad Ahora Madrid, hay menos paro; las inversiones extranjeras se mantienen en las cifras de estos años de recuperación económica 2014-2015; se desatascan operaciones urbanísticas que los tribunales habían paralizado, típicas de un urbanismo alocado y prepotente; la ciudad está, por fin, más limpia; el cambio climático y la contaminación se han tomado en serio y sin ocultación de datos como era la tónica anterior y los ciudadanos han comen-

zado a recuperar su capacidad de influir en las decisiones municipales y a recuperar su ciudad.

Estamos poniendo a Madrid en el mapa mundial (hoy todavía no lo está), atrayendo grandes eventos a nuestra ciudad, haciendo que ocurran aquí cosas que importan en el mundo, logrando que grandes personalidades mundiales hayan generado contactos personales con la alcaldesa. Queremos reforzar los lazos sociales, tan importantes para la convivencia fructífera, que la crisis había debilitado.

Y para ello nuestra acción de gobierno tiene como eje la VISIÓN de “Devolver Madrid a los madrileños y madrileñas, apoyando a los que tiran y ayudando a los que caen, para conseguir crecer todos de manera inclusiva”.

El Ayuntamiento tiene, dentro de la enorme complejidad de agentes e intereses que confluyen en la ciudad, una triple MISIÓN:

- Prestar servicios públicos, manteniendo las infraestructuras de la

ciudad para que la ciudadanía pueda vivir, trabajar y desarrollar sus proyectos con autonomía.

- Regular la actividad ciudadana para equilibrar los intereses particulares y generales.

- Actuar como un importante agente económico de la ciudad.

Para lograrlo estamos actuando en torno a cuatro EJES ESTRATÉGICOS:

- Una ciudad cercana, cohesionada y habitable.

- Una ciudad centrada en las personas, solidaria e inclusiva.

- Una economía sostenible con empleo de calidad.

- Un gobierno democrático, transparente y eficaz.

Estos EJES se desarrollan mediante diversos OBJETIVOS ESTRATÉGICOS y ESTRATEGIAS concretas”.





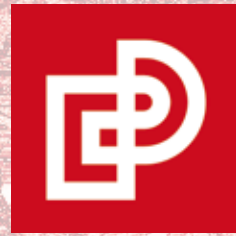
**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**

La fuerza de los ingenieros de Caminos

El Think Tank que proyecta la profesión en la sociedad

FUNDACIÓN CAMINOS



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**

Centenario del fallecimiento de Mariano Carderera Ponzán, ingeniero de Caminos y arquitecto (1846-1916)



Ángel Hernando del Cura

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Jefe jubilado de la Unidad de Carreteras de Huesca, M^o de Fomento

Resumen

Es deseo del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos que este artículo sirva de pequeño homenaje y recuerdo hacia él con motivo del centenario de su muerte, acaecida el 12 de septiembre de 1916.

Destaca Mariano Carderera Ponzán como Ingeniero por las magníficas obras que realizó, acudiendo a la innovación de procedimientos y materiales. Destaca también como Arquitecto por la belleza de los edificios que construyó, utilizando para ello magistralmente los estilos neoclásico, ecléctico o modernista.

Pero su actividad más importante fue dar a conocer la técnica más avanzada que había en aquella época, tanto en el campo de la ingeniería civil como en el de la arquitectura, a lo que dedicó toda su vida profesional. Para ello se valió sobre todo de su cátedra de Arquitectura y Dibujo y de la revista Anales de la Construcción y de la Industria. También escribió algunos artículos de contenido técnico en la Revista de Obras Públicas.

Palabras clave

Mariano Carderera Ponzán, centenario, fallecimiento

Abstract

In this article, the Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos wish to pay homage and remembrance to Mariano Carderera Ponzán on the centenary of his death on 12 September 1916.

Mariano Carderera Ponzán was an outstanding engineer, responsible for magnificent works that were noted for their innovation, both in terms of procedure and materials. He was also a distinguished architect, noted for the beauty of his buildings, masterfully built in neoclassical, eclectic or modernist styles.

However, his most important contribution was the dissemination of the most advanced techniques available at the time within the fields of civil engineering and architecture. Carderera Ponzán dedicated his entire professional life to this endeavour, primarily in his capacity as professor of Architecture and Drawing and his contributions to the journal Anales de la Construcción y de la Industria and similarly through the publication of a number of articles of technical content in the Revista de Obras Públicas.

Keywords

Mariano Carderera Ponzán, centenary, death

Biografía

Mariano Carderera Ponzán es una de tantas figuras ilustres de la familia Carderera, altoaragonesa al 100 %, como más adelante se verá. Es deseo del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos que este artículo sirva de pequeño homenaje y recuerdo hacia él con motivo del centenario de su muerte, acaecida el 12 de septiembre de 1916 en Villagarcía de Arosa.

Había nacido en Huesca el día 6 de diciembre de 1846, era hijo del notable pedagogo Mariano Carderera Potó y de Francisca Ponzán Almudévar, y sobrino nieto segundo del ilustre pintor de cámara de Isabel II, Valentín Carderera Solano.

En el año 1868 aprueba el examen de ingreso en la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, cuya carrera la terminaría en 1870 con el número 1 de su promoción, que estaba formada por 15 alumnos. Poco después de terminar esta carrera cursó la de Arquitecto, que terminó en el año 1874. Destacó como ingeniero y como arquitecto, desarrollando importantes y bellas obras en ambos campos.

Aunque su promoción fuera de unos 20 años después, fue coetáneo de otros tres ilustres ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y humanistas, también números 1 de su promoción, con los que tuvo alguna relación profesional:



Retrato de Mariano Carderera Ponzán. Galería de Directores de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

- Práxedes Mateo Sagasta Escolar, de la promoción de 1849 formada por 8 alumnos. Político, presidente del Consejo de Ministros por el partido Liberal.
- Eduardo Saavedra Moragas, de la promoción de 1851 formada por 10 alumnos. Publicista, arqueólogo, descubridor de las ruinas de Numancia, académico de la Historia, político y también arquitecto.
- José Echegaray Eizaguirre, de la promoción de 1853 formada por 14 alumnos. En el campo científico destacó como matemático y académico de Ciencias. En el literario obtuvo el Premio Nobel de Literatura en 1904 “por sus obras dramáticas impregnadas del ímpetu romántico”, además de ser Académico de la Lengua. En el político fue primero ministro de Fomento y después ministro de Hacienda. A Mariano, nuestro personaje homenajeado, le llamaba “el ingeniero insigne, el hombre de ciencia, el hombre leal”.

Es de comentar el reducidísimo número de alumnos de Caminos, Canales y Puertos que en aquella época salían en cada promoción, teniendo en cuenta además que en España solamente había una escuela, la de Madrid. Se podría explicar, aunque no justificar, porque se creó solamente para formar ingenieros funcionarios del Ministerio de Fomento al ritmo de sus necesidades, por eso la Escuela dependía

de este, no del de Instrucción Pública. Así perduró hasta el Plan de Estudios de 1957, y después el de 1964, que permitieron crear nuevas escuelas y cubrir la demanda social de ingenieros. La consecuente deficiencia de técnicos tuvo que ser patente en la época que tratamos, cuando ya se estaban construyendo a buen ritmo las redes de ferrocarriles y carreteras por la influencia de la Primera Revolución Industrial.

En la actualidad ocurre todo lo contrario, por no existir en España un plan vertebrado de creación de estos centros de enseñanza, durante la bonanza económica proliferaron las escuelas de ingenieros, produciendo con la crisis económica una oferta muy superior a la demanda social, y en consecuencia el desempleo y la emigración de estos y otros técnicos.

En noviembre de 1874, cuando terminó la carrera de arquitecto, Mariano Carderera es nombrado profesor de la asignatura Arquitectura y Dibujo de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, cargo que ejercería hasta su cese en agosto de 1908 con motivo de su nombramiento como director de la misma.

Siendo uno de sus primeros trabajos como arquitecto, proyecta y dirige en 1875 la casa-palacio Carderera de Huesca para su tío Joaquín Carderera Potó, que también fue después padre político de su hermano Eduardo. Era un bello edificio, sede de la familia Carderera, cuyos salones magníficamente decorados y su jardín evocaban el espíritu romántico de quienes primeramente lo habitaron. Lamentablemente fue demolido en 1973 para construir en su lugar un bloque de viviendas. El neoclásico Teatro Principal de la primera mitad del siglo XIX, próximo a aquel, siguió la misma suerte.

El 10 de abril de 1876 aparece el primer número de la revista técnica Anales de la Construcción y de la Industria, formando parte de su comité de redacción. Sería asiduo articulista de la misma, sobre todo entre 1876 y 1880. Su fundador y director fue Eduardo Saavedra Moragas, ya comentado anteriormente. Posiblemente por falta de medios se dejó de editar en 1890. Fue importante la labor de esta revista, que con sus artículos facilitó la difusión de las nuevas teorías científicas y técnicas de aquella época, relacionadas con el mundo de la construcción.

En el año 1877 se edita el libro ‘Taquimetría, exposición de los métodos modernos para el levantamiento de planos’, autoría compartida con el profesor Juan Alonso Millán, ingeniero de su misma promoción.



Fotografía de los técnicos de la Jefatura de Obras Públicas de Huesca. 1886

En ese mismo año, por la notable actividad técnica que ya había desarrollado es condecorado como Caballero de la Orden de Carlos III.

En septiembre de ese año, con ocasión de estar Mariano pasando unos días en Huesca, su tío abuelo segundo Valentín le encargó un informe sobre el mal estado de la cúpula de la basílica de San Lorenzo. Sin duda, este deterioro era muy visible y conocido por los oscenses, cuya preocupación la transmitieron a Valentín para que hiciera valer su influencia. Este problema consistía en las fisuras que aparecieron en la cúpula por los empujes horizontales, mal compensados por los contrafuertes del edificio barroco. La solución que propuso fue absorber estos empujes con los cuatro tirantes de acero anclados a las bases de las pechinas, que actualmente pueden verse desde el interior. Durante esta u otras estancias en Huesca tal vez visitaría a sus compañeros de la Jefatura de Obras Públicas, cuyo aspecto no diferiría mucho del de la foto adjunta de 1886. Contemplándola detenidamente daba la impresión de que algunos iban a hacer mediciones topográficas con levita y chistera.

En 1881 es nombrado Inspector General Facultativo de Construcciones Civiles, máximo nivel del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Ministerio de Fomento.

En 1889 se inaugura el bello edificio de la anterior Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la calle Alfonso XII de Madrid, proyectado y dirigido por Mariano

Carderera como Arquitecto, lo que facilitó notablemente la mejora de la enseñanza de esta carrera. El curso 1889-1890 fue el primero que se impartió en él. Anteriormente la Escuela estuvo instalada en un viejo e insalubre caserón de la calle del Turco, hoy de Prim.

Con José Echegaray y Alfredo Mendizábal fue nombrado en 1900 delegado del Gobierno español para asistir al Congreso Internacional de Ferrocarriles, que se celebró en París a la vez que la Exposición Universal. A su regreso escribieron los tres una interesante memoria en la Revista de Obras Públicas.

En 1908 es nombrado director de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, cargo que ejercería hasta su jubilación en 1913.

El 12 de septiembre de 1916 fallece en Villagarcía de Arosa, después de 46 años dedicados con fecundidad al ejercicio, enseñanza y divulgación de la técnica.

Obras y publicaciones

Destaca Mariano Carderera Ponzán como ingeniero por las magníficas obras que realizó, acudiendo a la innovación de procedimientos y materiales. Destaca también como arquitecto por la belleza de los edificios que construyó, utilizando para ello magistralmente los estilos neoclásico, ecléctico o modernista.

Pero su actividad más importante fue dar a conocer la técnica más avanzada que había en aquella época, tanto en el

campo de la ingeniería civil como en el de la arquitectura, a lo que dedicó toda su vida profesional. Para ello se valió sobre todo de su cátedra de Arquitectura y Dibujo y de la revista Anales de la Construcción y de la Industria. También escribió algunos artículos de contenido técnico en la Revista de Obras Públicas. En sus artículos, Carderera defiende los estilos clásico y barroco pero también defiende y utiliza los que estaban de moda: el ecléctico y el modernista.

Su preocupación por la enseñanza y difusión de los conocimientos la llevaba en los genes por su padre, Mariano Carderera Potó, famoso pedagogo que con sus publicaciones contribuyó enormemente a la mejora de los sistemas de enseñanza en España.

Como arquitecto fueron muchas las obras que proyectó y dirigió, entre otras las siguientes:

- Casa-palacio de Carderera en Huesca, de estilo ecléctico. Lo más característico era el ángulo del edificio con un mirador acristalado de hierro forjado en la planta principal, rematado con una cúpula abulvada de influencia oriental.

- Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la calle Alfonso XII de Madrid, bello edificio de estilo neoclásico. Destaca el frente central de la fachada principal con columnas y pilastras, rematado por una cartela con el relieve del escudo de Obras Públicas.

- Fachada este del Casón del Buen Retiro de Madrid, magnífico conjunto de estilo neoclásico. El edificio fue construido en 1637 como salón de baile del Palacio del Buen Retiro pero sufrió graves daños durante la Guerra de la Independencia. Actualmente, es una dependencia del Museo del Prado. La fachada presenta un frente con tres entradas de arcos de medio punto y en la planta principal una galería con columnas de estilo jónico.

Como ingeniero, realizó entre otras las siguientes obras:

- Ferrocarril de Zafra a Huelva.
- Ferrocarril de Madrid a Burgos, una sección.
- Ferrocarril de Valsequillo a Puente el Arco.
- Viaducto del F. C. de Redondela, de tres vanos de 50-60-50 m, de celosía recta metálica. Este material con esta tipología



Casa-palacio Carderera. Huesca. Principios del siglo XX



Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid



Fachada este del Casón del Buen Retiro. Madrid



Viaducto de Redondela de celosía metálica

de construcción de estructuras era lo que entonces estaba en boga, el uso del hormigón armado vendría poco tiempo después. Sin duda su notable luz y su gran altura de pilas debieron impresionar en aquella época.

En la revista *Los Anales de la Construcción y de la Industria* escribió interesantes artículos relacionados con temas arquitectónicos, como:

- ‘Diccionario general de Arquitectura e Ingeniería’, de Pe-layo Clairac.
- ‘Guía de Madrid, manual del madrileño y forastero’, de A. Fernández de los Ríos.
- ‘El Arte en el Teatro y las Bellas Artes’, de José Manjarrés.

También escribió artículos que son reseñas críticas y detalladas sobre obras importantes de ingeniería y arquitectura, y dan a conocer las más recientes de entonces, entre las que cabe destacar las siguientes, cuyo comentario está extraído de la publicación ‘La Crítica de la Arquitectura y de la Ingeniería entre 1876 y 1890’, M. Carderera, J. A. Rebolledo, E. M^a Repullés, E. Saavedra y ‘Los Anales de la Construcción y de la Industria’ de Inmaculada Aguilar Civera, de la Universidad de Valencia.

- Puente de hierro sobre el río Alcanadre en Ontiñena, de Joaquín Pano, entonces ingeniero jefe de Obras Públicas de Huesca. En el artículo valora la elección de viga recta de celosía y su minucioso cálculo. Curiosamente, este puente está actualmente en servicio pero tiene un uso marginal, porque se construyó para la carretera de Sena a Bujaraloz, cuyas obras se interrumpieron por falta de consignación presupuestaria al otro lado del puente, y nunca fueron reanudadas.

- Reconstrucción del puente de Fuentidueña, de Rafael Monares. También de viga de celosía, de la que hace un favorable comentario.

- Abastecimiento de aguas potables a Logroño, de Amós Salvador. Reseña con todo detalle este proyecto.

- Herrería de N^a S^a del Remedio en Barcelona, de Carlos Cardenal, clasificada como arquitectura industrial. En pocas líneas, nos da una cabal información: “De sencilla decoración ofrecen sin embargo agradable aspecto, gracias a la acertada combinación que del ladrillo y la mampostería con que están contruidos ha sabido sacarse para decorarlos. En este artículo expone los conceptos básicos de esta arquitectura: racionalidad, funcionalidad y severidad en la decoración, que en absoluto van en detrimento de la belleza del edificio

- Estaciones del Ferrocarril del Tajo, de Fernando Torrente. También de arquitectura industrial, vierte los mismos conceptos de la herrería. Llega claramente a definir un modelo tipo de estación, tanto en su distribución como en su composición y materiales de construcción.

- Barracas y casetas para la huerta de Murcia. La relación entre costumbres y climatología del lugar es una de las premisas de este artículo.

- Templo Parroquial de Hortaleza en Madrid, de E. M. Repullés y Vargas. Hace una clara alabanza de la obra resaltando la sencillez de la estructura, la composición racional y severa, su concepto volumétrico y la elección del estilo empleado, el mudéjar. Critica duramente la destrucción a que ha sido sometida la arquitectura barroca, tema que sorprende cuando este estilo ya no constituía foco de atención ni punto de polémica.

- Restauración del palacio barroco del duque de Santoña en Madrid. Insiste aquí en la apología del barroco.

Familia Carderera

Con el objeto de encontrar el parentesco entre Mariano Carderera Ponzán y el resto de los familiares más ilustres de la saga relacionados con él, se ha confeccionado el árbol genealógico con el tronco común y las ramas que de alguna manera le afectan. El tronco es el matrimonio de Manuel Carderera Areli y Felipa Lasús Lasús, que contrajeron en 1770, ambos nacidos en Huesca, parroquia de la Catedral. Este matrimonio tuvo dos hijos.

Un hijo fue Lorenzo, que casó con Mariana Solano Amad, ambos nacidos en Huesca, padres de Valentín (1796-1880), el más conocido de la familia Carderera. Este fue un ilustre pintor de magníficas obras impregnadas de romanticismo, período en que le tocó desarrollar su intensa actividad artística. Destacó, sobre todo, en el género del retrato, entre los que mencionaré el de Mariano Carderera Potó, sobrino segundo suyo y padre de Mariano Carderera Ponzán. Valentín obtuvo el reconocimiento de ser nombrado pintor de cámara de la reina Isabel II. Fue además arqueólogo, historiador, coleccionista y fundador del Museo Arqueológico de Huesca, al que cedió parte de su propia colección. También fue miembro de las Reales Academias de San Fernando y de la Historia. No tuvo descendencia ni contrajo matrimonio. Durante sus estancias en Huesca en los últimos años de su vida, bien pudo frecuentar la casa-palacio de su sobrino nieto segundo, Joaquín.



Retrato de Valentín Carderera Solano. Madrazo.
Museo Histórico de Huesca

Otro hijo fue Mariano, que casó con Rosa Escario Pejón, ambos nacidos en Huesca, padres de Vicente, también nacido en Huesca, que casó con Gracia Potó, nacida en Pomar de Cinca

De este matrimonio nació Mariano Carderera Potó (Huesca 1815-Madrid 1893). Fue un ilustre pedagogo que contribuyó a la mejora de la enseñanza en España. Es autor de numerosas e importantes obras relacionadas con esta materia, entre ellas Principios de Educación y Métodos de Enseñanza. Ocupó cargos públicos de primer orden, como Secretario de Instrucción Pública. Casó con Francisca Ponzán Almudévar, de Huesca, y de este matrimonio nació Mariano (Huesca, 1846-Villagarcía de Arosa, 1916), el personaje homenajeado.

Otro hijo de Vicente y Gracia fue Joaquín Carderera Potó (*Huesca 1835), banquero, para quien su sobrino Mariano construyó la casa-palacio Carderera. Casó en 1878 con Rafaela Almudévar Vallés, nacida en Siétamo en 1852, en la casa solariega paterna, siendo su madre procedente de Castilsabas. El retrato, que decoraba la casa, transmite la dignidad, belleza y elegancia de esta dama.

El segundo hijo de Mariano Carderera Potó fue Eduardo Carderera Ponzán (+1922) que casó con su prima hermana Pilar Carderera Almudévar, hija de Joaquín y Rafaela.



Retrato de Mariano Carderera Potó. Valentín Carderera

El otro hijo de Joaquín y Rafaela fue Joaquín, abogado, que en 1915 contrajo matrimonio con Pilar Ara Bescós, de conocida familia de Huesca y Jaca. El Heraldo de Aragón del día 27 de abril de 1915 publica en Notas de Sociedad la crónica de esta boda, cuya ceremonia se celebró en Zaragoza, en el palacio Arzobispal y el banquete en el hotel Continental: "Pertenecientes los dos a acaudaladas (sic) y distinguidas familias oscenses... Fueron padrinos de su boda la bella y elegante dama D^a María del Pilar Bescós Almudévar, madre de la desposada y don Eduardo Carderera, hermano político del novio ". Incluye la crónica una numerosa lista de los asistentes a la boda, con la relación de los regalos, todos valiosos; que cada uno dio, eran en su mayoría de Huesca y Zaragoza, muchos conocidos por las generaciones actuales más veteranas. En viaje de luna de miel fueron a Andalucía, piénsese que había estallado la Primera Guerra Mundial y no se podía salir al extranjero.

No me consta que este último matrimonio tuviera descendencia, pero sí Eduardo y Pilar, que tuvieron a Fernando Carderera Carderera, que casó con María Luisa Soler Jordán, padres de Fernando Carderera Soler, actual Embajador de España en Israel.

Mariano Carderera Ponzán casó con Matilde Fernández Bellamy, de quienes nació Mariana (+Madrid 1966). Mariana casó con José Sicardo Jiménez de Córdova, de quienes nació María Isabel (Madrid 1922-Madrid 2008). Casada esta con Carlos Colón Rodríguez, tuvieron cuatro hijos: María Giovanna, Janise, Mahoney y Carlos. Aunque no me consta, parece que todos ellos residen en el extranjero.

No he encontrado entre los antecedentes relación de parentesco alguna entre Mariano Carderera Riva, alcalde de Huesca, asesinado en los primeros días de la Guerra Civil de 1936, y la familia Carderera de este artículo. Pudieron tener algún parentesco lejano.

Mi amigo Ignacio Almudévar Zamora, articulista asiduo del Diario del Altoaragón entre otros medios, ha publicado anécdotas y otros hechos de los habitantes de Casa Carderera de los que ha sido testigo, pues su abuelo Manuel era hermano de Rafaela Almudévar Vallés. Dice sobre Pilar Carderera: "Yo no me acuerdo de aquellos ratos que mi padre pasaba en la casa-palacio, pero sí que revivo en mí los ratos que, acompañando a mi tía Luisa, hermana de mi padre, entraba en la casa de mi tía, dueña de casa Carderera, Pilar Carderera Almudévar, y escuchaba las conver-



Retrato de Rafaela Almudévar Vallés

saciones que entre sí mantenían la tía Pilar con su prima, mi tía Luisa. Yo escuchaba pero no hablaba, quizá por el aspecto señorial de Doña Pilar Carderera Almudévar. Me fijaba en ella y no le perdía el respeto, pero en lugar de habar me fijaba en su figura señorial antigua. A mí me parecía una reina inglesa, con su pecho y espalda, que cubría su tórax con un pequeño manto y desde la cintura hacia abajo, con sus faldas anchas que le llegaban hasta el suelo. Su cuello estaba protegido por un tejido trazado con hilos blancos, que debían ser de seda, y su cabeza peinada como una



Cabezas escultóricas



Coche descapotable

gran dama”. En otro párrafo de la misma publicación dice: “Siendo yo Diputado Provincial, cuando los Carderera cerraron su casa, templo del arte, regalaron a la Diputación Provincial varias obras del citado arte, entre ellas dos cabezas escultóricas con unos rasgos que hacen recordar la escultura clásica. Se colocaron en la Biblioteca de la Diputación, que se encuentra frente al Parque de Huesca”.

Ignacio publicó también la foto del coche descapotable en la puerta de la casa patriarcal de Siétamo, que llevó a la familia Carderera a celebrar el santo de su abuelo Manuel Almudévar Vallés el día 1 de enero de 1926. Aparece la dueña del coche Pilar Carderera Almudévar, prima hermana y cuñada del homenajeado, de pie en el centro de la puerta y mirando al espectador.

Indudablemente, Mariano Carderera Ponzán, personaje central de este artículo, tuvo siempre estrecha relación con su hermano Eduardo, el último testimonio de ello fue la esquila de su fallecimiento, el 12 de septiembre de 1916, que apareció en el Diario de Huesca tres días después. La relación de la familia del duelo dice: “Su desconsolado hermano don Eduardo, hermana política doña María del Pilar Carderera, sobrina doña Dolores Pasia, sobrino político don Francisco Amunátegui, primos don Vicente, don Joaquín, doña Gracia Carderera y don Ángel Miranda, sobrinos, primos políticos y demás parientes”. Obsérvese que no cita a nadie de su familia de primer grado. No tengo

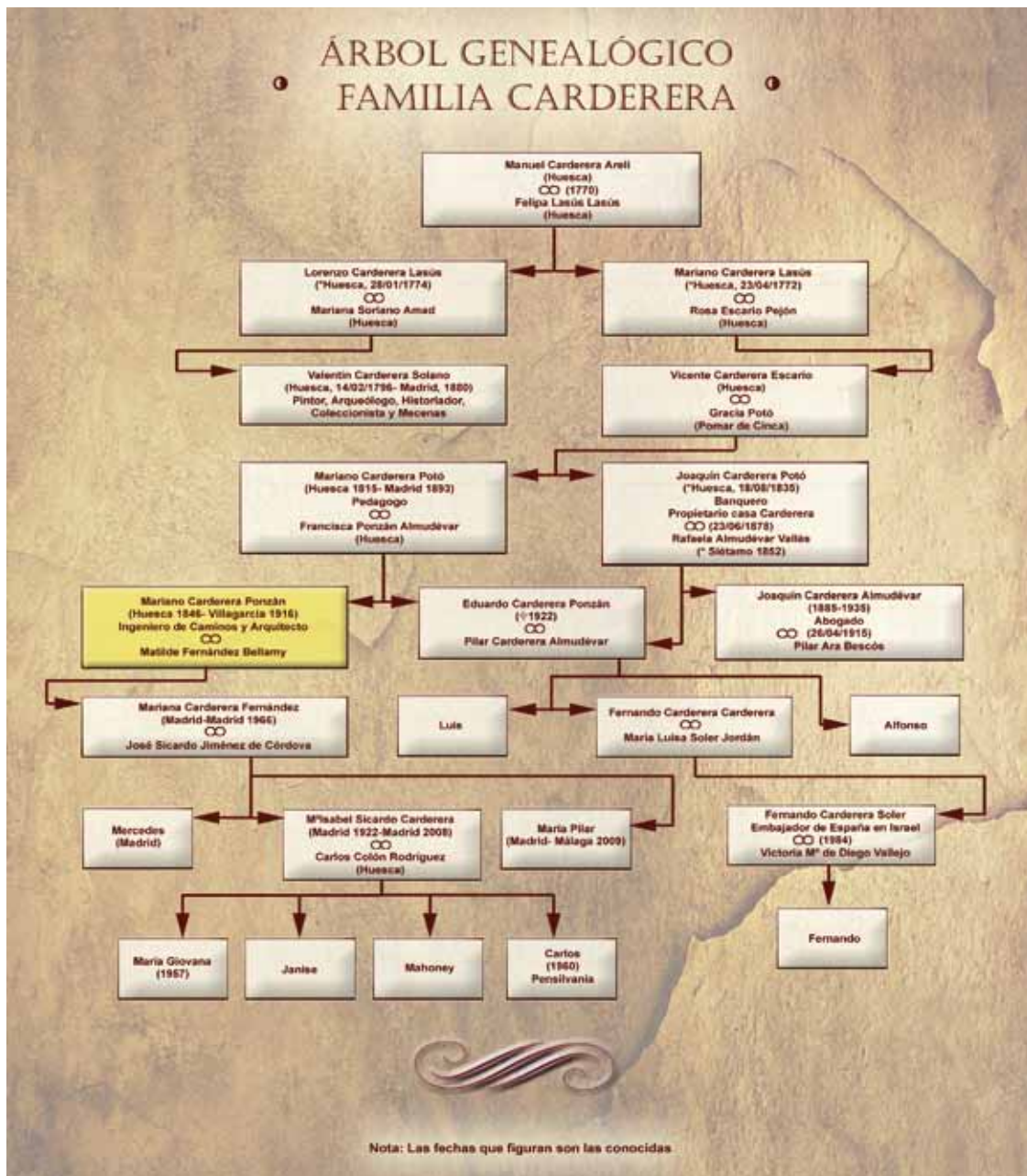
constancia de que entonces viviera su esposa Matilde, pero sí vivía su hija Mariana. Puede deberse a desavenencias de éstos con Eduardo o con el mismo Mariano, lo contrario de lo que ocurría entre los dos hermanos.

En el cementerio de Huesca está el artístico panteón familiar de los Carderera, de estilo neogótico. En él están los sepulcros grabados en piedra de Joaquín Carderera Potó y Rafaela Almudévar, y de Eduardo Carderera Ponzán y Pilar Carderera Almudévar, las dos primeras generaciones de dueños de Casa Carderera.



Esquila del fallecimiento de Mariano Carderera Ponzán

Los últimos habitantes fijos de la casa-palacio fueron José Cuello y su esposa Antonia, que residieron allí como cuidadores del edificio, pues los Carderera residían en Madrid aunque venían a pasar temporadas a Huesca, José era además violinista, profesor de música de la Residencia Provincial de Niños. **ROP**



Pacific Highway, Australia.

Más de 100 años
comprometidos
con el crecimiento
y el **progreso**



OHL

La fuerza de un gran grupo internacional
de concesiones y construcción

www.ohl.es

Una nueva Ley de Carreteras en Portugal



Luís Miguel Pereira Farinha

Abogado, Infraestructuras de Portugal, SA

Resumen

El Parlamento portugués aprobó hace poco una nueva Ley de Carreteras de la Red Vial Nacional. La anterior ley, publicada en 1949, ya se mostraba inadaptada al tiempo presente.

La Ley ahora aprobada tiene por objeto el régimen de protección de las carreteras y de su entorno, así como el régimen aplicable a los bienes incluidos en el dominio público vial. Se aumenta el rango de uso de los bienes que forman parte del dominio público, y se presentan soluciones a algunos problemas que no estaban adecuadamente regulados en la legislación revocada.

Palabras clave

Ley de Carreteras, legislación vial, Portugal, dominio público

Abstract

The Portuguese Parliament recently passed a new National Road Network Act, replacing the earlier Act of 1949 that was clearly unsuited to modern times.

The new Act introduces a system of protection for roads and their environs, as well as a regime applicable to the property built within the public road domain. The law increases the range of use of property on public land or within the public domain and presents solutions that were not suitably covered by earlier legislation.

Keywords

Road Act, road legislation, Portugal, public domain

Introducción

La legislación portuguesa relativa a carreteras ha presentado históricamente tres diplomas que suelen considerarse los más importantes: el plan vial, la ley relativa a la autoridad vial y la Ley de Carreteras¹.

El plan vial indica los puntos del territorio conectados por carreteras integradas en la red vial nacional y las categorías de estas carreteras. La ley que crea la entidad con funciones de autoridad vial nacional establece sus atribuciones, las competencias de sus órganos y los poderes que el Estado le confiere para desempeñar sus funciones. La Ley de Carreteras establece el régimen de protección de la carretera y las condiciones en que los interesados pueden hacer uso privado del dominio público.

A estas leyes deben añadirse los contratos de concesión firmados con los distintos concesionarios, especialmente el contrato con la empresa pública Infraestructuras de Portugal, S.A., que es la concesionaria general de la red vial nacional y que actualmente cuenta con 13.664 km de carreteras bajo su jurisdicción directa además de 1.589 km subconcesionados².

Las indicadas leyes, que encarnan las líneas estratégicas de acción sectorial del Estado, tienden a presentar largos períodos de validez y a producir marcas duraderas en el territorio.

La ley revocada

La Ley de Carreteras en vigor hasta hace poco se había publicado en 1949³, siguiendo el Plan Vial de 1945⁴ y la reorganización, también de 1945, de la Junta Autónoma das Estradas, la dependencia del Estado entonces encargada de la planificación, construcción, conservación y explotación de carreteras⁵. Una tan larga vigencia de la anterior Ley de Carreteras estaba a crear dificultades en su aplicación cotidiana por dos motivos: sus normas no establecían reglas aplicables a nuevas situaciones que necesitaban reglamentación y su compatibilidad con la demás legislación, mucho más reciente, ni siempre se mostraba fácil. Así, el 27 de abril de 2015 se publicó la nueva Ley de Carreteras de la Red Vial Nacional, que entró en vigor noventa días después, ese 26 de julio⁶.

La anterior ley ha sufrido cambios significativos como se puede comprobar por todos los diplomas ahora expresamente revocados. Por su importancia, hay que mencionar, en particular, los



cambios introducidos en la Ley de 1949 en momentos distintos: en 1971⁷, en 1972⁸ y en 1994⁹, en lo que respecta a la protección de la red de carreteras y a la concesión de licencias; así como en 2008, con la creación de un régimen especial de protección de la carretera nacional número 125¹⁰. También ha sido importante la ley que tenía como objeto la publicidad, en el año 1998¹¹, así como en 1982 y en 2004¹², las actualizaciones del importe de las tasas a pagar por el uso privado del dominio público. Aparte de estos cambios, hay otros momentos importantes de evolución de este régimen jurídico, en particular cuando se establecerán normas aplicables a las infraestructuras para instalación de cables de telecomunicaciones, se introducirán las auditorías de seguridad vial¹³ y, el año pasado, el nuevo régimen aplicable a las estaciones de servicio¹⁴.

La evolución verificada

La red de carreteras mejorada o construida desde los años 80 hasta el final de la primera década de este siglo, en virtud de los planes viales de 1985¹⁵ y de 1998¹⁶, la evolución que se ha verificado en los aglomerados urbanos, los cambios económicos y sociales, la importancia que han adquirido la protección del medio ambiente y la seguridad vial, justifican la publicación de esta nueva ley.

Sin embargo, deben añadirse a tales cambios otros recientemente verificados en la organización del Estado, a saber: la creación de una nueva autoridad reguladora (Autoridad de Movilidad y Transportes¹⁷) y de una entidad responsable de la aprobación de los reglamentos y normas técnicas (Instituto de Movilidad y Transportes¹⁸).

A estos cambios, hay aún que sumar la fusión de las dos empresas estatales responsables de la infraestructura de transporte terrestre: el ferrocarril (Refer –Red Nacional de Ferrocarriles,

EPE–) y la carretera (EP –Estradas de Portugal, SA–), que dio lugar a la nueva empresa Infraestructuras de Portugal, S.A.¹⁹. El legislador portugués ha creado un modelo nuevo que no tiene tradición en la ley portuguesa y que es consecuencia de lo expuesto por el Gobierno en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, el PETI 3+²⁰.

La nueva ley

La Ley de Carreteras ahora adoptada fue el objeto de un proyecto de ley presentado por el Gobierno al Parlamento, que ha sido formalmente adoptado por medio de una nueva ley. La Ley 34/2015 es constituida por dos partes: la ley preámbulo que aprueba la Ley de Carreteras, que establece disposiciones transitorias, y su anexo, nombrado como Ley de Carreteras²¹, constituido por setenta artículos, que contiene el régimen jurídico aplicable a las carreteras incluidas en la red vial nacional. La parte dispositiva de la Ley de Carreteras hoc sensu se presenta dividida por cinco capítulos, a saber: disposiciones generales: red vial nacional; dominio público vial del Estado y servidumbres viales; jurisdicción, uso y defensa del dominio público vial del Estado; fiscalización y sanciones.

Esta ley se ha publicado en un momento en que el número y características de las carreteras ya construidas, así como el nivel de las inherentes obligaciones legalmente o contractualmente establecidas son particularmente costosas y, en consecuencia, requieren mayor atención por parte de la administración vial portuguesa con relación a sus necesidades de financiación y a sus ingresos.

La nueva ley presenta una nueva administración de carreteras necesariamente distinta de la que existía en el año de 1949, ahora con una actitud más abierta a la colaboración con otras organizaciones públicas y privadas, a saber con otras depen-

dencias del Estado con atribuciones relativas a la gestión del territorio, con municipios²² y con los agentes económicos. Se trata de una administración vial con un posicionamiento más interesado en la explotación del dominio público por terceros, de molde a garantizar, por esa vía, una parte de sus ingresos.

La nueva Ley de Carreteras atribuye a Infraestructuras de Portugal SA un lugar central en la implementación de sus normas y, para ese efecto, le confiere poderes de autoridad estatal. Estos poderes son especialmente relevantes en las tareas de licenciamiento, de supervisión y de aplicación de sanciones.

Esta ley, al igual que su predecesora, establece el marco jurídico para la protección de carreteras y terrenos vecinos, establece las normas relativas a la gestión, operación y mantenimiento de las carreteras, así como las condiciones de seguridad y de tráfico. El legislador explicó²³ que se desarrolló el nuevo marco jurídico basado en dos supuestos: la utilización pública de la infraestructura vial y el uso privado del dominio público, es decir, la afectación de carreteras a la circulación de personas, vehículos y animales y la posibilidad de uso privado de las tierras marginales a la carretera siempre que se cumplan las condiciones que establece la ley y sin perjuicio para la seguridad vial, el medio ambiente y el paisaje.

La técnica legislativa utilizada hace una distinción clara de lo que es el tema de las normas legales y reglamentarias, lo que garantiza una mayor agilidad en las futuras actualizaciones de este régimen jurídico. Sin embargo, del esfuerzo unificador y de la revocación de numerosos diplomas legales, el legislador optó por mantener en su lugar algunos, recientemente publicados, que de un punto de vista material son parte del Estatuto y que siguen manteniéndose como legislación separada, por ejemplo el régimen aplicable a las estaciones de servicio.

Novedades

El nuevo diploma optó por la creación de un conjunto de nuevos conceptos los cuales, a partir de ahora, están a disposición de todos los que trabajan en el sector vial, buscando así actualizar el léxico a través la introducción de conceptos específicamente adecuados a su régimen jurídico.

El legislador tuvo la intención de introducir una nueva relación de la administración vial con los ciudadanos, que se caracteriza por aumento recíproco de los niveles de exigencia. Eso es efectivamente una consecuencia de la evolución social, del surgimiento de una sociedad civil más intervencionista, más organizada y más interesada por la implementación de las políticas sectoriales.

Por otro lado, hubo cierta preocupación en la creación de condiciones adecuadas para que las personas tengan oportunidad de corregir situaciones de hecho que ya no más se puede seguir admitiendo, lo que es claro en los preceptos de las disposiciones transitorias. Por lo tanto, la entrada en vigor de este nuevo marco legal se acompaña de una serie de disposiciones transitorias que permiten el ajuste, en condiciones ventajosas para los interesados en diversas situaciones, por ejemplo, las relativas a las infraestructuras no viales incorrectamente instaladas en tierras marginales a las carreteras y en lo que se refiera a accesos no licenciados a propiedades privadas vecinas de las carreteras.

Las relaciones entre la administración vial y los municipios son otro aspecto de que la nueva ley se encargó mediante la creación de normas cuyo objeto es regular las situaciones en que los poderes, la actuación del gobierno central y de los gobiernos municipales (ayuntamientos) se deben conciliar. Son, por ejemplo, los casos de restauración de carreteras y construcción de variantes, para lo que han sido creadas nuevas reglas, que permiten la identificación de los tramos de carreteras que están bajo la jurisdicción de cada entidad y la fecha en que la jurisdicción de cada parte empieza y termina. En este contexto, hay también que mencionar la figura de los acuerdos de gestión, ya existente en la anterior ley, cuyo ámbito de aplicación se muestra ahora aplicable no solo a las carreteras que cruzan las cabeceras municipales, sino también a otros centros de población. Las competencias en materia de concesión de licencias de publicidad constituyen otro aspecto importante en lo que el régimen ha evolucionado, habiendo establecido que la emisión de la licencia es una atribución del Ayuntamiento, aunque sujeta a la aprobación previa de la administración vial en los casos en que la publicidad sea visible a partir de las carreteras de la red bajo la jurisdicción de la misma administración vial.

La nueva ley reglamenta nuevas situaciones de la vida social que no eran objeto de la ley anterior, o cuya disciplina estaba establecida en una legislación separada. Fueron creadas normas que han aumentado las posibilidades de uso de los bienes integrados en el dominio público vial, que apoyan las nuevas formas de utilización y de explotación de estos bienes y obtención de ingresos por la administración vial. En el primer caso, se puede dar como ejemplo las antenas de telecomunicaciones y, en el segundo, el canal que alberga las redes de comunicaciones electrónicas necesarias para el funcionamiento de la carretera y cuya capacidad en exceso se pone a disposición de los interesados.

El régimen de los bienes que forman del dominio público vial del Estado aparece en la nueva ley de forma sintetizada y sistematizada. Se establece ex novo la obligación de descripción de los bienes adquiridos en el registro de la propiedad por parte de la administración vial, lo que aumenta la seguridad del comercio legal. En este sentido, ha sido intención del legislador hacer más fácil no solo la identificación de los bienes que forman parte del dominio público vial y también su comprobación.

La aplicación de las nuevas normas revelará las exigencias resultantes de las necesidades de protección de carreteras y también hará que sea posible una más amplia explotación de los activos incluidos en el dominio público por los interesados, siempre que compatible con el uso normal de la carretera, el tráfico y la seguridad vial.

La protección de la carretera se realiza mediante la técnica habitual, a través de normas que establecen prohibiciones absolutas y relativas, así como obligaciones en la esfera jurídica de los terratenientes vecinos de la carretera, todo ello “enmarcado” por un régimen fiscal y un régimen de sanciones adecuados a garantizar una justa composición de los intereses económicos y de protección de la carretera y de sus utilizadores. En algunos casos, con la presente ley, las reglas sufrieron una cierta flexibilización, particularmente con respecto a las áreas de la construcción non aedificandi.

Por otra parte, hay que señalar un régimen sancionatorio más grave, en consecuencia de un aumento de los casos en que se aplican sanciones por infracciones administrativas y también del aumento en el valor de las multas. Los poderes de autoridad pública en que la administración vial está dotada para ejercer sus funciones de protección de la carretera y para garantizar que cesan de inmediato los comportamientos, las obras y las actividades ilegales se mantiene en condiciones similares a las que ya estaban establecidas en la anterior Ley de Carreteras.

Ahora hay que verificar cómo se materializará la aplicación de las distintas disposiciones de la nueva ley, en función de los reglamentos y normas técnicas complementarias, aún no públicas. Importará también conocer la interpretación de la ley y las prácticas adoptadas por los departamentos y agencias del Estado involucradas, así como, un poco más tarde, acompañar la jurisprudencia que los tribunales han de empezar a producir. **ROP**

Notas

- (1) Estatuto das Estradas da Rede Rodoviária Nacional, en portugués.
- (2) <http://www.estradasdeportugal.pt/rede/rodoviaria>, consultado en 3/8/2015.
- (3) Ley n.º 2037, de 19 de agosto de 1949.
- (4) Decreto-Ley n.º 34593, de 11 de mayo de 1945.
- (5) Decreto-Ley n.º 35434, de 31 diciembre 1945.
- (6) Ley n.º 34/2015, del 27 de abril.
- (7) Decreto-Ley n.º 13/71, de 23 de enero.
- (8) Decreto-Ley n.º 219/72, de 27 de junio.
- (9) Decreto-Ley n.º 13/94, de 15 de enero.
- (10) Decreto-Ley n.º 83/2008, de 20 de mayo.
- (11) Decreto-Ley n.º 105/98, de 24 de abril.
- (12) Decreto-Ley n.º 25/2004, de 24 de enero.
- (13) Decreto-Ley n.º 138/2010, de 21 de diciembre e Ley n.º 49/2014, de 11 de agosto, que sigue vigor.
- (14) Decreto-Ley n.º 87/2014, de 29 de mayo, que sigue en vigor.
- (15) Decreto-Ley n.º 380/85, de 26 de setiembre.
- (16) Plan actual, aprobado por el Decreto-Ley n.º 222/98, de 17 de julio.
- (17) Decreto-Ley n.º 78/2014, de 14 de mayo.
- (18) Decreto-Ley n.º 77/2014, de 14 de mayo.
- (19) Decreto-Ley n.º 91/2015, de 29 de mayo.
- (20) <http://www.portugal.gov.pt/pt/os-temas/peti3mais/peti3mais.aspx>, consultado en 24 de agosto de 2015 y Resolución del Consejo de Ministros n.º 61-A/2015, de 20 de agosto.
- (21) Vide nota 1.
- (22) En Portugal hay carreteras que están bajo la jurisdicción de las Administraciones Autónomas de Azores y de Madeira, así como bajo la jurisdicción de los municipios, en número de 308.
- (23) Cfr. la exposición de motivos que el Gobierno ha enviado al Parlamento.

España y la red de alta velocidad en Estados Unidos



Luis Fort López-Tello

Doctor ingeniero de Caminos y doctor ingeniero Agrónomo.

Jubilado de los Cuerpos de Ingenieros de Caminos del Estado y de Profesores Titulares de Universidad



Carmen Fort Santa-María

Doctora ingeniera de Caminos y Máster en Infraestructuras.

Jefa de proyectos de la División de Infraestructura del Transporte. Eptisa

Resumen

Este artículo es un resumen de la comunicación presentada por los autores en el I Congreso Internacional de Ingeniería Civil celebrado en el Colegio de Ingenieros de Caminos de Madrid los días 2 y 3 de marzo de 2016, bajo el lema 'Caminos que unen el mundo' y que suponía la ocasión para plantear las perspectivas mundiales en el desarrollo de infraestructuras. Dicha comunicación está basada en el posicionamiento de España como referente mundial en el campo de la Alta Velocidad Ferroviaria, de forma que pueda servir de punto inicial para una posible colaboración coordinada entre los gobiernos de España y de los Estados Unidos que articule la participación del sector empresarial español en el desarrollo del Plan de Infraestructura Ferroviaria de Alta Velocidad de Estados Unidos, lanzado en su primera fase por el presidente Obama.

El desarrollo de este plan requiere la ejecución en 20 años de más de 27.000 km de nuevas líneas de ferrocarril para 350 km/h, con una estimación inicial de inversión de 600.000 M\$, lo que supone el mayor trabajo de ingeniería y construcción del mundo en los próximos años. En anteproyectos registrados en el CICCOP de Madrid por los autores de este artículo, se han prediseñado ya una gran parte de estas líneas. Entre ellas, p.ej., la HSRL Rocky Mountains (Salt Lake City-Denver), con doce túneles largos o la HSRL Crossing Bay (San Francisco-Sacramento), con dos puentes colgantes múltiples de 11,28 km de longitud total y vanos centrales de 800 m.

Palabras clave

Alta Velocidad Ferroviaria, capacidad tecnológica española, planteamiento, Estados Unidos, USHSRS

Abstract

This article is a summary of the paper presented by the authors in the I International Congress of Civil Engineering held in Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, March, 2 & 3, under motto 'Routes joining the world' and that supposes the occasion to establish the world wide perspectives in the infrastructure development. This Paper is based in the standing of Spain as world referent in the scope of the High-Speed Railway, so that can serve as initial point for a possible collaboration coordinated between the governments of Spain and USA, that articulates the participation of Spanish managerial Sector in the development of the Railway Infrastructure Plan of USA High-Speed, launched in its first phase for the president Obama.

The development of this Plan, requiring the execution during twenty years of new Rail Lines (about 18.000 mile) for 350 km/h, with an initial estimate of investment over 600 B\$, representing the greatest engineering project and construction plan in the coming years. The preliminary designs registered in Madrid CICCOP by the authors, included a great part of these rail lines. Among them, the 'Rocky Mountains HSRL' (Salt Lake City-Denver), with six 'long tunnels', or the 'crossing Bay HSRLH (San Francisco-Sacramento), with two 'multiple Suspension Bridges' of 11,28 km. total length and central spans of 800 m.

Keywords

High-Speed Railway, Spanish technologic capacity, Planning, United States, USHSRS

1. Introducción

Se presenta esta comunicación, basada en el posicionamiento de España como referente mundial en el campo de la Alta Velocidad Ferroviaria [13], para que pueda servir de punto inicial para una posible colaboración coordinada entre los gobiernos de España y de los Estados Unidos

que articule la participación del sector empresarial español en los concursos convocados por las administraciones estatales y federales estadounidenses [10].

Esta idea tiene su origen en el lanzamiento por el presidente Obama de la primera fase del Plan de Infraes-

estructura Ferroviaria de Alta Velocidad de Estados Unidos presentado por la US High Speed Rail Association [18]. Este plan nacional requiere la ejecución de una red de más de 29.000 km, con un plazo de veinte años con etapas quinquenales y con una estimación inicial de inversión, hecha por los autores de esta comunicación, de más de 667.000 M\$.

Por una parte la experiencia y alta capacidad tecnológica española en el campo de la alta velocidad ferroviaria (segundo país, después de China) en extensión de su red nacional y con singularidades de trazado en sus líneas, que han requerido la ejecución de túneles largos para atravesar cadenas montañosas importantes [15] y tratamientos de mejora y consolidación de terrenos en zonas de marismas con riesgos sísmicos [14 y 16] y por otra, su pasado histórico, con presencia española destacada especialmente en los siglos XVI a XVIII, durante los que, alentados por la Corona española se abrieron los primeros caminos “Historic Spanish Trails” [10 y 11], que contribuyeron a la formación y desarrollo de la gran nación que hoy es Estados Unidos, hacen a nuestro juicio, muy interesante una posible colaboración coordinada de Ingeniería Civil entre ambos países.

Como idea inicial, se hace en primer lugar un posible planteamiento de esta colaboración de forma general. A continuación para que pueda servir de ayuda al desarrollo del mismo, se describe un planteamiento, basado en los estudios de los autores de la comunicación, con objeto de cuantificar y articular las fases de planificación, programación y presupuesto que como en todo proyecto de gran infraestructura corresponde a la/s Administración/es que deba/n gestionarla, en este caso la USHSRA (United States High Speed Railway Administration) desde el Departamento Federal de Transportes de EE. UU.

2. Planteamiento

En una primera propuesta para el desarrollo de la red de alta velocidad en EE. UU. (USHSRS) [1], los autores de esta comunicación proponen llevarla a cabo desde diez grandes Polos de actuación (figura 1).

Los cien trayectos que constituyen las cuatro etapas de desarrollo del plan supone como media una inversión de 3.300 M\$/año desde cada polo de actuación, durante 20 años. Podría plantearse la constitución de un mínimo de diez agrupaciones empresariales formadas cada una, por

al menos, una constructora española y una americana (gerente), unidas en *joint venture*, a cuyos consorcios se podrían incorporar, como mínimo, una ingeniería española y otra americana. Estas agrupaciones se presentarían a los cientos de concursos de proyecto y construcción de cada una de las cien líneas, fraccionados en las secciones que consideren oportuno las administraciones ferroviarias correspondientes. Naturalmente la constitución nominativa de estas *joint ventures* podrá ser, manteniendo la estructura de ellos antes definida, variable de unos concursos a otros.



Fig 1. HSR Work Poles Plan



Fig. 2. Proyecto Farwest

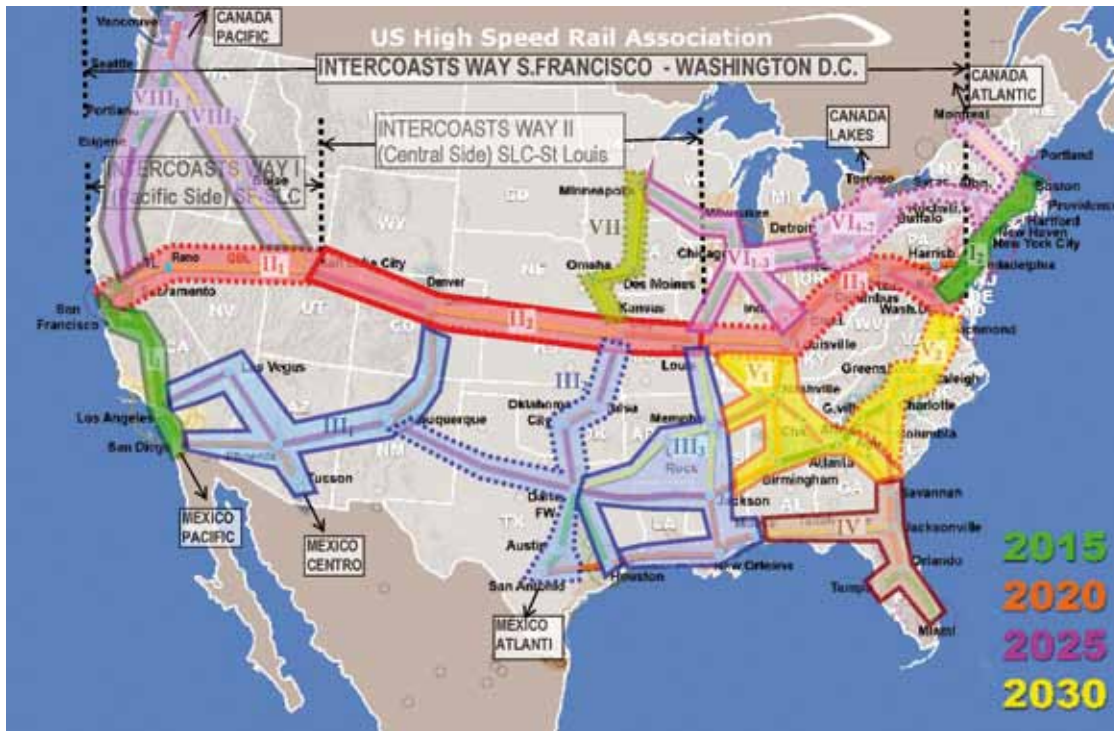


Fig. 3. Unidades Estructurales

La participación de cada socio en las *joint ventures*, se propone quede determinada en cada caso, cumpliendo un ratio total 51/49 (empresas americanas/empresas españolas), teniendo para las ingenierías un máximo del 5 % del total.

Según lo anterior las constructoras españolas que en conjunto formen parte de cada uno de estos consorcios deberían aportar una garantía financiera específica media del orden de 1.600 M\$ y las ingenierías de 85 M\$, que fijaran las Administraciones ferroviarias estadounidenses respectivas en cada petición de ofertas.

3. Planeamiento

Se consideran las siguientes Unidades Estructurales (figura 3) para desarrollo del plan:

3.1. Corredores costeros (I_1, I_2)

Los corredores de mayor rentabilidad por ratio usuario potencial/km son, según estimación de los autores, los de la costa del Pacífico: San Francisco-Los Ángeles-San Diego (776 km) con ratio $2,05 \cdot 10^4$ y de la costa del Atlántico Washington DC-New York-Boston (780 km) con ratio $2,12 \cdot 10^4$.

El corredor San Francisco-Los Angeles-San Diego forma parte de la red de alta velocidad ferroviaria de California (CHSR), habiendo puesto en marcha la autoridad ferroviaria del Estado de California, en el momento actual, los primeros concursos de alta velocidad en el Great Valley, (adjudicados algunos a constructoras españolas), desde donde se han iniciado las grandes redes de transporte (carreteras y ferrocarriles) interestatales americanas. El Proyecto Farwest [3] de los autores de esta comunicación, que desarrolla la CHSR, con igual longitud total (800 mile=1.288 km, 34.820 M\$) con programación prevista en quince años, aparece esquematizado en la figura 2. El coste anteproyectado, incluido en este proyecto, para el corredor “San Francisco-Los Ángeles-San Diego” es de 22.155 M\$.

El corredor de la costa atlántica Washington DC-New York-Boston no ha sido todavía prediseñado por los autores, pero la estimación de su coste, por ellos hecha, es de 33.400 M\$.

3.2. Trayecto intercostas (II_1, II_2, II_3)

El Trayecto intercostas San Francisco (Costa Pacífico)-Washington DC (Costa Atlántico) de la USHSRS, con más



Fig. 4. Intercoasts Way I: Pacific Side



Fig. 5. Intercoasts Way II: Central Side

de 4.000 km de recorrido, ofrece, aún formando parte de la red general del Plan de Alta Velocidad de los Estados Unidos (USHSRS), una singularidad de explotación federal de la misma, vertebrándola y permitiendo un adelanto progresivo de la comunicación entre los diferentes Estados del país, comunicando los corredores costeros Pacífico-Atlántico en quince horas, lo que teniendo en cuenta la diferencia horaria entre ambas costas y la posibilidad de aprovechar horario nocturno para los desplazamientos,

favorece un progresivo, cómodo, flexible y eficiente intercambio de relaciones entre los centros de actividad más importantes del país.

En los anteproyectos registrados en el Colegio de Ingenieros de Caminos de Madrid: Farwest, Canevar, Nevut, Utconmar e Interplains, los autores de la comunicación han prediseñado¹ entre otras, las líneas que constituyen las dos primeras partes de este trayecto Intercoasts:

Unidad estructural intercoastas	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Primera parte I. Pacific Side	Crossing Bay Alternative	San Francisco Airport-Sacramento Roseville	Proyecto Farwest	167	6.910	8 [3]			
	Tahoe Line	Sacramento Roseville-Reno/Carson City	Proyecto Canevar North Connection	205	6.806	7 [4]	1.052	27.402	15 [2]
	Great Basin Line	Reno-Salt Lake City	Proyecto Nevut	680	13.686	12 [2]			

Unidad estructural intercostas	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Segunda parte II. Central Side	Rocky Mountains Line	Salt Lake City-Denver	Proyecto Utconmar Colorado Connection	660	19.905	15 [6]			
	Old Spanish Trail Line	Denver-Topeka-Kansas City	Proyecto Interplains I Missouri Connection	896	8.825	9 [5]	1.971	33.075	15 [5]
	Missouri Line	Kansas City-Columbia/Jefferson City-St Louis	Proyecto Interplains II Mississippi Connect	415	4.345	6 [7]			

La tercera parte de este trayecto Appalachian Side, no ha sido todavía anteproyectada por los autores de la comunicación, pero sí definidas las líneas que lo forman y estimado el coste de construcción de las mismas.

Unidad estructural intercostas	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Tercera parte III. Appalachian Side	Interior Plains Line	Saint Louis-Louisville	Estimación	385	5.975	5 [1]			
	Ohio River Line	Louisville-Cincinnati-Columbus	Estimación	335	7.435	10 [1]			
	North Appalachian Watershed Line	Columbus-Pittsburgh	Estimación	230	5.030	5 [1]	1.230	30.120	15 [1]
	Trans Allegheny Mountains Line	Pittsburgh-Washington D.C.	Estimación	280	11680	15 [1]			

3.3. Nueva España (III₁, III₂, III₃)

Además de las líneas incluidas en las dos primeras partes del Trayecto Intercostas, en los anteproyectos antes citados se prediseñan también una serie de líneas que conectan los territorios del Antiguo Oeste norteamericano español con la columna vertebral de la alta velocidad ferroviaria de EE. UU.,

que es el Trayecto intercostas antes referenciado. Una primera parte hasta las Montañas Rocosas [6], una segunda parte, de las Rocosas hasta el río Missouri y el golfo de México [7], prediseñadas y una tercera parte, hasta el Mississippi [8], con prediseño en ejecución en estos momentos.

Unidad estructural Nueva España	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Primera parte Nueva España I. Colorado Connection	Stockton Arch Alternative	Fresno-Sacramento Roseville	Proyecto Farwest	290	3.786	8 [3]			
	Branch to Riverside	Anaheim-Riverside	Proyecto Farwest	55	1.969	5 [3]			
	Desert Express Line	Riverside (CA)-Las Vegas (NV)	Proyecto Canevar South Connection	328	4.619	10 [6]			
	Mountains Line	Las Vegas (NV)-Phoenix (AZ)	Proyecto Canevar South Connection	435	6.001	10 [6]			
	Link Section Desert/Mountains	Riverside (CA) Phoenix (AZ)	Proyecto Canevar South Connection	43	198	2 [6]	3.231	72.220	15 [6]
	Apache Line	Phoenix (AZ)-Tucson (AZ)	Proyecto Canevar South Connection	185	2.436	4 [6]			
	Camino Real Line	Denver (CO)-Albuquerque (NM)	Proyecto Utconmar	620	13.109	15 [6]			
	Oñate & Coronado Line	Phoenix (AZ)-Albuquerque (NM)	Proyecto Utconmar	615	20.197	15 [6]			
	Rocky Mountains Line	Salt Lake City (UT) - Denver (CO)	Proyecto Utconmar	660	19.905	15 [6]			

Unidad estructural Nueva España	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Segunda parte Nueva España II. Texas Connection	Black Gold Line	Oklahoma City (OK)-Tulsa (OK)-Kansas City (MO)	Proyecto Interplains I	562	6.338	5 [7]	2.954	34.422	15 [7]
	Oil Line	Oklahoma City (OK)-Dallas Fort Worth (TX)	Proyecto Interplains I	300	3.595	5 [7]			
	East Pecos Line	Albuquerque (NM)-Dallas Fort Worth (TX)	Proyecto Interplains I	979	12.927	15 [7]			
	Camino Real Abajo Line	Dallas Fort Worth (TX)-Austin (TX)	Proyecto Interplains I	308	3.154	5 [7]			
	El Alamo Line	Austin (TX)-San Antonio (TX)	Proyecto Interplains I	112	1.147	2 [7]			
	Cotton Line	Dallas Fort Worth (TX)-Houston (TX)	Proyecto Interplains I	393	4.289	4 [7]			
	Gran Camino Español Line	San Antonio (TX)-Houston (TX)	Proyecto Interplains I	300	2.972	3 [7]			



Unidad estructural Nueva España	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Tercera parte Nueva España III. Mississippi Connection	Spanish-French Line	Saint Louis (MO)- Memphis (TN)	Proyecto Interplains II	500	7.500	10 [8]	3.402	69.490	15 [8,9]
	Mississippi River Line	Memphis (TN)- Jackson (MS)	Proyecto Interplains II	310	4.650	5 [8]			
	Mississippi Delta Line	Jackson (MS)- New Orleans (LA)	Proyecto Interplains II	295	10.325	10 [8]			
	Bauxite Line	Dallas Fort Worth (TX)- Little Rock (AR)- Memphis (TN)	Proyecto Interplains II	734	11.025	10 [8]			
	Camino Real de los Tejas Line	Dallas F W (TX)- Jackson (MS)	Proyecto Interplains II	718	10.770	10 [8]			
	Lafayette Line	Houston (TX)- New Orleans (LA)	Proyecto Gulf Coastal Plains	510	17.850	15 [9]			
	Gálvez Line	New Orleans (LA)- Mobile (AL)	Proyecto Gulf Coastal Plains	335	7.370	7 [9]			



Figura 6. Según referencia 11 (Luis Laorden)

3.4. Florida española (IV)

En esta Unidad Estructural se Incluyen las líneas de conexión de los Estados de Florida y de Georgia con el Estado de Alabama y resto de Nueva España:



Fig. 7. Fuente “Conocer el Mundo” (Tomo XII Ed.Salvat)

Unidad estructural Florida española	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Florida Española. Nueva España Connection	Yo solo. Pensacola Line	Mobile (AL)- Tallahassee (FL)	Proyecto Gulf Coastal Plains	365	8.030	7 [9]	1.480	35.320	10 [9]
	Independency Line	Tallahassee (FL)- Jacksonville (FL)	Proyecto Gulf Coastal Plains	245	4.410	5 [9]			
	Menéndez de Avilés/San Agustín Line	Jacksonville (FL)- Orlando (FL)	Proyecto Atlantic Coastal Plains	235	5.875	6 [9]			
	Narváez, Nuñez y De Soto Line	Orlando (FL)- Tampa (FL)	Proyecto Gulf Coastal Plains	140	3.080	3 [9]			
	Ponce de León Line	Orlando (FL)- Miami (FL)	Proyecto Atlantic Coastal Plains	310	9.300	10 [9]			
	Vázquez de Ayllón/Chicora Line	Jacksonville (FL)- Savannah (GA)	Proyecto Atlantic Coastal Plains	185	4.625	3 [9]			

3.5. Colonias y territorios ingleses del sudeste (V_1 , V_2)

En esta Unidad Estructural se Incluyen las líneas de conexión de los Estados del sudeste de los Estados Unidos con el Appalachian Side del Trayecto Intercostas:

Unidad estructural colonias y territorios ingleses del sudeste	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Primera parte Kentucky Connection	Mississippi Connection. Georgia Line	Atlanta (GA)- Birmingham (AL)	Futuro Proyecto Southeast	215	4.300	6 [1]	2.155	48.235	15 [1,18]
	Mississippi Connection. Alabama Line	Birmingham (AL)- Jackson (MS)	Futuro Proyecto Southeast	340	6.800	6 [1]			
	Tennessee Connection. Georgia Line	Atlanta (GA)- Chattanooga (TN)	Futuro Proyecto Southeast	175	4.375	5 [1]			
	Tennessee Connection Tennessee Line	Chattanooga (TN)-Nashville (TN)	Futuro Proyecto Southeast	165	4.125	5 [1]			
	Tennessee Connection Alabama Line	Birmingham (AL)- Nashville (TN)	Futuro Proyecto Southeast	275	6.875	5 [1]			
	Kentucky Connection Tennessee Line	Nashville (TN)- Memphis (TN)	Futuro Proyecto Southeast	310	6.820	7 [1]			
	Kentucky Connection Missouri Line	Nashville (TN)- Saint Louis (MO)	Futuro Proyecto Southeast	440	9.680	8 [1]			
	Kentucky Connection Kentucky Line	Nashville (TN)- Louisville (KY)	Futuro Proyecto Southeast	235	5.170	5 [1]			

Unidad estructural colonias y territorios ingleses del sudeste	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Segunda parte South Washington Connection	“Georgia Connection. Georgia Line”	Savannah- Augusta-Athens- Atlanta	(Futuro Proyecto Southeast)	400	8.000	7 [1]			
	“Carolina Connection. Georgia Line”	Savannah(GA)- Columbia(SC)	(Futuro Proyecto Southeast)	205	4.510	6 [1]			
	“S.Carolina Connection. Georgia Line”	Athens(GA)- Greenville(SC)	(Futuro Proyecto Southeast)	145	3.190	4 [1]			
	“Carolina Connection S.Carolina Line”	Greenville(SC)- Columbia(SC)	(Futuro Proyecto Southeast)	150	3.300	4 [1]			
	“N.Carolina Connection Columbia Line”	Columbia(SC)- Charlotte(NC)	(Futuro Proyecto Southeast)	135	2.970	3 [1]	2.155	48.235	15 [1,18]
	“N.Carolina Connection Greenville Line”	Charlotte(NC)- Greenville(SC)	(Futuro Proyecto Southeast)	130	3.900	3 [1]			
	“N.Carolina Connection N.Carolina Line”	Charlotte- Greensboro- Raleigh	(Futuro Proyecto Southeast)	235	7.050	8 [1]			
	“N.Carolina Connection Virginia Line”	Raleigh(NC)- Richmond(VA)	(Futuro Proyecto Southeast)	220	6.600	7 [1]			
	“Virginia Connection Richmond Line”	Richmond(VA)- Washington(DC)	(Futuro Proyecto Southeast)	165	4.950	6 [1]			

3.6. Colonias y territorios ingleses del nordeste (VI₁₋₃, VI₄₋₇)

En esta Unidad Estructural se Incluyen las líneas de conexión de los Estados del Nordeste de los Estados Unidos con el Appalachian Side del Trayecto Intercostas:

Unidad estructural colonias y territorios ingleses del nordeste	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Primera parte Illinois Connection	Illinois Connection. Missouri Line	Chicago (IL)- Saint Louis (MO)	Futuro Proyecto Northeast	380	10.640	11 [1]			
	Illinois Connection. Wisconsin Line	Chicago (IL)- Milwaukee (WI)	Futuro Proyecto Northeast	120	3.360	4 [1]	965	27.020	15 [1,18]
	Illinois Connection. Minnesota Line	Milwaukee (WI)- Minneapolis (MN)	Futuro Proyecto Northeast	465	13.020	15 [1]			
Segunda parte Indiana Connection	Indiana Connection. Illinois Line	Chicago (IL)- Indianápolis (IN)	Futuro Proyecto Northeast	285	7.410	8 [1]			
	Indiana Connection. Kentucky Line	Indianápolis (IN)- Louisville (KY)	Futuro Proyecto Northeast	185	4.810	5 [1]	625	16.250	15 [1,18]
	Indiana Connection. Ohio Line	Indianápolis (IN)- Cincinnati (OH)	Futuro Proyecto Northeast	155	4.030	4 [1]			

Unidad estructural colonias y territorios ingleses del nordeste	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Tercera parte Ohio Connection	Ohio Connection. Illinois Line	Chicago (IL)- Toledo (OH)	Futuro Proyecto Northeast	380	10.640	11 [1]	1.020	28.560	15 [1,18]
	Ohio Connection. Michigan Line	Toledo (OH)- Detroit (MI)	Futuro Proyecto Northeast	160	4.480	5 [1]			
	Ohio Connection. Toledo Line	Toledo (OH)- Cleveland (OH)	Futuro Proyecto Northeast	150	4.200	4 [1]			
	Ohio Connection. Cleveland Line	Cleveland (OH)- Columbus (OH)	Futuro Proyecto Northeast	170	4.760	5 [1]			
	Ohio Connection. Pennsylvania Line	Cleveland (OH)- Pittsburgh (PA)	Futuro Proyecto Northeast	160	4.480	5 [1]			
Cuarta parte Canadian Lakes Connection	Canadian Connection. Lakes Line	Detroit (MI)- Toronto (CAN)- Buffalo (NY)	Futuro Proyecto Northeast	455	12.740	15 [1]	775	21.700	15 [1,18]
	Ohio Connection. Buffalo Line	Buffalo (NY)- Cleveland (OH)	Futuro Proyecto Northeast	320	8.960	10 [1]			
Quinta parte Canadian Atlantic Connection	Canadian Connection. Montreal Line	Montreal (CAN)- Boston (MA)	Futuro Proyecto Northeast	410	14.350	15 [1]	560	19.600	15 [1,18]
	Canadian Connection. Boston Line	Boston (MA)- Portland (ME)	Futuro Proyecto Northeast	150	5.250	6 [1]			

Unidad estructural colonias y territorios ingleses del nordeste	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Sexta parte Falls Line Extension	New York Connection. Rochester Line	Buffalo (NY)- Rochester (NY)	Futuro Proyecto Northeast	75	2.250	3 [1]			
	New York Connection. Syracuse Line	Rochester (NY)- Syracuse (NY)	Futuro Proyecto Northeast	130	3.900	4 [1]			
	New York Connection. Albany Line	Syracuse (NY)- Albany (NY)	Futuro Proyecto Northeast	190	5.700	6 [1]	765	22.950	15 [1,18]
	New York Connection. Connecticut Line	Albany (NY)- Hartford (CT)	Futuro Proyecto Northeast	140	4.200	5 [1]			
	New York Connection. New York Line	Albany (NY)-New York City (NY)	Futuro Proyecto Southeast	230	6.900	9 [1]			
Séptima parte Intercoasts Pennsylvania Connection	PA Connection. Philadelphia Line	Philadelphia (PA)- Harrisburg (PA)	Futuro Proyecto Northeast	130	4.550	5 [1]			
	PA Connection. Pittsburgh Line	Harrisburg (PA)- Pittsburgh (PA)	Futuro Proyecto Southeast	290	10.150	10 [1]	420	12.600	15 [1,18]

3.7. Louisiana Front (VII)

En esta Unidad Estructural se Incluyen las líneas de conexión de los Estados del Louisiana Front, que impedía la expansión hacia el Oeste de los Estados Unidos independientes de Inglaterra, con el Central Side del Trayecto Intercostas:

Unidad estructural Louisiana Front	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
Intercosts/ Louisiana Front. North Connection	LA North Connection. Minnesota Line	Minneápolis (MN)-Des Moines (IA)	Futuro Proyecto Northeast	370	7.400	8 [1]			
	LA North Connection. Iowa Line	Des Moines (IA)-Omaha (NE)	Futuro Proyecto Northeast	190	3.800	4 [1]			
	LA North Connection. Nebraska Line	Omaha (NE)- Topeka (KS)	Futuro Proyecto Northeast	230	9.680	5 [1]			
	LA North Connection. Kansas Section	Topeka (KS)- Kansas City (MO)	Proyecto Interplains I	(tramo de 96km, incluido y presupuestado en Trayecto Intercostas "Central Side")					
							790	15.800	12 [1,18]

3.8. Condominio de Oregon (VIII, VIII₂)

En esta Unidad Estructural se incluyen las líneas de conexión de los Estados del Noroeste (Meseta de Columbia), territorios del Condominio de Oregón asignados a los Estados Unidos en la división con Gran Bretaña, con el Pacific Side del Trayecto Intercostas. **ROP**

Unidad estructural Condominio de Oregon	LÍNEAS			Longitud (km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
	NOMBRE LÍNEA	TRAYECTOS DE LA LÍNEA	PROYECTO				km	M\$	años
PRIMERA PARTE Canadian Pacific Connection	CAN Pacific Connection. Vancouver Line	Vancouver (CAN)-Seattle (WA)	Futuro Proyecto Northwest	220	5.500	6 [1]	1.210	30.250	15 [1,18]
	CAN Pacific Connection. Seattle Line	Seattle (WA)-Portland (OR)	Futuro Proyecto Northwest	220	5.500	6 [1]			
	CAN Pacific Connection. Oregon Line"	Portland (OR)-Eugene (OR)	Futuro Proyecto Northwest	180	4.500	5 [1]			
	CAN Pacific Connection. Sacramento Line	Eugene (OR)-Sacramento (CA)	Futuro Proyecto Northwest	590	14.750	15 [1]			
SEGUNDA PARTE Columbia Tableland Way	Columbia Tableland Way. Idaho Line"	Seattle (WA)-Boise (ID)	Futuro Proyecto Northwest	640	12.800	15 [1]	1.110	22.200	15 [1,18]
	Columbia Tableland Way. Utah Line"	Boise (ID)-Salt Lake City (UT)	Futuro Proyecto Northwest	470	9.400	10 [1]			

USHRS SUMMARY								
UNIDADES ESTRUCTURALES		PARTES	Longitud (Km)	Coste de Construcción (M\$)	Plazo de Construcción (años)	TOTALES		
						km	M\$	años
I	CORREDORES COSTEROS	Costa del Pacífico	776	22.155	12	1.556	55.555	15
		Costa del Atlántico	780	33.400	15			
II	TRAYECTO INTERCOSTAS	Pacific Side	1.052	27.402	15	4.253	90.597	15
		Central Side	1.971	33.075	15			
		Appalachian Side	1.230	30.120	15			
III	NUEVA ESPAÑA	Colorado Connection	3.231	72.220	15	9.587	176.132	15
		Texas Connection	2.954	34.422	15			
		Mississippi Connection	3.402	69.490	15			
IV	FLORIDA	Nueva España Connection	1.480	35.320	10	1.480	35.320	10
V	INGLESES SUDESTE	Intercostas Kentucky Connection	2.155	48.235	15	3.940	92.705	15
		Intercostas Washington South Connection	1.785	44.470	15			
VI	INGLESES NORDESTE	Intercostas Illinois Connection	965	27.020	15	5.130	148.680	15
		Intercostas Indiana Connection	625	16.250	15			
		Intercostas Ohio Connection	1.020	28.560	15			
		Canadian Lakes Connection	775	21.700	15			
		Canadian Atlantic Connection	560	19.600	15			
		Falls Line Extension	765	22.950	15			
		Intercostas Pennsylvania Connection	420	12.600	10			
VII	LOUISIANA	Intercoast Louisiana Front North Connection	790	15.800	12	790	15.800	12
VIII	COMDOMINIO DE OREGON	Canadian Pacific Connection	1.210	30.250	15	2.320	52.450	15
		Columbia Tableland Way	1.110	22.200	15			
U.S.H.S.R.S.		Plan de Alta Velocidad Ferroviaria en Estados Unidos	29.056	667.239	20	29.056	667.239	20

Notas

(1) Para dotar a estos anteproyectos de una aproximación razonable de fiabilidad en la construcción, coste, plazo y viabilidad técnica y de una homogeneidad de criterio entre las diferentes líneas, se toman como base, las tipologías y métodos constructivos que tienen el respaldo de haber sido utilizados en obras de similares características vividas por los autores en su vida profesional.

Respecto a las infraestructuras más importantes, túneles largos y grandes viaductos se ha procedido con los siguientes criterios:

- El dimensionamiento de las secciones de los túneles, derivado de las condiciones aerodinámicas de seguridad y confort, para circulación a 350 km/h, requiere adoptar para los túneles cortos (< 2 km) y para los 800 m extremos de los túneles largos, una sección de excavación de 134 m² que da una sección libre de 101 m² y para el resto del tramo central una sección de excavación de 100 m² que ofrece una sección libre de 86 m² [15].
- El concepto de seguridad como primordial requerimiento ecológico lleva al diseño de estructuras con grandes luces. Para estas grandes estructuras se ha elegido como luz mínima 100 m y según las exigencias de ubicación de las mismas, luces de 200 m, 400 m y 800 m (potencias 1, 2 y 3 del factor 2), resueltas con viaductos tipo respectivamente de tramo recto (100 m), en arco, de tablero inferior, intermedio o superior (200 m) y puentes atirantados o colgantes (400 m y 800 m).

Referencias

- [1] Fort, L. y Fort, C. (2015) "Propuesta para el desarrollo de la red de alta velocidad en EE.UU. (USHSRS)". Revista Vía Libre-Técnica/número10-Julio 2015 Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Madrid, España.
- [2] Fort, L. y Fort, C. (2015) "Red de alta velocidad de EE. UU. (USHSRS) Trayecto intercostas San Francisco-Washington D.C. (I- Pacific Side)". Revista Vía Libre-Técnica/número10-Julio 2015 Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Madrid, España.
- [3] Díaz del Río, M., Fort, L. y Fort, C. (2012-2014) "Alta Velocidad Ferroviaria en California (USA) Proyecto Farwest". Revista Ingeniería Civil nº 167, 169, 170, 172, 173 (español/inglés) CEDEX. Ministerio de Fomento. Madrid, España.
- [4] Fort, L. y Fort, C. (2015) "Viejos Caminos que inspiran los nuevos : Conexión de las redes HSR de los Estados de California, Nevada y Arizona y las antiguas rutas españolas (Anza & Old Spanish Trails)" Revista del Ministerio de Fomento nº649 Abril 2015. Madrid, España.
- [5] Fort, L. y Fort, C. (≈2016) "Red de alta velocidad de EE. UU. (USHSRS) Trayecto intercostas San Francisco-Washington D.C. (II- Central Side)". Revista Vía Libre-Técnica/(pdte publicación) Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Madrid, España.
- [6] Fort, L. y Fort, C. (≈2016) "Del Pacífico a las Rocosas. Desarrollo de la USHSRS en Nueva España. Primera Parte" Revista del Ministerio de Fomento nº 658 Enero 2016. Madrid, España.
- [7] Fort, L. y Fort, C. (≈2016) "Descenso a las Grandes Praderas. Desarrollo de la USHSRS en Nueva España. Segunda Parte". Revista del Ministerio de Fomento (Programada publicación). Madrid, España.
- [8] Fort, L. y Fort, C. (≈2016) "En las Grandes Praderas hasta el Mississippi. Desarrollo de la USHSRS en Nueva España. Tercera Parte" Revista del Ministerio de Fomento (Programada publicación). Madrid, España.
- [9] Fort, L. y Fort, C. (≈2016) "Pensacola. Primer asentamiento español en EE.UU. Desarrollo de la USHSRS en la Florida Española" Revista del Ministerio de Fomento (Prevista publicación). Madrid, España.
- [10] Diario ABC (2015-2016) Varios Septiembre/Octubre/ Noviembre 2015: "Fray Junípero Serra", "Bernardo de Gálvez" "Batalla de Pensacola" "George Washington" "Los Reyes en la Casa Blanca y en Mount Vernon" "El papel de España, crucial para la independencia de los Estados Unidos"; Enero 2016 "Pensacola, primer asentamiento español (y europeo) en EE.UU.". Editoriales, Terceras, Opinión, Enfoque, Cultura, España, Alfa y Omega. Editados por Diario ABC, SL. Madrid, España.
- [11] Laorden, L. (2009) "Caminantes y Caminos en la frontera del Oeste norteamericano español, 1529-1821. Conferencia en el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Valladolid, España.
- [12] Fort, L. y Fort, C. (2015) "Red de alta velocidad de EE.UU. (USHSRS). Señalización y Control de Trenes:Sistema ARTMS" Revista Vía Libre-Técnica/Junio 2015 Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Madrid, España.
- [13] Ontosol, M. (2013) "Estación de salida de la marca España. La red de alta velocidad española se ha convertido en el referente internacional" Sección Economía (ABC 110 años). Editado por Diario ABC, SL. Madrid, España.
- [14] Fort, L. y Fort, C. (≈2016) "Problema de liquefacción de sedimentos en el acceso a la Terminal HSR de Salt Lake City (Utah) por la Great Basin Line" Revista Ingeniería Civil (prevista publicación) CEDEX. Ministerio de Fomento. Madrid, España.
- [15] Fort, L. (2004) "Seguridad en Túneles Ferroviarios de Alta Velocidad" ISBN 84-89456-23-2. 2ª Edición ampliada Febrero 2004 (Español/Francés/Inglés). Presented in Prague. Ed. CERSA. Madrid, España.
- [16] Fort, C. (2013) "Caracterización de los parámetros de resistencia al corte y erosionabilidad del suelo para su aplicación en los problemas de estabilidad de taludes en Obras Lineales" Tesis Doctoral ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. UPM. Madrid, España.
- [17] Gobierno de España (2010) "Orden FOM/3317/2010 de 17 de Diciembre (BOE 23/12/2010) de aprobación de costes unitarios para la ejecución de obras públicas de infraestructuras ferroviarias". Ministerio de Fomento. Gobierno de España. Madrid, España.
- [18] Kunz, Andy. (2009) "America's Transportation Future: Steel-Wheel, High-Speed Rail". Revista ENR (Engineering News Records) 10/08/2009 Washington, USA.
- [19] Fort, L. (1999) "Anteproyecto de Estructuras. Alternativa Paraíso. LAV Madrid-Segovia. Tramo Soto del Real-Segovia". Visado diferido en el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, España.
- [20] Tadaki, Kawada. (2011) "History of the modern suspensión bridges". ASCE press. Edited by Richard Scott, Reston. Virginia, USA.

+ desarrollo sostenible

Más que agua

Talento, conocimiento y compromiso.
Aportamos respuestas adecuadas
para una gestión más eficiente.
Compartimos conocimiento
y generamos innovación.
Trabajamos por un futuro basado
en el compromiso y la cooperación.

www.aqualogy.net



SOLUCIONES INTEGRADAS
DEL AGUA PARA UN
DESARROLLO SOSTENIBLE

Nuevas tecnologías de la comunicación multimedia aplicadas al puente de la Constitución de Cádiz



José María Luzón Nogué
Académico Delegado del Museo - RABASF



Juan Víctor Mejías Calero
Desarrollador web (jvcreacion.com)



Néstor F. Marqués González
Laboratorio de Humanidades Digitales - RABASF



José Luis Gómez Merino
Director de Arte de Balawat.com

Resumen

Las grandes obras públicas tienen una importante función social y por tanto deben ser comunicadas a los ciudadanos. El Laboratorio de Humanidades Digitales de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando ha utilizado las últimas herramientas tecnológicas para establecer cómo debe expresarse la Ingeniería en los nuevos medios de expresión gráfica.

El objeto de estudio ha sido el Puente de la Constitución en Cádiz, cuyo diseño es obra del equipo de Ingenieros Carlos Fernández Casado S.L.

Palabras clave

Puente atirantado, Cádiz, RABASF, CFCSL, Nuevas tecnologías, Comunicación

Abstract

Large public works have an important social function and should, subsequently, be communicated to the general public. The Digital Humanities Library at the Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (Royal Academy of Fine Arts) has employed the latest technological tools to establish how engineering should be expressed in new forms of graphic media.

The object of the study was the Constitution Bridge in Cadiz, designed by Ingenieros Carlos Fernández Casado S.L.

Keywords

Cable-stayed bridge, Cadiz, RABASF, CFCSL, New technologies, Communication

La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (RABASF) tiene por objeto “fomentar la creatividad artística, así como el estudio, difusión y protección de las artes y del patrimonio cultural, muy particularmente de la pintura, la escultura, la arquitectura, la música y las nuevas artes de la imagen”. Por supuesto que este enunciado clásico asume la ingeniería como partícipe de ese patrimonio visual, como atestiguan los ingenieros académicos que ha habido en esta institución a lo largo de su historia reciente.

Es costumbre que los académicos donen o presenten una obra al Museo y en este caso Javier Manterola ha querido hacerlo con el Puente de la Constitución de 1812 en Cádiz. El nuevo puente, como es sabido, es una magna obra de ingeniería que, por consignar un solo dato, tiene una luz de 540 metros en su tramo atirantado.

El Laboratorio de Humanidades Digitales es el departamento de la RABASF que se encarga de aplicar las últimas



Fig. 1. El puente de Cádiz. Fotografía, Carlos Manterola



Fig. 2. Instalación del interactivo en el Museo de la Academia. La sala alberga obras de artistas del siglo XX en formatos clásicos. Nadie duda ya de que las nuevas tecnologías están transformando la forma de presentar las obras de arte en nuestros museos

tendencias en tecnología, herramientas de comunicación, y diseño al campo de las humanidades dentro del quehacer de la institución. Por ello, la Academia propuso que fuera este laboratorio el que pusiera en su museo las bases del lenguaje de la ingeniería contemporánea, haciéndola accesible a los habituales visitantes de este tipo de instituciones. Así, un equipo que había trabajado en otros proyectos de patrimonio arqueológico, arquitectónico y museográfico, acometió la tarea de experimentar la incorporación de las nuevas tecnologías en el museo, utilizando como objeto una obra de ingeniería del siglo XXI.

La Academia, en su función de reguladora de lenguajes gráficos, tiene como objetivo encontrar estándares que puedan ser aplicados como modelos en un mundo de tecnologías que avanzan de forma vertiginosa. No hay duda de que estas tecnologías están modificando en poco tiempo la tramitación de nuestras vidas, pero también sabemos que la humanidad sigue siendo la misma en sus deseos y afanes. Es en este terreno móvil donde la Academia debe jugar su papel de estudiosa de la Historia de nuestra civilización y de buscar una forma sólida de ilustrarla, registrarla y difundirla.

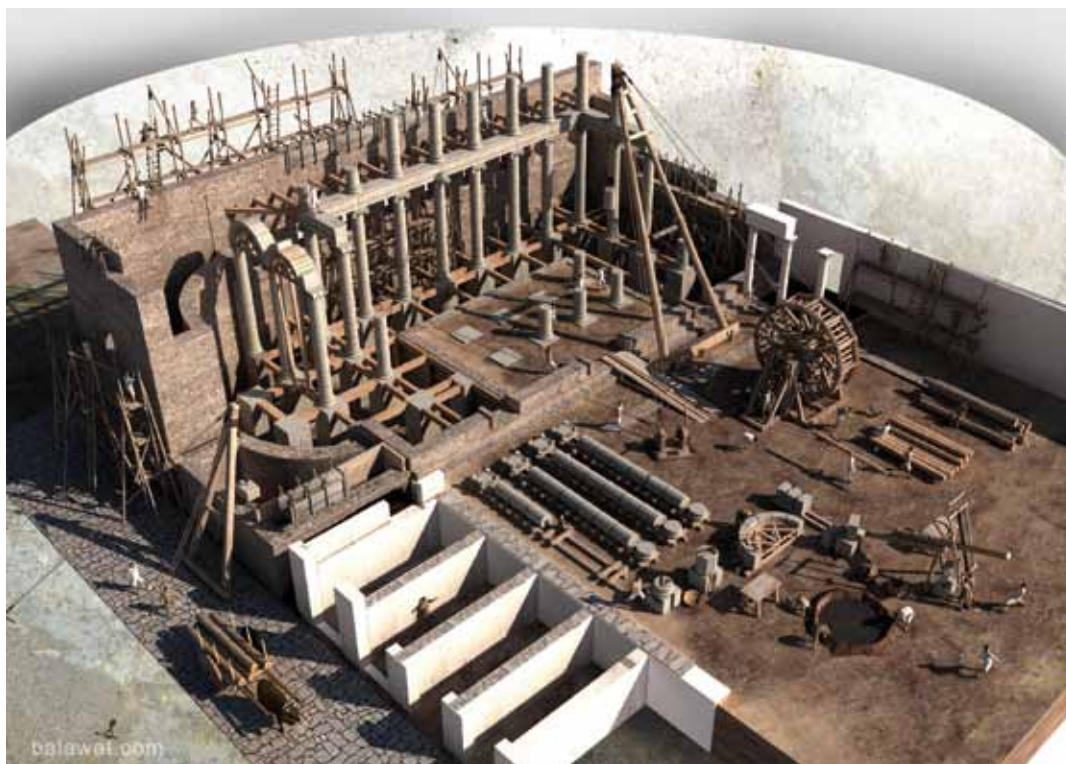


Fig. 3.
Reconstrucciones
virtuales y Arqueología.
Procedimientos
constructivos de
la basílica romana
de Contributa Iulia
(Badajoz)

Infografía y comunicación gráficas aplicados a la ingeniería

Está comprobado que los modelos 3D son muy útiles para la comprensión de una obra de ingeniería, tanto en su apariencia física como en la función de sus elementos integrantes. Históricamente, los ingenieros producían sus ideas acompañadas de dibujos explicativos, muchos de los cuales han terminado en museos como el de la propia Real Academia de Bellas Artes.

En nuestro tiempo la herramienta utilizada es la infografía, que en sentido amplio consiste en lo que su nombre indica: información gráfica. Mientras que en siglos precedentes las obras de ingeniería se realizaban mediante un diálogo directo entre el poder y los técnicos, en el mundo de las redes sociales en el que nos desenvolvemos el usuario demanda también formar parte de la conversación. Por fortuna, disponemos de herramientas diversas para crear la información que el usuario final precisa, gracias a las nuevas tecnologías, accesibles de forma abierta y global.

El equipo firmante de este proyecto es experto en la aplicación de las nuevas herramientas de la tecnología al

servicio de la comunicación del patrimonio arqueológico, donde habitualmente la arquitectura que se trata de reconstruir y diseñar ha desaparecido en gran parte. El papel jugado en este campo es el de explicar en parte lo que no existe. Con el trabajo del Puente de Cádiz, el reto era aplicar estas técnicas a proyectos contemporáneos, al tiempo que se hacía utilizando los recursos de la imagen 3D en una obra de grandes dimensiones. En principio, no debería haber mucha diferencia entre el patrimonio del pasado y el patrimonio del futuro que es el que se está construyendo ahora. Uno y otro necesitan ser comunicados a la sociedad para ser entendidos y valorados.

Para la realización de las imágenes virtuales del Puente de Cádiz hemos partido de los planos de Autocad proporcionados por el equipo del estudio CFCSL (Carlos Fernández Casado Sociedad Limitada). Estos planos contienen la información y las medidas precisas para la fabricación de las piezas, pero al mismo tiempo dejan un calculado margen de actuación manual para corregir los desajustes inherentes a la naturaleza flexible del puente. En una construcción de estas dimensiones los desajustes fueron mayores de dos metros en algunos momentos del proceso, por ejem-

plo en los extremos del tablero del tramo atirantado. Esto forma parte evidentemente de los cálculos preliminares. La forma de lograr el ajuste final consiste en el tesado de los tirantes. Esta combinación de tecnología, diseño e intervención humana entra directamente en el mundo de la belleza artística y eso hay que reflejarlo gráficamente.

¿Cómo hacer un modelo virtual de una estructura tan grande y flexible? Hemos constatado que lo adecuado es la realización de una maqueta general obviando los márgenes de error establecidos y modelar después los elementos concretos de forma independiente y precisa. Hemos podido comprobar en nuestro proceso de elaboración que los ingenieros lo hacen así en sus dibujos de Autocad y parece que ésta es la forma lógica de representar una obra de ingeniería.

En nuestro caso no hacemos modelos 3D para ser construidos, sino para la comunicación de la obra, es decir,



Fig. 4. Tramo de Puerto Real. Una dovela sobre una pila dintel que acoge tráfico en su interior. Un corte del terreno muestra la cimentación correspondiente. Las imágenes 3D funcionan muy bien para comprender estructuras que nunca llegas a tener a la vista en su conjunto



Fig. 5. Imagen virtual de una sección del tramo atirantado del puente

para ser explicativos. Esta pequeña diferencia inicial de concepto se hace evidente en los procedimientos (utilizamos otro tipo de *software*), y luego en los resultados, que para nosotros consisten en la fácil comprensión del hecho ingenieril para la mayor cantidad de gente posible.

Del mismo modo que para la reconstrucción virtual de un yacimiento arqueológico se precisa del asesoramiento de los arqueólogos conocedores del mismo, para modelar una obra de ingeniería es imprescindible estar asesorado por los expertos que la han ejecutado o diseñado. Creemos que el tipo de tratamiento gráfico del que hablamos en este artículo puede ser de suma importancia en la fase de proyecto de una obra, cuando hay que mostrarlo luminosamente tanto a las administraciones clientes como a la sociedad a la que han de servir. En este sentido, el tipo de trabajo gráfico que realizamos tiene su propio nombre, *Storyline*, que consiste en la utilización de recursos gráficos (dibujos, imágenes 3D, animaciones, vídeos, páginas web...) para hacer comprensible un proyecto ante los usuarios del mismo.

Un aspecto que nos ha parecido muy importante consiste en la participación de los propios ingenieros en la narración de las características específicas del proyecto y no sólo como asesores técnicos del mismo. Grabamos sus explicaciones de aspectos concretos de la obra y las utilizamos en la web ilustrados con imágenes virtuales, fotografías, cuando existen, o imágenes en movimiento. Los ingenieros dejan así de ser personas abstractas e invisibles que firman un proyecto y se convierten para el público usuario en los creadores tangibles de la obra. Nos parece primordial que durante la construcción de



Fig. 6. Vista 3D de una de las torres. Se aprecia la sección de la dovela en ese tramo y la riostra con los refuerzos metálicos que la arman. Los vehículos dan las dimensiones de los elementos constructivos, El tablero mide en ese punto 35 metros de ancho

una obra de ingeniería se documenten con rigor las actuaciones relevantes por medio de fotografías, time lapses o vídeos para que quede constancia de todo el proceso. No olvidemos que estamos hablando del Patrimonio del futuro. Imaginemos, por ejemplo, que los constructores romanos del puente de Alcántara hubieran dejado grabados en sus piedras el proceso constructivo que utilizaron. Es una pena que no lo hicieran. Pero ahora tenemos la oportunidad de explicarlo de forma extensa con sólo encargarlo a alguna persona involucrada directamente en el proyecto como puede ser alguno de los ingenieros de obra. Preferiblemente debe ser un experto que sepa lo que está captando su cámara. La mirada debe ser certera. Si adoptamos de forma metódica esa costumbre, el material grabado formará parte del bagaje documental de las obras de ingeniería, que finalmente son muy importantes para nuestra vida cotidiana y nuestro entorno.

Nuestro equipo comenzó a trabajar sobre el puente en un momento avanzado de su construcción. La documentación proporcionada por el grupo de ingenieros dirigido por Javier Manterola y la empresa constructora fue en forma de planos, fotografías y algún vídeo. Esta documentación se había ido consiguiendo en el tiempo sin una expresa planificación de la misma, porque no estaban pensando en algo que para nosotros es primordial: La comunicación pública del proyecto. Creemos que toda obra de ingeniería debería llevar aparejado el hecho documental que la mis-

ma supone en una era en la que la comunicación domina todos los aspectos de nuestra vida.

La fotogrametría como herramienta para la captura 3D de una obra

Los procedimientos fotogramétricos han empezado a ser muy utilizados en arqueología porque sirven, de una forma relativamente sencilla, para fijar en 3 dimensiones el estado de un espacio arqueológico concreto. Las superficies irregulares del terreno y de las ruinas hacen imposible su modelado 3D, modelado que se basa finalmente en geometrías. La fotogrametría capta las superficies irregulares sin problemas y es perfecta para ese menester, consiguiendo reproducir de la manera más fiel (en muchos casos a nivel milimétrico) la geometría real de un objeto o espacio y dotando al modelo 3D de una textura final fotorrealista.

Para realizar una captura 3D basada en fotografías se hace necesaria la obtención de cientos de tomas desde todos los ángulos posibles, que posteriormente son procesadas gracias al empleo de software especializado (en este caso



Fig. 7. Imagen fotogramétrica en 3D de la Veracruz en Segovia. Es una forma precisa de preservar el patrimonio histórico y, por qué no, el Patrimonio de la Ingeniería contemporánea

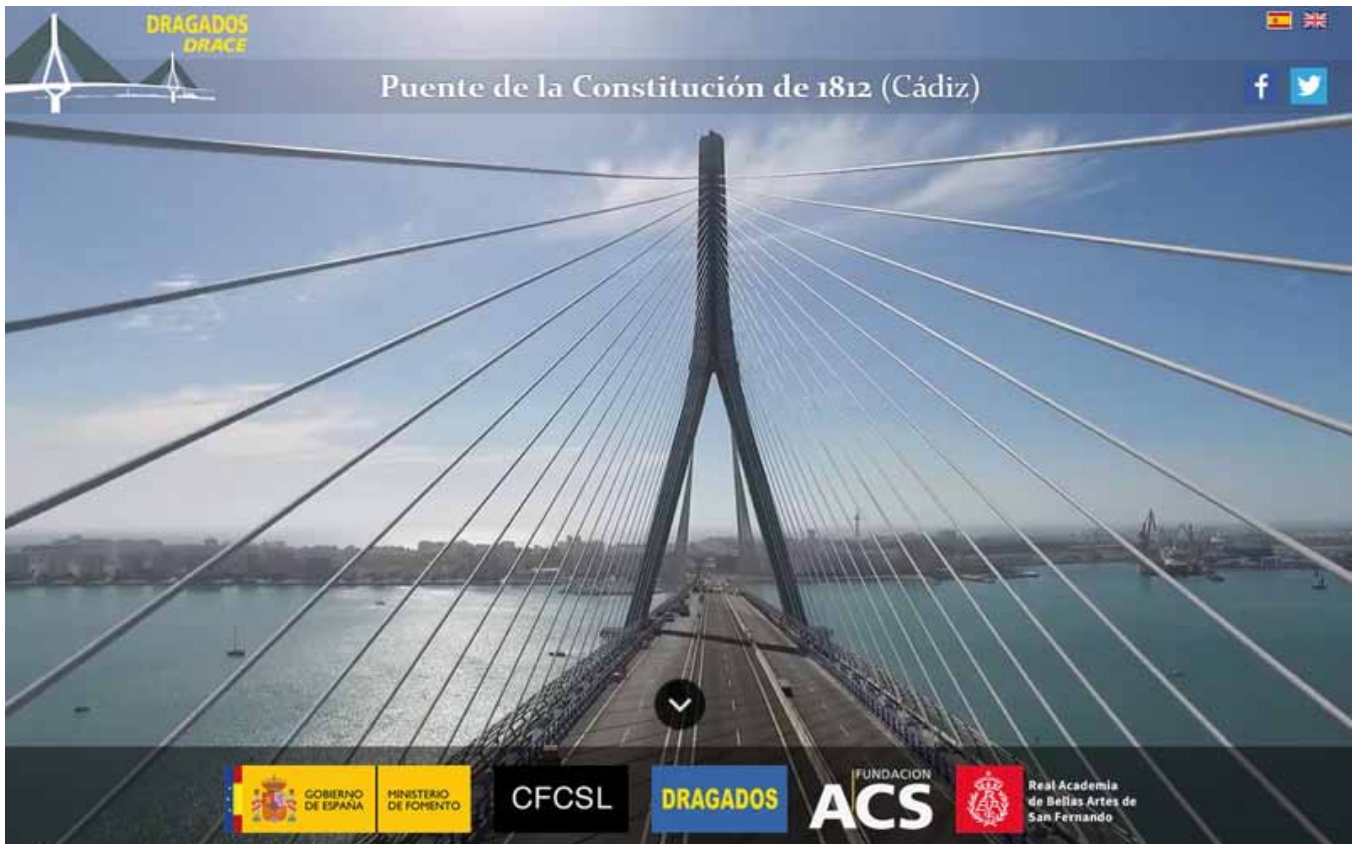


Fig. 8. Captura de pantalla de la página inicial de la web del puente. La imagen central está ocupada por un vídeo con un vuelo ascendente de dron. Durante estos vuelos se realizaron además las fotografías para obtener la nube de puntos del modelo 3D

Agisoft Photoscan). El resultado es una nube de puntos tridimensional con la información de la posición, que posteriormente se convierte en una malla 3D que contiene también la textura del objeto del estudio. El resultado es un modelo 3D fotorrealista y vívido como los que podemos encontrar en <https://sketchfab.com/NestorMarques> el portafolio *online* del Laboratorio.

El momento tecnológico en el que nos encontramos permite realizar levantamientos muy precisos de objetos o construcciones de tamaño medio. Cuanto más grande es el modelo, más compleja se vuelve la captura de los detalles, de ahí que diferenciamos entre modelos de alta resolución y modelos de visión general. Pero las herramientas evolucionan y se adaptan a las nuevas situaciones muy rápidamente y el camino en el que estamos posibilitará en breve la fotogrametría detallada de grandes construcciones, gracias en parte a la contribución al desarrollo

técnico y tecnológico de equipos de trabajo como el del Laboratorio de Humanidades Digitales de la RABASF.

Las fotografías se hacen pie a tierra cuando se trata de objetos pequeños como piezas arqueológicas o yacimientos superficiales, pero para construcciones del tamaño del Puente de Cádiz, es necesaria la toma de fotografías desde el aire. Para ello, se utilizaron dos drones con los que se hicieron más de 2.500 fotografías de la parte atirantada del puente. Los drones también nos sirvieron para la toma de vídeos desde el aire que nos han resultado muy útiles a la hora de diseñar la web del proyecto y para la instalación que se muestra al público en el Museo. Constatamos que el vídeo aéreo es una gran herramienta para la presentación de las grandes obras de ingeniería, ya sea en la fase de construcción en la que funciona como registro de los procedimientos utilizados, ya sea, una vez finalizada la obra, para mostrar el resultado.

Mostrar los procedimientos y el resultado es, a nuestro juicio, una tarea imprescindible en las obras civiles de este tipo. Por un lado, se justifica el trabajo a la sociedad a la que sirven, y por otro lado se gana a esa sociedad para la causa de la obra. Una obra de ingeniería puede originar molestias durante su ejecución y generar animadversión, pero recordemos que también pasará a formar parte del paisaje y del acervo cultural de todos. Por tanto, hay que explicarla públicamente porque el conocimiento de la misma hará que la gente la sienta como propia.

Narrar una obra de Ingeniería en Internet.

Con el objetivo principal de la comunicación de la obra al gran público, la web que hemos desarrollado en puentecadiz.com (y cadizbridge.com en su versión en inglés) hace un recorrido multimedia por las diferentes fases de ejecución de la obra. Este recorrido va desde los primeros planos del proyecto por parte del equipo de

Javier Manterola, pasando por las etapas de construcción del coloso (cimentaciones, pilas, torres, tablero, tirantes, anclajes...), los datos técnicos del puente, y la virtualización 3D que permite por ejemplo dar un paseo virtual por el interior de una dovela, o rotar una fotogrametría del puente.

Fruto de un convenio de colaboración entre la Fundación ACS y la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, teníamos el encargo de hacer, como complemento del modelo fotogramétrico que íbamos a experimentar, una web lo mas espectacular posible, a la vez que didáctica. Debíamos lograr un resultado final a la altura de un proyecto de la importancia del Puente de la Constitución de 1812. Apenas un par de meses antes de la inauguración tuvimos la oportunidad de realizar grabaciones aéreas con drones. En ese momento el puente estaba prácticamente terminado. Este material sirvió por un lado para obtener imágenes limpias del puente de Cádiz desde una



Fig. 9. Cuadros de texto ayudan a explicar en la web aspectos concretos de una dovela. Los ingenieros de CFCSL colaboran ofreciendo explicaciones en vídeo de aspectos técnicos del puente



Fig. 10. Vista del puente en una imagen de la web se aprovechan las imágenes, ya sean fotos o infografías, con información asociada

perspectiva nada habitual. Con el gran número de tomas realizadas, se llegó a trazar una nube de puntos que nos permitió recrear el puente 3D en su conjunto, así como obtener texturas para partes específicas del mismo que también están recreadas.

En todo momento el objetivo de este proyecto –concebido como un modelo experimental– ha querido explorar los límites de la modelación fotogramétrica de un puente de grandes dimensiones, que hizo necesario el procesado de gran cantidad de información. Todo ello nos ha permitido estudiar las herramientas más adecuadas para su elaboración así como la forma en que estas pueden ser utilizadas y ajustadas.

La web está desarrollada en HTML5/CSS3/JavaScript/PHP/MySQL, y cuenta con una versión para móviles y tabletas. Contiene decenas de vídeos, cientos de imágenes, recreaciones 3D y una amplia bibliografía que recoge entre otras cosas documentación técnica de los estudios y cálculos de los ingenieros del proyecto.

Visite el lector www.puentecadiz.com para obtener información del puente y juzgue la forma de entender una web que trata sobre una gran obra de ingeniería. **ROP**

Predimensionamiento de turbinas bulbo



Pablo Zapico Gutiérrez
 Máster Oficial en Energías Renovables.
 Ingeniero técnico Industrial, ingeniero técnico de Minas.

Jefe de la Sección de Industria y Energía de la Junta de Castilla y León.
 Profesor asociado de la Universidad de León, Departamento de Ingeniería Eléctrica, de Informática y de Automática



Pedro García Merayo
 M.B.A., ingeniero Industrial, ingeniero de Minas.
 Director del grupo E.R.B.I.

Resumen

El primer problema que se encuentra el diseñador a la hora de dimensionar una turbina es que, en función del salto y el caudal de equipamiento, ya sabe, más o menos, el tipo de turbina que necesita. Sin embargo no conoce las dimensiones de la misma.

Palabras clave

Turbina bulbo, hidroelectricidad, predimensionar, caudal de equipamiento, salto bajo

Abstract

The first problem is the designer when sizing a turbine is that, depending on the head and the flow of equipment, you know, more or less, turbine type you need. However not know the dimensions thereof.

Keywords

Bulb turbine, hydropower, predimensioning, flow equipment, low head

1. Introducción

Los tres tipos fundamentales de turbinas, con ligeras modificaciones y modestos aumentos de rendimiento, respecto a los originales de finales del s. XIX o primeros de s. XX, cubren, casi por completo, el abanico de saltos hidráulicos que se presentan en la naturaleza. Sin embargo, para los saltos de muy baja altura, era necesario otro tipo de máquina. Se probaron las turbinas Francis en cámara abierta, las mismas con doble tubo de aspiración, las turbinas hélice y las Kaplan. Aun así no era suficiente y se desarrollaron las turbinas bulbo y tubulares adaptadas a saltos muy bajos y a caudales elevados. El predimensionamiento de las turbinas tradicionales, Pelton, Francis y Kaplan, está resuelto, con mayor o menor detalle, en diversos tratados sobre el particular. Sin embargo no se ha realizado nunca una normalización completa de las turbinas bulbo, por lo que no se puede encontrar en los tratados del sector hidroeléctrico o de mecánica de fluidos. Dicha normalización es un instrumento que facilita enormemente la labor del proyectista. Se pueden encontrar turbinas bulbo, tubulares, en 'S', de eje horizontal, inclinado y a veces vertical (más raramente). Se intentará dar una normalización del tipo más común.

2. Antecedentes

El término turbina, como tal, fue utilizado por primera vez por un ingeniero militar francés, Claude Burdin, en un análisis

teórico sobre las ruedas hidráulicas que ponía el acento en la velocidad de rotación. Un alumno suyo de la Escuela de Minería de Saint Étienne, Benoit Founeyron, en 1834 diseñó y construyó ruedas hidráulicas que alcanzaban, inicialmente, velocidades de rotación de 60 revoluciones por segundo y que proporcionaban hasta 50 caballos.

Posteriormente fueron evolucionando y en los Estados Unidos se empezaron a construir, poco después, turbinas mucho más sencillas. El americano James B. Francis construyó en 1849 una turbina centrípeta de buen rendimiento, sus buenas condiciones de funcionamiento hicieron que su utilización se generalizara para la obtención de fuerza motriz, era una versión mejorada y con distribuidor de las citadas en el párrafo anterior. En 1880, el también americano, Lester Pelton inventó su máquina hidráulica basada en una rueda de cucharas, que también fue muy utilizada debido a su buen rendimiento y su capacidad de regulación a cargas parciales.

Toda esta investigación partió de la minería y sus necesidades de molienda. La separación de la mena de la ganga (el oro del cuarzo filoniano, el plomo y el zinc en yacimientos masivos de la roca, por ejemplo) solamente se podía realizar, en algunos casos, mediante una disgregación mecánica de la roca hasta unas granulometrías que consumían in-

gentes cantidades de energía. Ya no se trataba de moler un producto orgánico, como el cereal, para obtener una harina de consumo humano. La revolución industrial demandaba enormes cantidades de materiales cada vez más difíciles de obtener de manera simple. Dicha energía no se podía obtener mediante semovientes y/o pequeños molinos, era demasiada, por ello se desarrollaron las primeras turbinas.

En 1890 se utilizó por primera vez una turbina para la producción de energía eléctrica. A partir de entonces, se desarrollaron diversos tipos de turbinas de forma muy rápida y se mejoraron los diseños existentes.

Tomando como fundamento la hélice, que inventó el sueco John Ericson en 1836, inicialmente para aplicarla en la propulsión de buques y una vez que se generalizó la utilización de las turbinas, para la generación de energía eléctrica, se usaron las hélices de paso fijo en la construcción de turbinas para saltos bajos, que presentaban muchas limitaciones. En 1915 el austriaco Victor Kaplan desarrolló, a partir de las turbinas hélice, una regulación de las palas del rodete que significó una revolución para la explotación de los saltos de poca altura.

3. Materiales y métodos

Al aplicar lo comentado al cálculo de una turbina Bulbo, el primer problema que se encuentra el diseñador a la hora de dimensionar una turbina es que en función del salto y el caudal, ya sabe, más o menos, el tipo de turbina que necesita. Sin embargo no conoce las dimensiones de la misma.

Los manuales del sector incluyen tablas y fórmulas para realizar el precitado cálculo para los tres tipos principales de turbinas, Pelton, Francis y Kaplan. Sin embargo, respecto a las turbinas bulbo no incluyen en ningún caso un método completo de predimensionamiento. Es por ello que se decidió escribir el presente trabajo. Para realizarlo, además de la bibliografía citada, se han utilizado catálogos de diversos fabricantes y se han correlacionado los valores de partida mediante la hoja de cálculo Excel, obteniéndose coeficientes de correlación iguales o superiores a 0,85; por lo que se proponen las fórmulas y métodos que se detallarán en el apartado siguiente.

4. Cálculo

El parámetro más común que se suele utilizar para comenzar el cálculo de una turbina es el número específico de revoluciones N_s que se obtiene aplicando la fórmula (1).

$$N_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{P}{\sqrt{H}}} \quad (1)$$

Dónde:

N_s = número específico de revoluciones (adimensional).

n = revoluciones de la turbina (r.p.m.).

P = potencia de la turbina ($P=g*Q*H*\eta$) (kw).

H = altura del salto (m).

Q = Caudal (m³/seg.).

η = rendimiento (adimensional).

$$N_s = 1520,256H^{-0,2837} \quad (2)$$

Como en dicha fórmula (1) hay dos incógnitas, N_s y n , para efectuar una aproximación, existen tablas en las que se especifica el tipo de turbina más adecuado, en función del N_s . Varían ligeramente de un autor y/o fabricante a otro, pero no de manera significativa (ver tabla 1).

N_s	Tipo de turbina	Altura del salto (m)
Hasta 18	Pelton con un inyector	800 o más
De 18 a 25	» un inyector	de 800 a 400
De 26 a 35	» un inyector	de 400 a 100
De 26 a 35	» dos inyectores	de 800 a 400
De 36 a 50	» dos inyectores	de 400 a 100
De 51 a 72	» cuatro inyectores	de 400 a 100
De 55 a 70	Francis lentísima	de 400 a 200
De 70 a 120	Francis lenta	de 200 a 100
De 110 a 200	Francis media	de 100 a 50
De 200 a 300	Francis veloz	de 50 a 25
De 300 a 450	Francis ultravelocísima	de 25 a 15
De 400 a 500	Hélice velocísima	hasta 15
De 270 a 500	Kaplan lenta	de 50 a 15
De 500 a 800	Kaplan veloz	de 15 a 5
De 800 a 1.100	Kaplan velocísima	5
Más de 1.100	Bulbo	Menor de 5

Tabla 1. Tipos de turbina en función del número específico de revoluciones N_s

Sin embargo, en este caso, vamos a basarnos en un número específico de revoluciones en el que no intervenga la potencia de la turbina, lo que implica que tampoco le afectará el rendimiento de la misma, que no es constante y complica el cálculo, por introducir un punto de incertidumbre. Se denomina N_{sq} y es el número específico de revoluciones referido al caudal. Es menos conocido y utilizado que el anterior, pero en el caso de las turbinas bulbo será útil para los cálculos que se van a realizar.

$$N_{sq} = n * Q^{0,5} * H^{-0,75} \tag{3}$$

Una aproximación de N_{sq} para pequeñas turbinas radiales se obtiene de la fórmula (4).

$$N_{sq} = 156,65 * Q^{0,298534} * H^{-0,033128} \tag{4}$$

Una aproximación de N_{sq} para pequeñas turbinas axiales es la expresión (5). Como se puede ver, solamente depende de la altura del salto.

$$N_{sq} = 322,58 * H^{-0,178} \tag{5}$$

Otra forma de tantear el valor de N_{sq} se realiza en las fórmulas (6) y (7) que se incluyen al pie.

$$N_{sq} = 841,4 * H^{-0,625} \tag{6}$$

(para turbinas fabricadas antes de 1975)

$$N_{sq} = 1059,2 * H^{-0,625} \tag{7}$$

(para turbinas fabricadas después de 1975)

El siguiente paso consiste en calcular el diámetro exterior del rodete D_e , pues es la medida fundamental que servirá para dimensionar el resto de los elementos de la turbina que se indexarán a dicho valor.

Para ello, se parte de la expresión que relaciona el coeficiente de velocidad periférica k_u con el diámetro del rodete y otros parámetros del salto.

$$k_u = \frac{\pi * D_e * n}{60 * (2gH)^{0,5}} \tag{8}$$

Para pequeñas turbinas radiales, se puede definir k_u mediante la ecuación (9).

$$k_u = 8,46 * 10^{-3} * N_{sq}^{1,48258} + 0,2617 \tag{9}$$

En el caso de pequeñas turbinas axiales, la igualdad que sirve para obtener k_u es la expresada a continuación en la ecuación (10).

$$k_u = 3,478 * 10^{-3} * N_{sq} + 1,148 \tag{10}$$

Una vez determinado el coeficiente de velocidad periférica y seleccionada la velocidad de rotación, se procede a estimar el diámetro de la turbina según las expresiones indicadas.

Para determinar la velocidad de giro de la turbina hay que basarse en una serie de valores discretos, que van fijados por el número de pares de polos del generador y por la frecuencia de la red.

Otra forma de tantear el valor de diámetro exterior del rodete D_e se puede realizar aplicando la ecuación (11).

$$D_e = 0,1826 * (P / H)^{0,4462} \tag{11}$$

Sin embargo el número de revoluciones n se mueve en una serie discreta de valores marcados por la frecuencia de la red y que son función de la misma. Dichos valores, se pueden ver en las tablas 2 y 3 adjuntas.

Entre los valores de dicha tabla tomaremos el más cercano al de n que se ha tanteado en la fórmula (8) y se sustituirá en la igualdad (3), de esta forma se obtiene el número específico de revoluciones y las revoluciones del eje de la turbina.

Las revoluciones de la turbina coincidirán exactamente con uno de los escalones enunciados si el generador va acoplado directamente al eje o no, si el generador se conecta a la turbina por medio de una multiplicadora. En el caso de las turbinas bulbo (muy poco revolucionadas) es más fácil hacer coincidir el valor de n porque los escalones de velocidad están muy cercanos unos de otros, al contrario que al principio de la tabla, que presenta espacios mucho mayores entre valores contiguos.

Escalones normalizados de velocidades de sincronismo a 50 hz

r.p.m.	n° pares de polos por fase	r.p.m.	n° pares de polos por fase	r.p.m.	n° pares de polos por fase
3000,00	1	187,50	16	96,77	31
1500,00	2	176,47	17	93,75	32
1000,00	3	166,67	18	90,91	33
750,00	4	157,89	19	88,24	34
600,00	5	150,00	20	85,71	35
500,00	6	142,86	21	83,33	36
428,57	7	136,36	22	81,08	37
375,00	8	130,43	23	78,95	38
333,33	9	125,00	24	76,92	39
300,00	10	120,00	25	75,00	40
272,73	11	115,38	26	73,17	41
250,00	12	111,11	27	71,43	42
230,77	13	107,14	28	69,77	43
214,29	14	103,45	29	68,18	44
200,00	15	100,00	30	66,67	45

Tabla 2. Velocidades normalizadas a 50 hz

Escalones normalizados de velocidades de sincronismo a 60 hz

r.p.m.	n° pares de polos por fase	r.p.m.	n° pares de polos por fase	r.p.m.	n° pares de polos por fase
3600,00	1	225,00	16	116,13	31
1800,00	2	211,76	17	112,50	32
1200,00	3	200,00	18	109,09	33
900,00	4	189,47	19	105,88	34
720,00	5	180,00	20	102,86	35
600,00	6	171,43	21	100,00	36
514,29	7	163,64	22	97,30	37
450,00	8	156,52	23	94,74	38
400,00	9	150,00	24	92,31	39
360,00	10	144,00	25	90,00	40
327,27	11	138,46	26	87,80	41
300,00	12	133,33	27	85,71	42
276,92	13	128,57	28	83,72	43
257,14	14	124,14	29	81,82	44
240,00	15	120,00	30	80,00	45

Tabla 3. Velocidades normalizadas a 60 hz

A continuación, se dan una serie de relaciones entre diversos parámetros de la turbina, el diámetro exterior del rodete y otros valores.

$$\frac{D_i}{D_e} = 0,443 - 2,2 * 10^{-4} * N_{sq} \tag{12}$$

$$\frac{R_{di}}{D_e} = 0,335 + 1,52 * 10^{-4} * N_{sq} \tag{13}$$

$$\frac{R_{de}}{D_e} = 0,837 - 3,86 * 10^{-4} * N_{sq} \tag{14}$$

$$\frac{K}{D_e} = 2,579 - 0,00123 * N_{sq} \tag{15}$$

$$(F + G) = 8,2075 D_e^{0,9801} \tag{16}$$

$$B = 1,1745 D_e^{0,9546} \tag{17}$$

$$A_0 = 2,8686 D_e^{2,0047} \text{ (área de salida)} \tag{18}$$

$$Ac = 1,67 - 2D_e \tag{19}$$

$$P = 5D_e \text{ (mínimo)} \tag{20}$$

$$C = 1,67 - 1,9D_e \tag{21}$$

$$M = 2,2 - 2,4D_e \tag{22}$$

$$L_{bulb} = 2D_e \tag{23}$$

$$S = 2,4D_e \tag{24}$$

Dónde:

D_i = Diámetro interior del rodete.

D_e = Diámetro exterior del rodete.

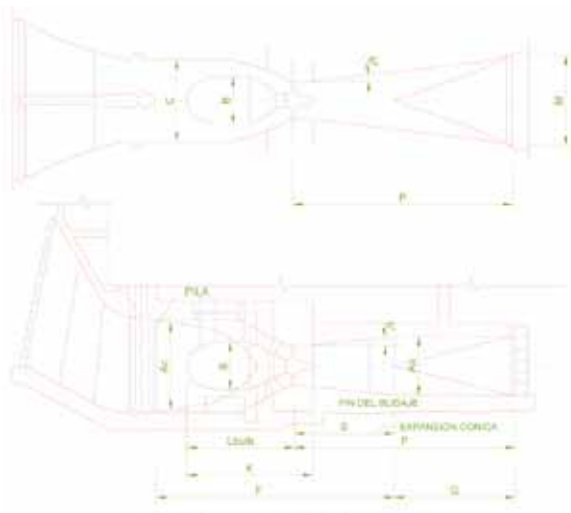


Fig. 1. Planta y alzado de la turbina tipo

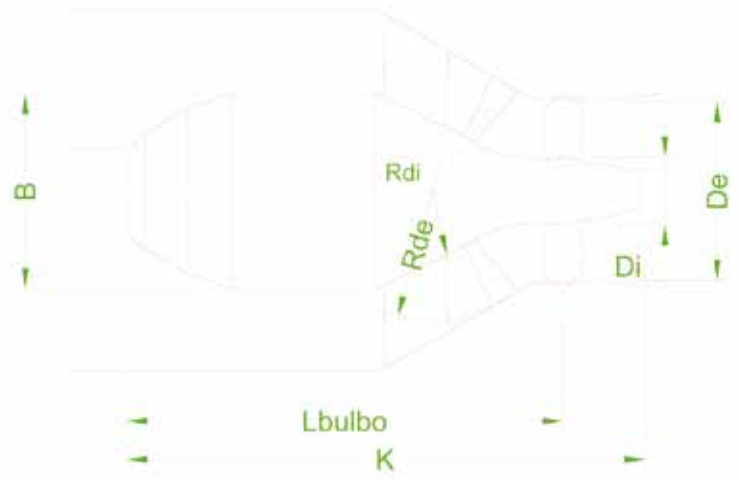


Fig. 2. Detalle de la turbina tipo

R_{di} = Radio interior del distribuidor.
 R_{de} = Radio exterior del distribuidor.
 B = Diámetro del bulbo.

Se incluyen las figuras 1 y 2, donde se pueden ver las dimensiones precisadas ya acotadas.

Con estos valores se puede realizar un diseño aproximado de la turbina, del edificio y de sus condicionantes como el tubo de aspiración, la altura sobre el cauce, etc., que no diferirán mucho de los valores reales de ejecución.

5. Resolución de un ejemplo real

Para ilustrar un poco mejor el tema, se incluye a continuación un ejemplo resuelto. Los valores elegidos se resaltan en amarillo.

Precálculo de una turbina bulbo

- salto = 2,4 m
- salto neto $H = 2,2$ m

- revoluciones = 130,4 r.p.m.
- potencia $P = 777,0$ Kw
- caudal $Q = 40,0$ m³/seg
- rendimiento $\eta = 0,9$

Velocidad de embalamiento N_r
 - $N_r = 365$ r.p.m.

$$N_r = 2,8 N$$

Número específico de revoluciones:

$$N_s = 1520,256H^{-0,2837}$$

$$N_s = 1.215,55$$

Sustituyendo en la fórmula siguiente:

$$N = 116,84 \text{ r.p.m.}$$

Como el valor de N está fuera de los escalones normalizados de r.p.m., se busca el más cercano.

Escalones normalizados de velocidad de sincronismo

r.p.m.	nº pares de polos por fase	r.p.m.	nº pares de polos por fase	r.p.m.	nº pares de polos por fase
3000,00	1	187,50	16	96,77	31
1500,00	2	176,47	17	93,75	32
1000,00	3	166,67	18	90,91	33
750,00	4	157,89	19	88,24	34
600,00	5	150,00	20	85,71	35
500,00	6	142,86	21	83,33	36
428,57	7	136,36	22	81,08	37
375,00	8	130,43	23	78,95	38
333,33	9	125,00	24	76,92	39
300,00	10	120,00	25	75,00	40
272,73	11	115,38	26	73,17	41
250,00	12	111,11	27	71,43	42
230,77	13	107,14	28	69,77	43
214,29	14	103,45	29	68,18	44
200,00	15	100,00	30	66,67	45

Con lo que N_s será aproximadamente $N_s = 1.200,37$

Se realiza la misma operación para N_{sq} :

$$N_{sq} = 156,65 * Q^{0,298534} * H^{-0,033128}$$

$$N_{sq} = 456,67$$

A partir de

$$N_{sq} = n * Q^{0,5} * H^{-0,75}$$

$N = 131,11217$ valor un poco superior al anterior

Se toma N_{sq} como $N_{sq} = 456,67$

Se toma N_s como $N_s = 1.356,94$

Al decantar la elección por una turbina con un N_s mayor se limitará ligeramente la regulación a caudal mínimo para evitar la cavitación.

El diámetro exterior del rodete se aproxima mediante

$$D_e = 0,1826(P/H)^{0,4462}$$

$$D_e = 2,50 \text{ m}$$

Se determina el coeficiente de velocidad periférica k_u

$$k_u = 3,478 * 10^{-3} * N_{sq} + 1,148$$

$$k_u = 2,7363126$$

Con lo que D_e será

$$k_u = \frac{\pi * D_e * n}{60 * (2gH)^{0,5}}$$

$$D_e = 2,63 \text{ m}$$

Tomamos este valor, aunque la diferencia es de un 4,923946 % mayor entre uno y otro cálculo.

A partir de este valor se aplican las fórmulas y se obtienen los resultados siguientes:

$$\frac{K}{D_e} = 2,579 - 0,00123 * N_{sq}$$

$$D_i = 0,90 \text{ m}$$

$$R_{di} = 1,06 \text{ m}$$

$$(F + G) = 8,2075 D_e^{0,9801}$$

$$R_{de} = 1,74 \text{ m}$$

$$K = 5,31 \text{ m}$$

$$B = 1,1745 D_e^{0,9546}$$

$$F+G = 21,19 \text{ m}$$

$$B = 2,96 \text{ m}$$

$$A_0 = 2,8686 D_e^{2,0047}$$

$$A_0 = 19,97 \text{ m}^2 \text{ (área de salida)}$$

$$A_c = 1,67-2 D_e$$

$$A_c = 4,87 \text{ m}$$

$$P = 5 D_e \text{ (mínimo)}$$

$$P = 13,16 \text{ m}$$

$$C = 1,67-1,9 D_e$$

$$C = 4,74 \text{ m}$$

$$M = 2,2-2,4 D_e$$

$$M = 6,05 \text{ m}$$

$$L_{bulb} = 2 D_e$$

$$L_{bulb} = 5,26 \text{ m}$$

$$S = 2,4 D_e$$

$$S = 6,32 \text{ m}$$

Distancia mínima interjejes de turbinas contiguas:

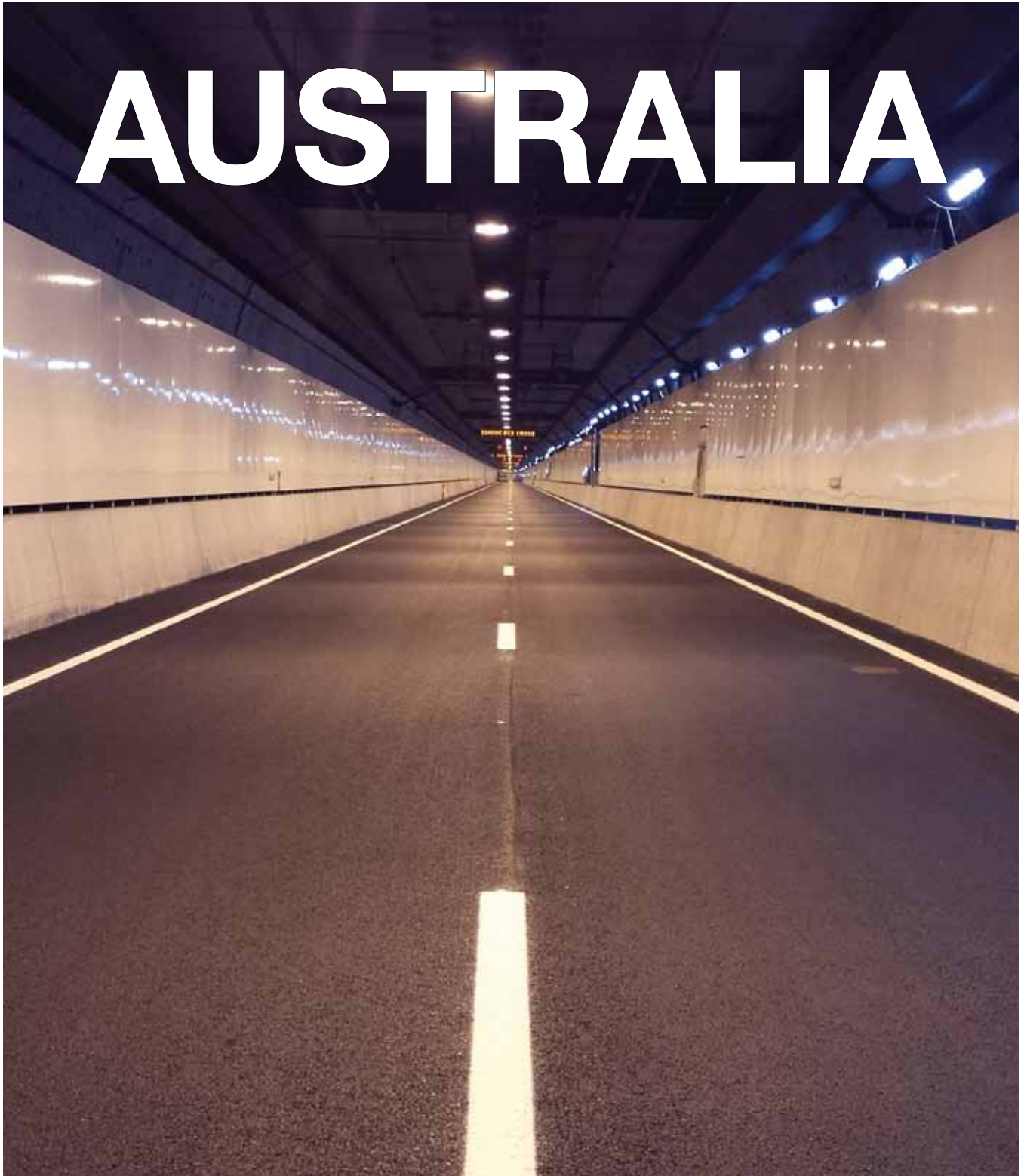
$$A = 2,1358 * D_e + 0,50144$$

$$A = 6,12 \text{ m. } \boxed{\text{ROP}}$$

Referencias

- [1] Cuesta Diego L, Vallarino Cánovas del Castillo E, “Aprovechamientos hidroeléctricos”, Madrid, 2000.
- [2] Grupo formación empresas eléctricas, “Centrales hidroeléctricas II. Turbinas hidráulicas”, Madrid, 1994.
- [3] Gutiérrez del Villar MV, Valverde Barrero P, González García FJ, et al.; “Energías renovables”, C.A.D.E., Valladolid, 1999.
- [4] Jarabo Friedrich F y Elortegui Escartín N, “Energías renovables”, Madrid, 2000.
- [5] Kpordze CSK, Warnick CC, “*Experience curves for modern low-head hydroelectric turbines*”; U.S. Bureau of Reclamation, Idaho water and energy resources research Institute; Moscow, Idaho, 1983, <http://digital.lib.uidaho.edu/cdm/ref/collection/idahowater/id/383>.
- [6] Kpordze CSK, Warnick CC, “*Experience curves for feasibility studies and planning of modern low-head hydroturbines*”; Idaho water and energy resources research Institute; Moscow, Idaho, 1982, <http://www.usbr.gov/tsc/hydrab/pubs/PAP/PAP-0451.pdf>.
- [7] “*Layman’s guidebook on how to develop a small hydro site*”, Comisión de las Comunidades Europeas, 1995, http://www.seai.ie/Renewables/Hydro_Energy/EU_layman’s_guide_to_small_hydro.pdf.
- [8] Larreategui A, Peñalba I, “Máquinas Hidráulicas. ÁBACOS”, Curso 2010-2011, E.T.S.I., U.P.V., Bilbao, 2010, ftp://ftp.ehu.es/cidirb/profs/inpibbeg/material/10_11_abacos/10_11_00_portada_ABACOS.pdf.
- [9] Manuales de Energías Renovables, “Minicentrales hidroeléctricas”, I.D.A.E., Madrid, 1996.
- [10] Marchegiani Ariel, R, “Metodología de diseño preliminar para pequeñas turbinas de reacción”, VII Encuentro latinoamericano en pequeños aprovechamientos hidroenergéticos, Lima, 1997, http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/7151/2/BVCI0006493_2.pdf.
- [11] Mataix C, “Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas”, Madrid, 1970.
- [12] Moulan PH, “Tratado de Mecánica Industrial”, Barcelona, 1924.
- [13] “Pequeñas Centrales hidráulicas”, CDTI, Madrid, 1982.
- [14] “*Renewable Energy Yearbook*”, IDAE, Madrid, 1994.
- [15] “*Selecting Hydraulic Reaction Turbines*”, US Bureau of Reclamation, A Water Resources Technical Publication, Engineering Monograph, Denver, 1976, www.iskb.ch/.../Hydraulic_Reaction_Turbines.pdf?t.
- [16] Sintes Olives FF, Vidal Burdils F, “La industria eléctrica en España”, Barcelona, 1933.
- [17] Zapico Gutiérrez P, “Predimensionamiento de turbinas Francis”, Energética XXI, Madrid, 2014, http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:vJGMuFCf0_IJ:www.energetica21.com/descargar.php%3Fseccion%3Darticulos%26archivo%3DuEwA0gjsdVYL6KYMqFmw6fNI1kImR3rD3pjbWBwvNr7m4BS0nAvig.pdf+%&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=es.
- [18] Zoppetti G, “Centrales hidroeléctricas”, México D.F., 1982.

AUSTRALIA



Legacy Way

Australia, construcción al otro lado del mundo

Paula Muñoz Rodríguez



Con una extensión de más de 7 millones de kilómetros cuadrados, Australia es uno de los países más extensos del mundo. Esta característica obliga a tener una adecuada red de infraestructuras que permita tener perfectamente comunicados todos los puntos del país. En este sentido, las infraestructuras del país australiano necesitan ser operativas y altamente eficaces. Como afirma el embajador de España en Australia, Manuel Cacho, “es el sexto país más grande del mundo, pero tan solo posee una población de 24 millones, concentrada en las principales ciudades del país. En los últimos años, se está produciendo un gran crecimiento de la población y se estima que este incremento continuará en los próximos años hasta incluso duplicarse”.

Por eso, no es de extrañar que la actividad en infraestructuras haya aumentado considerablemente en los últimos años, sobre todo en el campo de los transportes y de las telecomunicaciones. Según el embajador, “queda mucho por hacer y son varios los análisis, incluido los del FMI, que recomiendan más inversión en infraestructuras de transporte. Ahora bien, en Australia el gobierno federal y los estados gozan de una excelente calificación crediticia, AAA, que están comprometidos a mantener. Esta razón junto con el diferente recurso a la deuda pública como fuente de financiación y las distintas opciones de cada Estado (que a su vez tienen ciclos económicos no totalmente corre-

Más de 17.000 kilómetros separan España de Australia, un país con mucho potencial para las empresas constructoras españolas que ven en el país asiático un lugar en el que invertir y poner en práctica sus conocimientos. Allí se encuentran trabajando empresas como Ferrovial, Técnicas Reunidas, Sacyr, OHL, ACS y Acciona, quienes desplazan a parte de su equipo para mantener el *know how* adquirido en España.

lacionados) hacen que cada gobierno afronte sus planes de inversión de un modo diferente”.

Australia es un país muy desarrollado con un nivel de vida alto, una población que crece, una economía abierta que quiere atraer capital, seguridad jurídica y mano de obra formada. Australia lleva 25 años creciendo y las proyecciones indican que va a seguir creciendo a medio plazo a una tasa media del 2,5 %. Ofrece además un acceso privilegiado a la zona Asia-Pacífico, no tanto como base logística (a excepción de Nueva Zelanda) que también sino como mercado de referencia. Un proyecto hecho por una empresa española en Australia es una excelente referencia y tarjeta de presentación en otros países de la región. El marco presupuestario estable del país supone un aliciente adicional, y lo mismo ocurre con los

<p>Australia Canberra</p> <p>Forma de gobierno Monarquía constitucional federal parlamentaria</p> <p>Presidente Malcolm Turnbull</p> <p>Moneda Dólar australiano</p>	<p>Superficie 7.692.024 km²</p> <p>Población 23.613.193 habitantes</p> <p>Idioma Inglés</p> <p>PIB 1.482 billones dólares</p>
--	--

plazos de pago a proveedores, que son muy inferiores a los habituales en España. Los bajos costes financieros han sido una ventaja adicional especialmente para proyectos en modalidad project finance y PPPs.

Según el embajador, “esto no implica que sea un mercado fácil ni sencillo. Al contrario, la transparencia hace que la competencia sea muy intensa. El coste de licitar o de preparar un

proyecto es alto, incluso mantener una oficina en el país supone una inversión elevada tanto por salarios como por coste de alquileres. Esto hace que entrar en el mercado requiera de una inversión importante durante varios años. La legislación y las regulaciones son claras pero complejas al mismo tiempo y hay diferencias y matices en las regulaciones de los diferentes estados. No puede olvidarse que Australia es un



Melbourne

país con un alto nivel de descentralización y los estados tienen un papel protagonista en la identificación, diseño y ejecución de proyectos”.

Infraestructuras en Australia

La Infrastructure Australia Act 2008, posteriormente modificada por la ley de enmienda de infraestructuras de Australia de 2014, estableció las bases para el programa estratégico de las futuras necesidades de infraestructuras en Australia. Esta norma pretende, además, facilitar su implementación en colaboración con los estados, territorios, gobiernos locales y el sector privado. Infrastructure Australia renueva cada año la National Priority List, proporcionando una cartera de proyectos de infraestructura que guían las decisiones inversoras del sector público y privado a largo plazo.

Según este programa, el gobierno australiano tiene previsto invertir unos 50.000 millones de dólares australianos a través del Programa

de Inversión de infraestructura en los próximos años. En diciembre de 2015 se presentó la segunda Declaración ministerial anual de Infraestructura. Entre los principales proyectos de infraestructuras en Australia anunciados o en fase de realización se encuentran los siguientes:

En Nueva Gales del Sur destacan los proyectos del WestConnex, uno de los mayores proyectos de Australia o el Pacific Highway, ambos ya avanzados. En este último están inmersas empresas españolas, como Acciona, OHL o Ferrovial. También están en marcha los planes de infraestructuras del oeste de Sídney (Western Sydney Infrastructure Plan), así como el metro (Sydney Metro Northwest) y tren ligero de Sídney (CBD y South East Light Rail Project y South West Rail Link Extension Corridor), entre otros. En Queensland ya se están preparando para los juegos de la Commonwealth de 2018 con la creación de un nuevo tren ligero que unirá Brisbane con la Gold Coast.

El metro ligero también empezará a rodar en Canberra en 2018 (Capital Metro Light Rail) y en Perth, el Metro Area Express en 2022. En esta última área también se mejorarán las comunicaciones al aeropuerto.

Por su parte, en Victoria se realizarán proyectos como la mejora del Western Highway, Tullamarine Freeway, la M80 y la duplicación de algunos tramos de la Princess Highway. Además, se ampliará y modernizará el metro de Melbourne (MelboMetro Rail Project).

Otro de los proyectos más importantes del Gobierno es el ferrocarril interior de Melbourne a Brisbane, que conectará South East Queensland directamente con Melbourne.

Paralelamente a estos grandes proyectos, el Gobierno ha impulsado dos programas para el desarrollo y mejora de las carreteras nacionales: por un lado, el Black Spot Programme, con unos 200 proyectos en construcción; y por otro, el programa de mantenimiento Roads to Recovery Programme gracias al cual se optimizarán unas 2.000 carreteras de todo el país.

En otras regiones, el Gobierno está concediendo fondos por valor de 200 millones de dólares australianos para fomentar proyectos de infraestructura locales de importancia. Estas ayudas se recogen en el National Stronger Regions Fund, anunciado durante el pasado año. La primera ronda del Stronger Communities Programme para pequeños proyectos de capital ya ha comenzado y la segunda comenzará este año. Recientemente se ha anunciado un nuevo programa específico centra-



Pacific Highway (Ferrovial y Acciona)

do en Smart Cities, que cuenta con 50 millones de dólares para preparar proyectos en ese área.

En territorio australiano se encuentran trabajando algunas empresas españolas, como Ferrovial, Acciona, OHL, Sacyr, Técnicas Reunidas o ACS. El proceso para que una empresa pueda realizar infraestructuras en suelo australiano dependerá del tipo de proyecto al que se quiera optar. En caso de que se presente a una licitación deberá cumplir con los requisitos específicos que éstas piden. En ocasiones y, dependiendo del tamaño del proyecto, deberá asociarse con otras empresas para poder cumplir todos los puntos de la licitación. En otras ocasiones, la empresa puede realizar la obra de manera individual. Además, deberá cumplir la legislación australiana acerca de los requisitos de construcción. Dichos requisitos varían dependiendo del estado en el que se realicen las obras.

Trabajos conjuntos entre Ferrovial y Acciona

Los trabajos que se están realizando en Australia son un magnífico ejemplo de hasta dónde puede llegar la fuerza de la unión entre dos grandes empresas constructoras. Ferrovial y Acciona trabajan conjuntamente en dos proyectos y los resultados no pueden ser mejores.

En abril de 2014, Acciona y Ferrovial resultaron adjudicatarias de un tramo de la autopista del Pacífico en Australia. El objetivo de este contrato era diseñar y construir un tramo de 19,5 kilómetros de la autopista Pacific Highway en Nueva Gales del Sur, entre las localidades de Warrell Creek y Nambucca Heads. El proyecto es



Pacific Highway (Ferrovial y Acciona)

el primer gran contrato de infraestructuras para Ferrovial en Australia.

La autopista Pacific Highway es una de las más transitadas de Australia. Une las ciudades de Sídney, la mayor del país, con Brisbane, la tercera. Los trabajos de ampliación y mejora forman parte del plan de los gobiernos de Australia y Nueva Gales del Sur para transformar esta carretera en una vía de cuatro carriles, por la que transitan diariamente más de 15.000 viajeros, según las estimaciones del gobierno australiano.

El proyecto supone la ejecución de 14 viaductos de vigas artesas prefabricadas con luces de vano de unos 40 metros. Estas vigas artesas son una propuesta innovadora en el país, ya que están acostumbrados a otro tipo de vigas prefabricadas. El presupuesto alcanza los 509 millones de dólares australianos, incluyendo

el diseño y la construcción. La redacción del proyecto alcanza el 8,5 % del presupuesto total, es decir, unos 40 millones de dólares. En este proyecto se encuentran trabajando unos 12 ingenieros de Caminos españoles y unos 30 ingenieros civiles australianos.

También se encargan conjuntamente del diseño y la construcción de un nuevo puente sobre el río Clarence en Harwood, de más de un kilómetro de longitud, que cuenta con cuatro carriles y que tiene una altura de unos 33 metros. El proyecto, de 250 millones de dólares, es un componente clave del tramo entre Woolgoolga y Ballina, en la Pacific Highway.

Acciona y Ferrovial, dentro del consorcio Nexus Infrastructure, tienen adjudicada la construcción y la explotación de la circunvalación de la ciudad de Toowoomba, la Toowoomb-



Toowoomba

ba Second Range Crossing. Este proyecto tiene una inversión prevista de 1.600 millones de dólares australianos (alrededor de 1.100 millones €).

El contrato comprende el diseño, construcción, financiación, operación y mantenimiento de la circunvalación de 41 kilómetros de la ciudad de Toowoomba, una vía que permitirá una sustancial mejora del tráfico en la sexta ciudad por importancia del Estado de Queensland y reducirá el tránsito de vehículos pesados en el entorno urbano. Además de reunir las mejores condiciones técnicas y económicas, la propuesta de Nexus incluye compromisos de empleo y contratación de proveedores locales.

El proyecto se iniciará este año con el diseño en detalle del proyecto y los trámites administrativos y operativos que permitan iniciar los trabajos de construcción. La construcción de la autovía se completará, previsiblemente, a finales de 2018 y el consorcio se ocupará a partir de ese momento, y durante 25 años, de la operación y mantenimiento de la circunvalación de Toowoomba.

Ferrovial, conexiones por carretera

Ferrovial llegó al mercado australiano en 2011, con la incorporación de Ferrovial Agroman (Australia) Pty Ltd y la apertura de una oficina central de Australasia en Sídney.

En los últimos cinco años Ferrovial Agroman ha crecido progresivamente desde su primer contrato durante las fases iniciales de desarrollo del proyecto WestConnex en 2012, seguido de sus dos primeros contratos de construcción adjudicados por NSW Roads & Maritime Services (RMS) para la mejora de la carretera Nelson Bay en julio de 2013 y del enlace de Sancrox también en la Pacific Highway en febrero de 2014.

Otro de los proyectos en curso es la Northern Beaches Hospital Road, la mejora de la infraestructura viaria en torno a un futuro hospital en el norte de Sídney, cuya inauguración está prevista para el año 2018. Para en-

tonces tendrán que estar listos estos accesos, que permitirán aumentar la capacidad de la red de carreteras y mejorar el acceso a la zona para conductores, peatones y ciclistas.

Está previsto que este proyecto se entregue en dos fases. Una primera, en la que los trabajos permitan un acceso básico al futuro hospital de Northern Beaches, y una segunda etapa en la que se incremente la capacidad de vías circundantes.

Ferrovial también ha participado en la construcción de la Nelson Bay Road, la principal conexión entre la ciudad de Newcastle y la península de Tomaree (Estado de New South Wales), una zona de costa con unas playas muy demandadas por su longitud y belleza medioambiental.

Este proyecto consiste en la duplicación y renovación de la carretera existente a lo largo de más de 4 kilómetros, con sus correspondientes conexiones con las carreteras locales. El trazado se desarrolla a menos de 5 kilómetros del sistema de barrera de dunas costeras de Stockton, lo que hace que todos los trabajos de tierras se hagan con arena suelta de playa. Además de las dificultades del terreno, la zona de Port Stephens es un lugar muy poblado de koalas, por lo que el proyecto tuvo que garantizar la supervivencia de esta especie.

El 18 de mayo de 2015, fue inaugurado el proyecto de mejora del Nelson Bay Road. Según el gobierno australiano, “estas obras mejorarán la seguridad y proporcionarán tiempos de viaje más fiables para los 7.000 conductores que utilizan esta carre-

tera a diario entre Newcastle y Port Stephens”.

Acciona, autopistas y ferrocarril

Además de los trabajos conjuntos con Ferrovial, Acciona está construyendo una ruta de tren ligero de 12 kilómetros en Sídney. Acciona ha firmado junto con sus socios del consorcio Altrac Light Rail un contrato con el gobierno de New South Wales en Australia para construir una ruta de tren ligero con un presupuesto de 2.100 millones de dólares australianos (unos 1.400 millones de euros). Este tren será un elemento vital del sistema de transporte público de Sídney, que ayudará a descongestionar el tráfico.

El consorcio Altrac Light Rail incluye a Acciona, Transdev Sydney, Alstom Transport Australia y Capella Capital y ha sido contratado para diseñar, construir, explotar y mantener la nueva red de tren ligero Sydney CBD y South East Light Rail. Como parte del proyecto, el consorcio también asumirá la actual línea Inner West Light Rail.

Acciona será responsable del diseño, construcción e integración de la obra civil, incluyendo 12 kilómetros de vías, 19 paradas, un puente sobre la autopista Eastern Distributor, un túnel debajo de Moore Park, las instalaciones del centro de control, cocheras para los vagones del tren ligero, un depósito de mantenimiento y subestaciones y otros edificios de servicio a lo largo de la ruta.

Este complejo proyecto en el corazón de Sídney conllevará importantes reubicaciones de infraestructuras de servicios de energía, telecomunicaciones y gas, así como una extensa regeneración urbana, como la trans-



Nelson Bay Road (Ferrovial)



Tren ligero de Sídney (Acciona)

formación en un paseo peatonal de parte de George Street, una de las principales arterias de la ciudad en el Distrito Central de Negocios.

Acciona y sus socios han colaborado estrechamente con Transport for NSW para identificar un amplio abanico de mejoras en el diseño, incluyendo vagones de tren, con una capacidad superior a la de 15 autobuses. Como resultado, la nueva red de tren ligero podrá transportar hasta un 15 % más pasajeros en horas punta y proporcionar un 33 % más de asientos durante el día. El proyecto también incluye una infraestructura sin cables para preservar la estética del Distrito Central de Negocios.

Se espera que la nueva red de tren ligero, cuya entrada en operación está prevista para principios de 2019, genere una actividad económica en su entorno estimada en 4.000 millo-

nes de dólares australianos para la economía de Nueva Gales del Sur, con la creación de 10.000 puestos de trabajo.

Uno de los hitos más importantes de Acciona en Australia ha sido la aper-

tura al tráfico del túnel Legacy Way en Brisbane, un proyecto de 1.500 millones de dólares australianos en el que Acciona ha participado a través del consorcio Transcity (junto con Ghella y BMD Constructions). La construcción del túnel, que ha



Legacy Way (Acciona)

superado los récords de velocidad de tunelación a nivel mundial.

Legacy Way consta de dos túneles paralelos de 12 metros de diámetro y aproximadamente 4,6 kilómetros de longitud y une la autovía Centenary Motorway con el anillo metropolitano Inner City Bypass. El proyecto constructivo y de planificación de los trabajos ha tenido en cuenta la necesidad de garantizar y respetar la movilidad del transporte público, vehículos privados y peatones en el área, así como de integrar el

proyecto en la ciudad con un diseño urbanístico adecuado que preserve y realce la importancia de los Jardines Botánicos Mt Coot-tha colindantes.

Su construcción ha contado con dos tuneladoras, cada una de más de 100 metros de longitud y con una cabeza giratoria circular de 12,4 metros de diámetro.

Transcity utiliza una serie de enfoques técnicos que reducen costos, minimizan el impacto ambiental y aportan mejoras a la eficiencia. Un

ejemplo ha sido el uso de un túnel transportador para transportar los escombros de tunelación, eliminando así 96.000 trayectos de camión por carretera en superficie.

En energías renovables, Acciona ha construido y posee tres parques eólicos en Australia (uno mediante una joint venture) y ha desarrollado una sólida trayectoria de proyectos de construcción. Los parques eólicos de Waubra en Victoria, Gunning en Nueva Gales del Sur y Cathedral Rocks en Australia del Sur producen



Legacy Way (Acciona)

304,5 MW de energía limpia, capaces de cubrir las necesidades energéticas de 205.000 hogares. Acciona también presta servicios de ingeniería, construcción y explotación para el proyecto solar Royalla de 20 MW cerca de Canberra.

En gestión de agua, esta compañía participa con el 50 % en la sociedad que opera la desaladora de Adelaida para SA Water y forma parte del consorcio Helena Water, el consorcio responsable de la construcción, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua de Mundaring en Perth.

OHL, enlazando proyectos en el mercado australiano

OHL también tiene una importante presencia en Australia. Ha terminado recientemente dos proyectos y actualmente tienen otros tres en ejecución, en el estado de Nueva Gales del Sur (NSW). Se trata de dos contratos en la Pacific Highway y uno en la Schofield Road.

Los dos proyectos en ejecución en la primera son el W2HC y el K2K. El primero de ellos es un tramo de la Pacific Highway, la sección entre Woolgoolga y Halfway Creek. La obra consiste en la ejecución de 16 kilómetros de

autovía con pavimento de hormigón, de los cuales 9 kilómetros, aproximadamente, son de nuevo trazado y el resto es una mejora del trazado existente. El presupuesto de la obra es de unos 237 millones de dólares.

El segundo tramo es la sección entre Kundabung y Kempsey. La obra consiste en la ejecución de 12 kilómetros de autovía con pavimento de hormigón, de los cuales 7 kilómetros, aproximadamente, son de nuevo trazado y el resto es una mejora del trazado existente. El presupuesto de la obra es de unos 151 millones de dólares.



W2HC (OHL)

La obra en ejecución en la Schofield Road es Schofield 2. El proyecto consiste en el desdoblamiento de 4 kilómetros de la Schofield Road entre Tallawong Road y Veron Road en los suburbios de Sídney. El presupuesto de la obra es de 82 millones de dólares.

La mayor parte del equipo es personal local. En total, hay seis ingenieros de Caminos ocupando distintas responsabilidades dentro de OHL en Australia.

Sacyr, con Valoriza Agua

Valoriza Agua a través de su filial Valoriza Water Australia con el soporte ingenieril de Sadyt, cuenta con la adjudicación del contrato del proyecto y obras de la nueva planta de tratamiento de agua potable de Newman, para la minera BHP Billiton en el noroeste de Australia. El importe del proyecto es de 22 millones de dólares australianos (15,6 millones de euros) y la planta tiene un periodo de construcción de 18 meses. Con la nueva planta de Newman, se pretende sustituir a la existente que cuenta con más de 40 años en servicio y que se encarga de abastecer, en la actualidad, a la población de Newman. Tras las obras de construcción, la nueva planta de tratamiento de aguas de Newman tratará un caudal medio de 16.500 m³/día, lo que le permitirá resolver las necesidades de abastecimiento de la empresa minera y de una población de 5.500 habitantes.

En cuanto al tratamiento, se ha diseñado un sistema adaptado a las necesidades particulares del agua a tratar basado en un pretratamiento para eliminación de hidrocarburos y de *Cryptosporidium*, y tratamiento



Desaladora de Perth (Sacyr)

de potabilización basado en ósmosis inversa, desinfección y remineralización.

Otro de los proyectos más importantes en los que han participado empresas españolas es la desaladora de agua de mar de Binningup, llevada a cabo por Sacyr, a través de Valoriza Agua, junto a Técnicas Reunidas. La participación de los miembros del consorcio es del 38 % para Técnicas Reunidas, 38 % para Valoriza Agua y un 19 % y 5 % respectivamente para A.J. Lucas y Worley Parsons, los dos socios australianos. En 2011, Valoriza Agua ya diseñó y construyó la primera fase; la ampliación entró en funcionamiento en 2013. En la actualidad, Valoriza Agua opera y mantiene esta planta por un periodo de 25 años.

La desaladora tiene una capacidad de producir 306.000 m³/día de agua potable, y cubre el 17 % de la demanda de agua de Perth, lo que se traduce en 1,6 millones de personas. Tras una investigación del área de I+D+i, Valoriza Agua

realizó un sistema de microtúneles debajo de las dunas a través de tuberías desde la planta al mar para reducir el impacto de las salmueras en el mar.

ACS en Australia a través de CIMIC A finales de 2015, ACS, a través de sus filiales Dragados y Leighton Contractors, firmó con Sydney Motorway Corporation un contrato para el diseño y la construcción de la nueva autopista M5 en Sídney por 4.300 millones de dólares australianos (unos 2.875 millones de euros). Esta nueva autopista es la segunda fase del proyecto WestConnex, la infraestructura más larga de transporte y revitalización urbana en Australia, que será ejecutada en tres fases.

Este proyecto, adjudicado por Sydney Motorway Corporation, consiste en la construcción de un túnel doble desde la M5 Este en Kingsgrove hasta el enlace de St. Peters. De esta manera, se multiplica en más de dos la capacidad de la vía y se mejora el acceso este-oeste entre el centro financiero de Sídney, Port Botany



WestConnex (Cimic)

y la zona aeroportuaria, así como las áreas de desarrollo urbano del suroeste. Además, de estos nueve kilómetros de autopista, se mejorarán los enlaces entre las autopistas de King Georges Road en Beverly Hills, actualmente en construcción, y el nuevo enlace de St. Peters. Está previsto que la nueva autopista M5 se abra al tráfico a finales de 2019.

ACS, a través de Cimic, también está trabajando en la ampliación y mejora de la sección C de la autopista Bruce Highway en Queensland. Este proyecto supone más de 10 kilómetros nuevos de autopista, de cuatro carriles, incluyendo siete puentes.

Otros proyectos en marcha son el diseño y construcción de la ampliación de seis kilómetros de la autopista Mitchell en el corredor noroeste de Perth, cuya finalización está prevista para mediados de 2017, y el diseño y construcción de obras para el NorthSouth en Adelaida, en el tramo de carretera que unirá Torrens Road

en Ridleytown y Ashwin Parade en Torrensville y que abrirá al tráfico a finales de 2018.

Ingenieros de Caminos españoles en Australia

La primera cuestión a tener en cuenta para trabajar en Australia es tener un visado en vigor. Existen varias opciones de visado para trabajar temporal o permanentemente en el país. Si se cuenta con un sponsor, destacan los visados 457 (*Temporary Work Skilled Visa*), con el que se puede estar hasta un periodo de 4 años, y el visado 401 (*Temporary Work/Long Stay Activity*). De los anteriores visados, algunos pueden ser, además, nominativos. En este caso, se consigue una visa de trabajo temporal y no será necesario el reconocimiento como ingeniero de Caminos para desarrollar la carrera profesional. La limitación es que solo se puede trabajar para el sponsor. Si la empresa prescindiera del trabajador, habría 90 días para abandonar el país o encontrar alguna otra empresa.

Otra opción es la *Work and Holiday Visa*, para jóvenes, menores de 30 años que quieran trabajar en Australia durante un máximo de 12 meses. Aunque también existen más visados como el 476 (*Recognised Graduate Visa*), también para jóvenes. Este visado permite a los titulados en ingeniería (grado, master, doctorado, postgrado) trabajar, viajar o estudiar en Australia. El título ha de haberse obtenido los dos años anteriores a la solicitud. Sin embargo, este visado no es aplicable a todos los titulados en ingeniería. Solo aquellos que hayan estudiado en las universidades o instituciones que aparecen en el listado como reconocidas podrán postular a este visado. Aunque en ella no se incluyen universidades españolas, si algún español ha obtenido su título en una de las universidades mencionadas puede trabajar en Australia durante un máximo de un año y medio. Si se quiere optar a la residencia permanente y ejercer la profesión por libre, es necesario el reconocimiento del título de ingeniero de Caminos. Para ello está el visado 189 que permite vivir y trabajar en Australia como residente. La condición es que el empleo esté incluido en la *Skilled Occupation List*, y los ingenieros civiles lo están, que convaliden el título pasando las pruebas del *Engineers Australia* o del *Vetasses* (dependiendo del tipo de ingeniero civil) y que se tenga menos de 50 años.

En el caso de los ingenieros de Caminos, hay varios "oficios" demandados en la lista, como pueden ser *Civil Engineer*, *Engineering manager*, *Construction Project manager*, *Structural Engineer*.... Como afirma Eduardo Gutiérrez, director adjunto del Harwood Bridge de Ferrovial, "afortunadamente la administración

pública australiana está llevando a cabo un ambicioso plan de desarrollo de infraestructura para el que se requieren muchos ingenieros de Caminos. Esto ha permitido que nuestra profesión se encuentre en la lista de ocupaciones demandadas”.

Tanto si se cuenta con un sponsor como si se pretende trabajar por cuenta propia, será necesario pasar por un proceso llamado “migración de habilidades” (Migration Skill Assessment). Según comenta, Eduardo Gutiérrez, “se trata de una convalidación del título. Este proceso lo lleva a cabo Engineers Australia, que es

la institución que asocia a todos los ingenieros del país. Una especie de Colegio de Ingenieros australiano que engloba todas las especialidades de la ingeniería. Es un largo proceso en el que, básicamente, tienen que reconocer tu titulación académica, tu nivel de inglés, tu experiencia profesional y tus conocimientos de ingeniería. El núcleo duro de este proceso supone la redacción de tres ensayos de unas 2.000 palabras cada uno, en inglés, relacionado con tu carrera profesional en el que demuestres, a su juicio, tus habilidades como ingeniero”. Y añade: “Lamentablemente, el reconocimiento

del título de Ingeniero de Caminos pasa por tener experiencia profesional, así que, los recién titulados no tienen abierta esta vía y solo tienen la posibilidad de entrar al país mediante una visa de estudiante, que te permite estudiar y trabajar a tiempo parcial en Australia. La contrapartida de esto es que estudiar en Australia para un extranjero es tremendamente caro, así que esta alternativa supone tener un fuerte respaldo económico”.

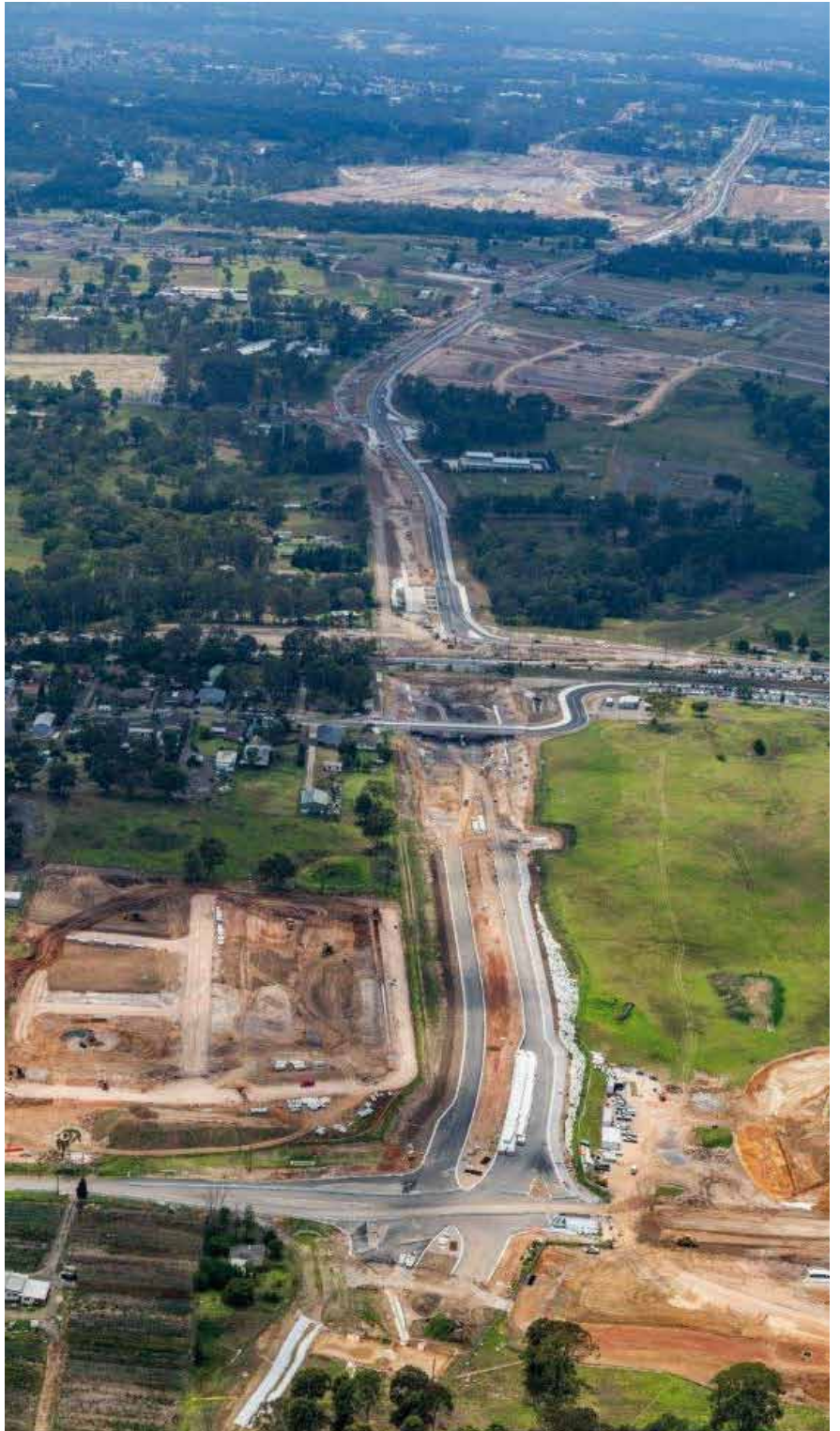
Este ingeniero de Caminos lleva más de 17 años trabajando para Ferrovial “y siento la empresa como si fuera mía en lo que se refiere a toma de



Legacy Way (Acciona)

decisiones y desempeño”. Además de miembro del Colegio de Ingenieros de Caminos en España, es Profesional Civil Engineer y miembro de Engineers Australia.

En su opinión, las diferencias entre la forma de trabajar en Australia y en España son más que evidentes. “El sistema y la organización de las obras en Australia no tiene nada que ver con el sistema de España. Haciendo un simple resumen, en España, el foco está puesto en el producto final, de manera que, a menudo, el proyectista expresa el resultado final del diseño, sin detallar el proceso constructivo. Aquí en Australia eso sería impensable, el foco está puesto en el proceso y esto supone tener que exponer por escrito todos y cada uno de los procesos, así como desarrollar toda una ingente toma de datos para demostrar que el proceso se ha seguido a pie juntillas. Los ingenieros australianos están acostumbrados a desarrollar y seguir esos procedimientos. El sistema es realmente abrumador. Los ingenieros españoles aportan otro valor a la obra. El equilibrio es absolutamente necesario”. Oriol Budo, director de proyecto de la autopista de Auckland, de Ferrovial, es de la misma opinión. “El mundo anglosajón funciona de forma muy diferente a cómo se trabaja en España. Por lo general, la planificación y grado de detalle es mayor y los procesos bien definidos desde el principio. Aunque esto implique una mayor inversión inicial, se traduce en un menor margen de error durante ejecución. La gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y stakeholders, juegan todavía un papel más importante de lo que ya lo hacen en España, siendo los condicionantes principales de toda



W2HC (OHL)

planificación. Sin embargo, a veces un sistema tan sistematizado reduce el potencial a la incorporación de ideas innovadoras y reduce la flexibilidad en la gestión. Por ello, en mi opinión, las empresas españolas, una vez entendidos el mercado y los procesos, están teniendo tanto éxito en estos entornos”.

Uno de los mayores hándicaps que tienen los ingenieros de Caminos españoles, y en el que el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos está trabajando de manera más obstinada, es la convalidación de los títulos en el extranjero. Para Manuel de Miguel, director adjunto del Northern Beaches Hospital Road de Sídney, de Ferrovial, “con la creciente presencia de empresas es-

pañolas en Australia, el ingeniero de Caminos español se va dando a conocer y gracias a sus cualidades va ganando reconocimiento y prestigio. Sin embargo, el reconocimiento del título universitario sigue siendo una asignatura pendiente en Australia y en general en exterior. En mi opinión, debería hacerse un mayor esfuerzo por promover la convalidación de títulos en el extranjero. Esto sin duda facilitaría enormemente el acceso al mercado laboral de los ingenieros de Caminos españoles en el exterior”. Y Oriol Budo añade: “La convalidación del título ayuda para que los escépticos tengan claro que están tratando con alguien de su mismo nivel”.

Por el momento, son rara avis en el sector. Según comenta Juan Felices,

general manager de OHL en Australia, “hasta hace muy poco tiempo no ha habido ingenieros españoles en Australia, se puede decir que somos una novedad. Por lo que no ha habido tiempo para demostrar nuestras capacidades”. A pesar de esto, parecen necesarios, porque como afirma Eduardo Gutiérrez, “en buena medida somos los que mantenemos, de alguna manera, las señas de identidad y la cultura de la empresa”.

Para Eduardo Gutiérrez “se necesitan ingenieros españoles e ingenieros australianos. Mi percepción es que, académicamente, no están tan bien preparados como nosotros, pero tienen otras habilidades extraordinariamente desarrolladas como hablar en público o vender sus logros. Por otro lado, en labores de alta gestión, la comunicación es crucial así que nuestro hándicap, en la mayoría de los casos, es el idioma. Este hecho es, a menudo, bastante frustrante”.

El día a día también es bastante diferente de lo que estamos acostumbrados. “Los australianos suelen levantarse a las 5 de la mañana y se acuestan en torno a las 8 de la tarde, más o menos. A los españoles nos cuesta llevar ese horario, pero nos vamos adaptando. En la obra, el día comienza en cada tajo con una reunión a las 6:45. Mi problema y el de muchos otros españoles en este proyecto es que desde casa a la obra hay una hora de coche, así que salgo de casa a las 5:45 y llego a casa a las 7 de la tarde. De lunes a viernes no hago otra cosa más que trabajar. Es duro. Australia es un país enorme con distancias enormes. Es difícil encontrar una obra en un entorno urbano, tal y como lo conocemos en España”, señala Eduardo Gutiérrez.



Tren ligero de Sídney (Acciona)



Pacific Highway (Ferrovia y Acciona)

En cuanto al salario que perciben los ingenieros de Caminos en Australia, Eduardo Gutiérrez afirma que “un ingeniero recién salido de la Universidad, que está a pie de obra con papeleo continuamente, cobra unos 60.000 dólares australianos brutos al año. Esto se va incrementando hasta los 160.000 que viene a cobrar un ingeniero con unos 15 años de experiencia, aunque fluctúa con las responsabilidades que lleve a cabo en la organización”. En resumen, como comenta Manuel de Miguel, “el salario medio de un ingeniero de

Caminos en Australia es alrededor de un 35 % más alto que en España”.

Eduardo está casado y tiene dos hijos y establecerse “es duro. No es fácil empezar una vida desde cero. Hay que hacer un ejercicio de empatía para entenderlo. Australia está muy lejos. Tienes que dejar atrás todo lo que tenías en España”, comenta. Sin embargo, tiene su parte positiva. En su opinión, “lo mejor es el enriquecimiento personal y familiar, pero no es gratis, se paga un alto precio al estar tan lejos de parte de tus seres

queridos. Mis hijos van a salir con el inglés integrado de fábrica, en mi caso es un añadido a mi cerebro, que se oxida si dejas de usarlo. Otra ventaja es el incremento de oportunidades que se te presentan cuando estás trabajando fuera”.

Respecto a la calidad de vida del país australiano, todos coinciden en señalar, que está entre las más altas del planeta “y las principales ciudades australianas aparecen en el top 10 de las más altas en el mundo”, afirma Juan Felices. Aunque para Manuel

de Miguel, “depende del concepto personal de calidad de vida. El clima, la comida, la cultura, la historia y la alegría de los países mediterráneos es inigualable”.

Oriol Budo está trabajando en la licitación de un proyecto de autopista en el norte de Auckland, en Nueva Zelanda y afirma que “a corto/medio plazo veo mi futuro lejos de España, ya sea en Australia o en otro país. En cuanto a las ganas de volver a España, estas están siempre ahí, desde el primer día que me fui, pero soy consciente de que a día de hoy no sería una buena opción”.

Por su parte, Juan Felices, tras más de dos años en Australia y 13 fuera de España, afirma tener muchas ganas de volver a España. “En este sector es muy complicado hacer planes a largo plazo y más con la situación económica mundial, por lo que no hago planes a futuro. Hay mucho trabajo por delante para desarrollar y fortalecer la presencia de la compañía en Australia y Nueva Zelanda. Está presente el deseo de volver a España, aunque después de tantos años fuera puede que la idea que tengo del país esté un poco idealizada”, concluye. **ROP**



Juan Felices
Managing Director de OHL Pacific



Oriol Budo
Director de proyecto de la autopista de Auckland. Ferrovial



Eduardo Gutiérrez
Director adjunto del Harwood Bridge. Ferrovial



Manuel de Miguel
Director adjunto del Northern Beaches Hospital Road de Sidney. Ferrovial





Manuel Cacho

Embajador de España en Australia

“Australia acoge a las personas venidas de fuera con gran generosidad”

En cifras de inversión, ¿se puede cuantificar la presencia de las empresas españolas en Australia?

Según los datos del Registro de Inversiones del Ministerio de Economía y Competitividad el stock de inversiones españolas en Australia (posición inversora) era de 1.354 millones de euros a finales de 2013. Hay actualmente casi 100 empresas españolas establecidas en Australia, en algunos casos 100 % filiales de empresas españolas y en otros *joint ventures* entre empresas españolas y australianas. Hubo un fuerte aumento de las inversiones y del interés por Australia a mediados de la década pasada, coincidiendo en buena medida con la llegada de Navantia al país y el contrato para el suministro de dos buques LHD para la Australian Navy. Tras aquel pico, la llegada de empresas españolas ha continuado, a un ritmo menor pero constante de forma que hay una presencia creciente en sectores muy diversos. Adicionalmente los flujos comerciales han seguido un camino paralelo y las exportaciones españolas a Australia alcanzaron 1.639 millones de euros en 2015, más del doble de la cifra de 2006.

¿Qué volumen de negocio se puede circunscribir al área de infraestructuras?

Un porcentaje muy relevante. De entre las inversiones en Australia destacan

sin duda las operaciones de los grandes grupos españoles de construcción e ingeniería civil. Así las empresas dedicadas a construcción de proyectos de infraestructuras de transporte y aguas, energías renovables y suministro de equipos para dichos proyectos son mayoría entre las instaladas en el país.

¿Qué beneficios ofrece Australia para que las empresas españolas inviertan en este país?

Más que las ayudas directas a los inversores lo relevante aquí es el atractivo país. Australia es un país muy desarrollado con un nivel de vida alto, una población que crece, una economía abierta que quiere atraer capital, seguridad jurídica y mano de obra formada. Australia lleva 25 años creciendo y las proyecciones indican que va a seguir creciendo a medio plazo a una tasa media del 2,5 %. Ofrece además un acceso privilegiado a la zona Asia-Pacífico, no tanto como base logística (a excepción de Nueva Zelanda) que también sino como mercado de referencia. Un proyecto hecho por una empresa española en Australia es una excelente referencia y tarjeta de presentación en otros países de la región. El marco presupuestario estable del país supone un aliciente adicional, y lo mismo ocurre con los plazos de pago a proveedores, que son muy inferiores a los habituales en España. Los bajos costes financieros

han sido una ventaja adicional especialmente para proyectos en modalidad *project finance* y PPP.

Lo anterior no implica que sea un mercado fácil ni sencillo. Al contrario, la transparencia hace que la competencia sea muy intensa. El coste de licitar o de preparar un proyecto es alto, incluso mantener una oficina en el país supone una inversión elevada tanto por salarios como por coste de alquileres. Esto hace que entrar en el mercado requiera de una inversión importante durante varios años. La legislación y las regulaciones son claras pero complejas al mismo tiempo y hay diferencias y matices en las regulaciones de los diferentes estados. No puede olvidarse que Australia es un país con un alto nivel de descentralización y los Estados tienen un papel protagonista en la identificación, diseño y ejecución de proyectos. Además de contar con un buen plan de negocios es recomendable que las empresas que quieren entrar en el mercado se apoyen en la oficina comercial de la Embajada antes de tomar una decisión final.

¿Existe una legislación o algún convenio bilateral que favorezca el trabajo de las empresas constructoras españolas en el país? ¿Y de los ingenieros de Caminos españoles en el país?

No específicamente. España cuenta con un convenio de doble imposición desde

Paula Muñoz Rodríguez

En junio de 2015, Manuel Cacho fue nombrado embajador de España en Australia, un puesto al que llega tras una dilatada trayectoria diplomática que comenzó en 1977. Desde entonces ha estado destinado en las representaciones diplomáticas españolas en Zaire, Filipinas, Chile y Reino Unido. En 1995 fue nombrado cónsul general de España en Jerusalén y, posteriormente, embajador de España en la República Federal de Nigeria y embajador de

España en la República Árabe Siria. En octubre de 2008, embajador de España en Cuba. Su último destino fue como embajador en Misión Especial para la Candidatura de España al Consejo de Seguridad de Naciones Unidas. Desde su actual destino, también es el responsable diplomático español en otros países de Oceanía, como Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón o Tuvalu.

1992 con Australia que permite evitar la doble imposición fiscal internacional, pero se aplica a todas las empresas, no solo a las de ingeniería. Además, tiene un acuerdo con España de cooperación cultural, educativa y científica. Pero aparte de eso no existen convenios bilaterales específicos. Aún no se han iniciado formalmente las negociaciones para la firma de un Acuerdo de Libre Comercio entre la UE y Australia por lo que es pronto para saber qué aspectos, más allá de los arancelarios, se incluirán en las negociaciones.

En lo relativo a la edificación y la construcción, las empresas españolas han de cumplir la misma ley que cualquier otra empresa australiana. Eso no quita que también puedan aprovechar los beneficios fiscales que se presentan a todas las empresas del mercado australiano. Por ejemplo, desde 2013 está el Tax Loss Incentive, que básicamente se trata de un incentivo fiscal para promover la inversión privada en determinadas infraestructuras. O accedan a la cofinanciación ofrecida vía el nuevo NAIF, la Facilidad de Infraestructuras para el Norte de Australia y, en el caso de los proyectos de energías renovables, se apoyen en la Australian Renewable Energy Agency o en la Clean Energy Finance Corporation. Evidentemente las empresas españolas cuentan también aquí con los instrumentos que nuestra Administración pone a su disposición

(coberturas de CESCE, FIEM modalidad comercial y líneas de financiación de COFIDES, ICO, entre otros). Por último, BBVA y Banco Santander tienen presencia directa en Australia.

¿Cómo perciben los australianos a las empresas constructoras españolas? ¿Y a los españoles en general?

Las empresas constructoras españolas gozan de una buena reputación en el país, porque los proyectos que llevan a cabo se completan dentro de los plazos previstos y con el presupuesto asignado. Se han realizado proyectos emblemáticos en tiempo y forma y eso ha sido esencial para crear una imagen de socios fiables. Al mismo tiempo las empresas españolas han sabido contar con partners locales, ya sea como socios o como proveedores, y aunar esfuerzos con esas empresas locales y que tienen, por definición, un buen conocimiento del mercado local.

Por lo que se refiere a nuestra imagen-país en general cabe calificarla de positiva. España, y su cultura, es conocida y apreciada en Australia, e igualmente se reconocen las mejoras de nuestra economía estos últimos años y el hecho de que los dos países mantengamos una estrecha colaboración en áreas como la defensa ha contribuido a generar una imagen-país realmente buena a pesar de la distancia geográfica que nos separa.

¿Cuáles son los principales inconvenientes que tienen los españoles que van a vivir y trabajar a Australia?

Australia es un país que acoge a las personas venidas de fuera con gran generosidad. Por lo general, los españoles no suelen encontrarse con más dificultades que las derivadas del cambio de costumbres, de idioma. Y todos han de pasar por un período de adaptación al medio que consiste en conocer el funcionamiento de la administración, de los servicios públicos, y las regulaciones locales. Lo cierto es que, al tratarse de una sociedad con raíces europeas, los españoles no tienen grandes problemas para encajar y encontrar su sitio rápidamente.

¿Qué recomendaciones haría a un español que está pensando en ir a buscarse la vida a Australia?

Yo les recomiendo que, en primer lugar, vengán a trabajar a Australia con un contrato de trabajo y con un visado en regla. Para los jóvenes españoles que deseen vivir una experiencia cultural enriquecedora, les recomiendo que consideren hacer uso del acuerdo de movilidad de jóvenes que España firmó con Australia en 2014. Este acuerdo ofrece la posibilidad de estudiar, viajar y trabajar en Australia durante un año gracias a un visado 'Work and Holiday'. **ROP**



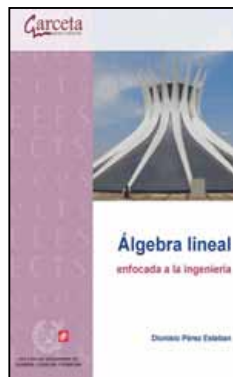
‘Apuntes de introducción a la dinámica lateral del tren y la vía’. El contacto rueda-carril y las fuerzas en el contacto. Las teorías de Hertz y Kalker, el programa Contact y las rutinas tipo Fastsim. Con 118 programas en Matlab y VBA para Autocad y Excel. Manuel Melis Maynar.

Los movimientos laterales del tren sobre la vía se calculan integrando las ecuaciones dinámicas del movimiento y a partir de las fuerzas laterales que se producen en el contacto entre la rueda y el carril ferroviario. El cálculo de estas fuerzas laterales en el contacto se debe a los trabajos de los profesores Hertz, en 1881, y Kalker, en 1967. Es un tema sobre el que se suele pasar de puntillas en las clases pero que se recoge de forma bastante detallada en estos apuntes. Se incluyen 118 rutinas y programas en Matlab para el cálculo de los ejes de la

elipse de contacto, para el cálculo del *approach* entre rueda y carril, para el cálculo de los pseudodeslizamientos de las ruedas al ir circulando el tren y para el cálculo de las fuerzas laterales del tren sobre la vía y viceversa, entre otros muchos problemas. Se abordan también casos sencillos del movimiento del bogie y de la no linealidad y la inestabilidad de su movimiento, con y sin amortiguadores antilazo y para ejes con y sin uniones elásticas a la estructura del bogie.

Se plantean y resuelven varios problemas que calculan las aceleraciones laterales de un eje debidas a un determinado defecto de alineación lateral de la vía. Si el tratamiento de la señal se hace adecuadamente, el problema inverso puede llevar a un buen mantenimiento de la vía como ocurre en Japón y otros países. El tema se trata en los capítulos 9 y 10. **ROP**

Todos los libros de esta página están a la venta en la Librería Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. T. 91 308 34 09 F. 91 319 95 56 libreria@ciccp.es



‘Sistemas de representación para ingenieros’. Antonio A. Arcos Álvarez, José Manuel Martínez Simón, Luis M. Méndez Valentín, Jesús María Alonso Trigueros. 2016, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos / Garceta Grupo Editorial. 219 p.

Los sistemas de representación son una parte fundamental de la formación en el área de expresión gráfica de cualquier ingeniero. Todo diseño requiere de ellos en las diferentes fases del proceso creativo que dará lugar al producto o construcción final que se busca; desde la concepción de la idea mental primigenia, pasando por la representación del modelo, en cualquier formato o soporte, hasta su elaboración final.

Atendiendo a esta necesidad básica se ha redactado este libro. No pretende ser un tratado completo que agote la temática de los sistemas de representación, sino más bien, un compendio de los temas fundamentales de la expresión gráfica que deberían conocer los estudiantes de primer curso de cualquier ingeniería. Así, el libro presenta los aspectos básicos de las proyecciones que dan lugar a los sistemas de representación y la normativa técnica aplicable a éstos. Entra con más detalle a estudiar el sistema diédrico o de Monge, el sis-

tema axonométrico, en sus casos particulares de perspectiva isométrica y caballera y el sistema cónico o central. Se exponen los distintos temas de forma sintética y clara a la vez, con una gran profusión de croquis que faciliten su comprensión. Igualmente se desarrollan casos prácticos de representación de piezas, obtención de vistas, realización de cortes y dibujo de sombras para los diferentes sistemas.

‘Álgebra lineal enfocada a la ingeniería’. Dionisio Pérez Esteban. 2016, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos / Garceta Grupo Editorial. 302 p.

En este libro el capítulo inicial revisa los sistemas de ecuaciones lineales, las matrices y los determinantes; los dos siguientes están dedicados a los espacios vectoriales y a las aplicaciones lineales, enfatizando los casos de dimensión finita y haciendo un uso exhaustivo del cálculo matricial; a continuación, se ocupa de los valores y vectores propios, lo que cierra la primera parte del libro.

En la segunda parte, se dedica un capítulo a los espacios vectoriales euclídeos, con los asuntos que les son anejos: ortogonalidad, proyecciones, transformaciones ortogonales,... Otro

capítulo estudia las formas bilineales y cuadráticas y su signatura, así como las formas definidas tanto positivas como negativas, tan útiles para discutir la naturaleza de los puntos críticos de funciones diferenciables. El último capítulo aborda las curvas y superficies de segundo grado, sacando partido a las herramientas que se han ido construyendo en los capítulos anteriores.

La exposición teórica va acompañada de ejemplos escogidos para ilustrar las ideas desarrolladas previamente. Al final de cada sección se incluyen unos ejercicios resueltos, y una lista de ejercicios propuestos cierra cada capítulo.

‘Manual de movilidad peatonal. Caminar en la ciudad’. Alfonso Sanz Alduán. 2016, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos / Garceta Grupo Editorial. 260 p.

Durante más de medio siglo las ciudades se han pensado, reformado y construido para satisfacer sobre todo las necesidades de los vehículos motorizados y, en particular, del automóvil. El peatón quedó así invisibilizado, dejando de ser la referencia para el diseño del espacio público y la escala de la ciudad. Las consecuencias de esa opción son ya conocidas: congestión, contaminación, ruido, inseguridad, deterioro de la convivencia, pérdida de autonomía de los grupos sociales más vulnerables, etc. El Manual de movilidad peatonal Caminar en la ciudad pretende contribuir a la reversión de esos procesos ofreciendo herramientas técnicas, teóricas y prácticas, para repensar la ciudad y sus calles desde la perspectiva perdida durante tanto tiempo: la de las personas que caminan, están y se relacionan en el espacio público. **ROP**

HA LLEGADO EL MOMENTO DE DEJAR DE SOÑAR



HIPOTECA CAMINOS ADQUIRIR TU PROPIA CASA AHORA ES POSIBLE



PLAZO
Hasta 30 años.

0%

Compensación por
desistimiento
total o parcial.

PRÉSTAMO CREDITODO

HACER REALIDAD TUS PROYECTOS YA NO ES UN SUEÑO

HASTA 60.000 € PARA LO QUE TÚ QUIERAS



PLAZO
Hasta 10 años.

0%

Sin comisión por
cancelación anticipada
total o parcial.

Contacta con nosotros y consulta nuestras condiciones ventajosas.

NOTA: la aprobación de estas características está sujeta al procedimiento de aprobación del departamento de riesgos.