



La revista de los
Ingenieros de Caminos,
Cañales y Puertos

3603 NOVIEMBRE 2018

REVISTA DE
OBRAS PÚBLICAS

ROP

Bolivia, clave para las infraestructuras de América del Sur

COYUNTURA

- Opino con Betancourt sobre la función pública
por Ezequiel Domínguez

ANÁLISIS

- Publicaciones del Think Hub: La generación
distribuida para autoconsumo

CIENCIA Y TÉCNICA

- Estimación del factor de reducción de las
fuerzas sísmicas en edificaciones aporticadas
de hormigón armado







PRESENTACIÓN

Los Directores de las Escuelas de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, reunidos en Valencia el pasado 7 de noviembre, formularon unos comentarios a las Bases de la 2ª Edición del “Premio al Ingeniero de Caminos del Futuro” en los que se indicaba la imperiosa necesidad de modernizar las diversas áreas de actividad, investigación y análisis de la profesión. Además de los temas clásicos como las carreteras y autopistas, los puentes y viaductos, las obras hidráulicas –presas, canales, depuradoras– y los puertos y costas, es necesario volcar la mirada en una serie de materias de la cada vez más visible actualidad: la robótica en el ámbito portuario, el cambio climático, la transformación digital, las infraestructuras inteligentes, la tecnología BIM, el hiperloop, el vehículo autónomo, el Big Data y la analítica de datos en Ingeniería, el transporte inteligente, la ciberseguridad, la inteligencia artificial...

La Fundación del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos coincide plenamente con esta visión y ha puesto desde hace tiempo todo su potencial al servicio de tales designios, facilitando en la medida de sus fuerzas la profundización del conocimiento y de la praxis en estas materias que forman parte de un futuro que ya es presente. Y, como es natural, la Revista de Obras Públicas, que es el órgano de expresión de la profesión tanto en sentido social y político como tecnológico, tratará de acompañar esta labor a través de sus páginas.

La creación del Think Hub en el seno de la Fundación Caminos permite profundizar en los temas de más candente actualidad, que plantea a la profesión para suscitar debates intensos sobre tales materias. En este número de la ROP se publica un informe elaborado por el Think Hub que lleva por título

“La generación distribuida para autoconsumo. Un cambio de paradigma en el sector eléctrico”.

En el mismo orden de ideas también se publica un expresivo trabajo del ingeniero, catedrático de la Universitat Politècnica de Catalunya, Benjamín Suárez, titulado “El ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y la Cuarta Revolución Industrial”, que, además de constituir una exigencia laboral y productiva, puede convertirse en una gran oportunidad profesional para la carrera. Según el articulista, la actividad futura del ingeniero “no sólo deberá integrarse en el mundo digital, sino también reformularse pensando en grande y conectándola con los problemas que afectan al planeta y a la vida de los ciudadanos”. En esta misma línea, el propio Colegio ha creado una Oficina de Transformación Digital (OTD) gracias al programa europeo Red.es, por lo que será el encargado de asesorar a pymes y emprendedores en su proceso de informatización. El Colegio se sitúa así en la posición más avanzada del cambio tecnológico.

Este número de la ROP incluye asimismo un valioso artículo del ingeniero de Caminos Ezequiel Domínguez titulado “Opino con Betancourt sobre la función pública”, en que el autor, coordinador general de Desarrollo Urbano Sostenible del Ayuntamiento de Madrid, repasa los principales vectores de actuación en que el profesional de la ingeniería debe desarrollar su capacidad para aportar valor añadido a la sociedad. @

Antonio Papell
Director de la ROP

SUMARIO

Análisis

PUBLICACIONES DEL THINK HUB

8 LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA
PARA AUTOCONSUMO

Parte I

COYUNTURA

18 EL INGENIERO DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS Y
LA CUARTA REVOLUCIÓN
INDUSTRIAL
BENJAMÍN SUÁREZ

26 OPINO CON BETANCOURT
SOBRE LA FUNCIÓN PÚBLICA
EZEQUIEL DOMÍNGUEZ

31 EL PUENTE FERROVIARIO
ALFONSO XII EN SEVILLA
MARCOS PACHECO

Parte II

CIENCIA Y TÉCNICA

36 ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE
REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS
SÍSMICAS EN EDIFICACIONES
APORTICADAS DE HORMIGÓN
ARMADO
GRISEL MOREJÓN BLANCO,
CARLOS LLANES BURÓN Y
ZENAIDA FRÓMETA SALAS

42 DOS PASARELAS EN NICARAGUA
PARA EVITAR EL AISLAMIENTO
Y PROMOVER EL DESARROLLO
ECONÓMICO Y SOCIAL
JOSÉ ROMO Y ANTONIO CANO

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS Nº 3602
OCTUBRE 2018. AÑO 165. FUNDADA EN 1853

Consejo de Administración

Presidente

Miguel Aguiló Alonso

Vocales

Juan A. Santamera
José Polimón
Vicent Esteban Chapapría
Tomás Sancho
José Javier Díez Roncero
Francisco Martín Carrasco
Benjamín Suárez
José Luis Moura Berodía
M^a del Camino Blázquez Blanco

Comité Editorial

Pepa Cassinello Plaza
Vicent Esteban Chapapría
Jesús Gómez Hermoso
Conchita Lucas Serrano
Antonio Serrano Rodríguez

Edita

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

Foto de portada

Vista aérea de La Paz con el
monte de Illimani al fondo (Bolivia)

Foto de interior de portada

Villa Tunari (Bolivia)

La revista decana de la
prensa española no diaria

Director

Antonio Papell

Redactora jefe

Paula Muñoz

Diseño

Julián Ortega

Maquetación y edición

Diana Prieto

Fotografía

Juan Carlos Gárgoles

Publicidad

Almagro, 42 - 4^a Plta.
28010 Madrid
T. 913 081 988
rop@ciccp.es

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

- 48 **TEORÍA DEL TRÁNSITO INVERSO DE ONDAS: MODELOS R.E.C.A (REGULACIÓN DE CANALES) Y GES-Q (CONTROL Y GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS). OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**
ÁNGEL FERRER
- 56 **APARCAMIENTOS DE AYER PARA VEHÍCULOS DE HOY. REFLEXIÓN HACIA NUEVAS NORMAS URBANO-ARQUITECTÓNICAS**
M^a FERNANDA SERRANO, DIEGO DARÍO PÉREZ, JUAN DAVID ESTUPIÑÁN Y ÁLVARO JOSÉ JAIMES

Parte III
INTERNACIONAL, PROFESIÓN Y EMPLEO

- 64 **BOLIVIA, CLAVE PARA LAS INFRAESTRUCTURAS DE AMÉRICA DEL SUR**
PAULA MUÑOZ

Libros
RESEÑAS DE LAS ÚLTIMAS NOVEDADES EDITORIALES

- 79 **TERRITORIO Y ESTADOS**
JOAQUÍN FARINÓS DASÍ



ALQUILER DE VENTILADORES PARA TÚNELES

MINERÍA y CONSTRUCCIÓN
CAJAS DE VENTILACIÓN DESDE 5.000 A 250.000 m³/h, DISPONIBLE VERSIONES ESTÁNDAR, REVERSIBLES, AUTODEFLAGRANTES Y DESENFUMAGES.



ALQUILER BOMBAS de AGUA

BOMBAS DE AGUA
DIESEL INSONORIZADAS, SUMERGIBLES, VORTEX, CENTRÍFUGAS, HIDRÁULICAS Y DE ALTO RENDIMIENTO.



ALQUILER SECADO de HUMEDADES

SECADO HUMEDADES
AEROTERMOS ELÉCTRICOS, ESTUFAS DE SECADO INFRARROJOS, GENERADORES DE AIRE CALIENTE, DESHUMIDIFICADORES ADSORCIÓN.



ALQUILER de ILUMINACIÓN

ILUMINACIÓN
FOCOS DE EXTERIOR, LUCES DE EMERGENCIA, FLUORESCENTES, TORRES DE ILUMINACIÓN, TRUSS, FOCOS BAJO CONSUMO.



ALQUILER de HIDROLIMPIADORAS

HIDROLIMPIADORAS
HIDROLIMPIADORAS DE AGUA, CALDERAS DE AGUA.



ANÁLISIS
PUBLICACIONES
DEL THINK HUB





La generación distribuida para autoconsumo

Un cambio de paradigma en el sector eléctrico

Objeto

Esta nota pretende dar una visión de la generación distribuida para autoconsumo en el marco de la transición del sector eléctrico español. La generación eléctrica para autoconsumo es uno de los temas más novedosos porque rompe radicalmente con la concepción actual, aunque su desarrollo y evolución lleve tiempo.

Posiblemente una de las mayores dificultades con las que nos encontramos al tratar de vislumbrar el futuro sea nuestra carga de condicionantes del pasado. Esto puede deformar nuestra visión en sentido tendencial especialmente en momentos de transición/disrupción como en el que estamos inmersos en el sector eléctrico.

En lo que sigue se hace abstracción, en la medida de lo posible, de los condicionantes actuales regulatorios y administrativos, centrando la atención preferente en la evolución tecnológica dentro del contexto social y su incidencia en la creación de nuevos modelos de negocio y oportunidades de desarrollo profesional.

El sector eléctrico tradicional

A principios del siglo pasado algunos emprendedores tomaron la iniciativa de generar electricidad en los saltos hidráulicos y transportarla a los centros de consumo para iluminar y mover máquinas, sustituyendo así otros tipos de energía menos eficientes para estos cometidos.

Se trata de un foro tecnológico en el que se puedan examinar y debatir los aspectos que se consideren de interés, con especial énfasis en los impactos tecnológicos disruptivos que cambiarán la manera de concebir el mundo y, por lo tanto, condicionarán el papel de los profesionales de la ingeniería de Caminos.

Presentamos aquí una de las publicaciones del Think Hub dedicada a la generación distribuida para autoconsumo.

Desde entonces hasta nuestros días se han ido implantando permanentemente mejoras técnicas y de gestión que han llevado al sector eléctrico actual, que se caracteriza por:

- Un sistema generador de electricidad diversificado en tecnologías, basado en economías de escala, intensivo en capital, y en consecuencia con pocos actores.
- Una red de transporte de electricidad con un alto grado de mallado para asegurar la fiabilidad.
- Una red de distribución diseñada para llevar la energía eléctrica a los consumidores finales.
- Un sistema de control y gestión centralizado que permite mantener las características del servicio eléctrico dentro de los parámetros establecidos.
- Un mercado mayorista con un sistema marginalista de fijación de precios de generación de la energía.
- Un regulador que establece las reglas del juego para evitar situaciones de abuso de posición.

Todo ello nos permite disponer de un servicio eléctrico que “funciona” para cubrir las necesidades actuales. Pero que es insostenible desde el punto de vista medioambiental.

El mundo actual está cambiando aceleradamente, tanto en la necesidad de adaptarse a un mundo sostenible (Agenda

2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible), como en cumplir los compromisos de lucha contra el cambio climático (Acuerdos de París) donde la UE lidera esta lucha con compromisos específicos vinculantes. El sector eléctrico es una pieza fundamental de esa transición necesaria y se encuentra con nuevos retos a los que debe responder. El cambio de modelo energético no es una opción.

Nuevo entorno del sector eléctrico

El sector eléctrico está inmerso en importantes cambios con tres retos principales (las llamadas 3Ds):

- Descarbonización de la economía. Como consecuencia de los compromisos de la lucha contra el cambio climático, es necesario descarbonizar la economía, y particularmente la generación eléctrica. Descarbonizar la economía implica, en muchos casos, un cambio hacia el vector electricidad, que se traduce en un incremento del consumo eléctrico. Principalmente este incremento se concreta en la electrificación de la movilidad (VE) y de la calefacción (bombas de calor).

- Digitalización. El sector eléctrico está sometido, como el resto de sectores, a la transformación digital del mismo.

- Descentralización. Se puede aplicar tanto a la generación como a la gestión del sistema. A su vez esto implica adaptación de las redes de distribución, diseñadas inicialmente para hacer llegar la electricidad al consumidor final, para que adicionalmente puedan soportar las transacciones de energía de los prosumidores.

Los cambios requeridos por estos retos se ven potenciados por al menos cuatro tecnologías disruptivas:

- Tecnologías de información y comunicación: Internet de las Cosas (IoT), Big Data, Inteligencia Artificial, que posibilitan la comunicación con los diferentes equipos del sistema haciendo posible la gestión activa de la demanda, pero también mejorando los sistemas de control de los centros de producción y del sistema en su conjunto.

- Blockchain, que posibilita los contratos inteligentes y la gestión descentralizada de gran cantidad de transacciones de energía y su liquidación, sin necesidad de un control centralizado de esas transacciones y sin apenas intervención humana.

- Movilidad eléctrica, que como consecuencia de la descarbonización del transporte representará un importante incremento en el consumo eléctrico, pero también aportará la posibilidad de gestionar esta energía (carga de baterías o uso de la energía almacenada en baterías). Puede haber

sinergias o conflictos según sea la ubicación de los cargadores y el tipo de los mismos.

- Energías renovables. El abaratamiento espectacular de algunos tipos de energías renovables y el almacenamiento electroquímico desbancará económicamente a la generación no renovable convencional. Algunas de las energías renovables, como la solar y la eólica, están distribuidas con mayor o menor intensidad por toda la superficie terrestre, lo cual posibilita la generación distribuida.

Por eso, algunos autores, a los retos 3Ds añaden el de Disrupción, o incorporación de las tecnologías disruptivas que nos ayudan a afrontar el resto de retos.

Y como consecuencia de todos los retos anteriores, y especialmente la descentralización, se empodera al consumidor que pasa a ser prosumidor con capacidad de decidir sobre su propio rol de producir, almacenar, consumir o vender energía, y de contribuir a la flexibilidad del sistema con su participación en la gestión activa de la demanda. Por otro lado, resulta imprescindible considerar la adaptación a los cambios sociales que son fundamentales para la adopción y adaptación de las tecnologías. Integrar este nuevo rol de los prosumidores como actores en la gestión del sistema eléctrico es un nuevo reto que llamamos Democratización.

En resumen, el sector eléctrico se está enfrentando a cinco retos de primera magnitud (5Ds: Descarbonización, Digitalización, Descentralización, Disrupción y Democratización) que lo sitúan en el centro de un tsunami de innovaciones, en el que los ingenieros tienen mucho que decir y hacer.

Con este panorama resulta muy difícil tratar el tema de la generación distribuida abstrayéndose de cómo se establecen los precios y se distribuyen los costes y cargos asociados, de las características de la red de distribución, del almacenamiento, de la gestión de la demanda, de la movilidad eléctrica, etc.

Generación distribuida para autoconsumo

Con la drástica reducción de precios en la que está inmersa la energía solar y eólica, y la disponibilidad del recurso energético, en mayor o menor medida, en todo el mundo, cada vez hay más sitios donde el autoconsumo eléctrico mediante instalaciones de generación distribuida, cercanas a los puntos de consumo, y conectadas a la red, es económicamente competitivo con respecto a la energía suministrada por la red.

Las economías de escala no son tan relevantes como en las tecnologías convencionales que llegaban hasta hacer técnicamente inviable la generación a pequeña escala.

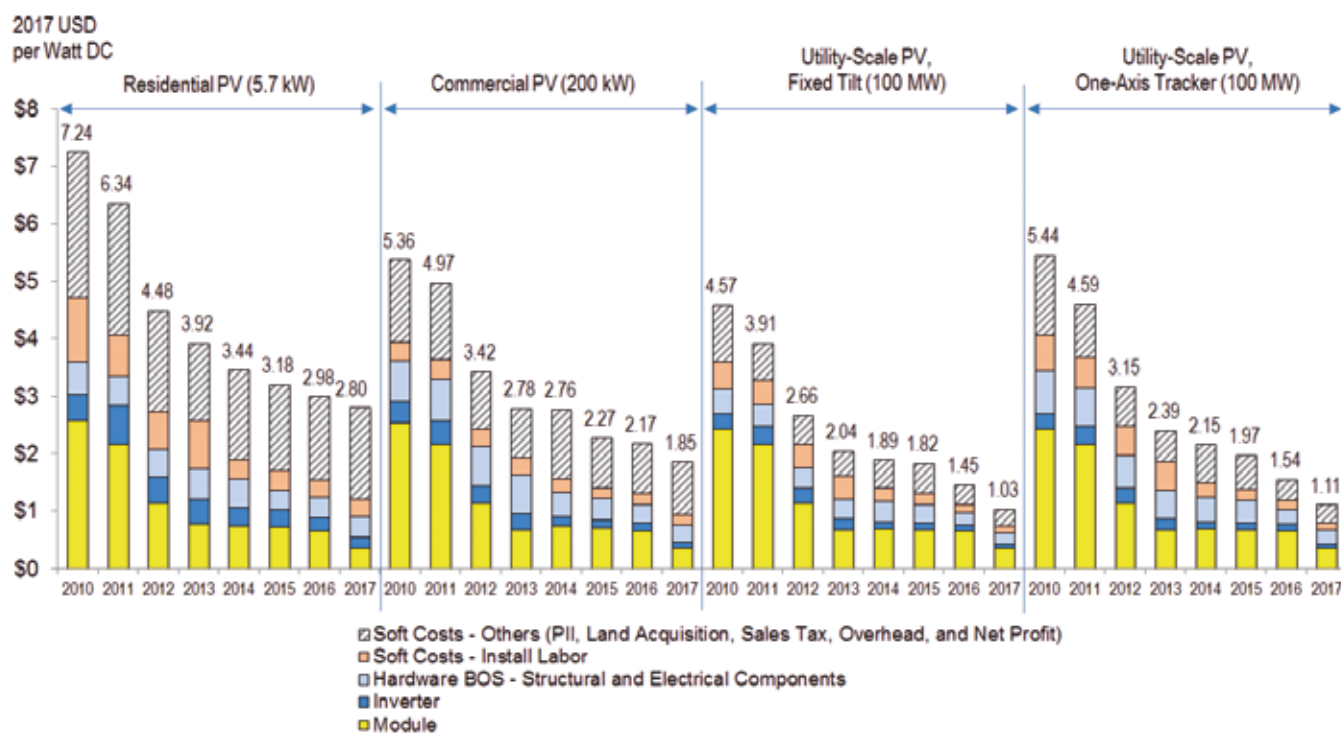


Fig.1_ Desagregación de costes FV en USA 2010-17 para residencial, comercial y centralizado. Fuente: NREL

La generación distribuida fotovoltaica es la opción más extendida debido a su facilidad de operación y mantenimiento.

Producir la electricidad donde se va a consumir tiene importantes ventajas sobre la generación centralizada: reducción de pérdidas, reduce congestiones de red, retrasa inversiones en redes, aumenta calidad y fiabilidad de suministro, provee reserva de potencia, estabiliza precios del mercado mayorista, aumenta la seguridad de suministro, reduce la demanda y desarrolla la economía y el empleo local. Hay que matizar que algunas de estas ventajas dependen del estado de la red en el punto concreto de conexión, aunque con una muy baja penetración de generación distribuida pareciera que esto no es actualmente un grave problema.

Intuitivamente se puede pensar que las economías de escala juegan en contra de la generación distribuida para autoconsumo a escala residencial o comercial. Pero si analizamos los diferentes componentes de costes, haciendo uso de los datos de la evolución de precios de fotovoltaica en EEUU a diferente escala publicados por NREL, se puede observar (ver Fig.1) que no hay economías de escala en los módulos solares y apenas en inversores, y que la mayor diferencia de costes de inversión en residencial y comer-

cial frente a instalaciones a escala de compañía eléctrica está en “otros costes blandos”: tramitaciones, permisos, impuestos, costes de venta, gastos generales y beneficio neto. En gran parte estos costes dependen del impulso que las administraciones quieran dar a esta tecnología y de la sistematización y configuración de oferta de los instaladores. Es claro que una simplificación de trámites y permisos y una estandarización de procesos al desarrollar el mercado, pueden actuar de forma relevante sobre estos costes. Hay un claro campo de mejora.

Por otro lado, habría que valorar como esas diferencias de coste por economías de escala se compensan parcialmente con los beneficios que aporta al sistema y al desarrollo local.

Existen diferencias notables entre diferentes mercados nacionales en los precios de sistemas fotovoltaicos domiciliarios instalados. Estas diferencias no las explican sólo el tamaño del mercado, y dado que los costes de hardware son similares, las diferencias parecen estar en “otros costes blandos”, donde las barreras a la hora de poner en servicio un sistema fotovoltaico residencial puede marcar la diferencia. Por ejemplo, los costes blandos de un sistema

fotovoltaico residencial en Alemania son la cuarta parte de los de EE. UU.

Aparte de la inversión requerida, lo más significativo es el coste del kWh producido que a nivel residencial está, en EE. UU, en torno a 15c\$/kWh, frente a 10,5 y 5 en comercial y centralizado. Ahora bien, para poder comparar esos costes hay que tener en cuenta dos aspectos. Por un lado, a la generación centralizada se deben sumar los costes de suministro hasta poner la energía en el contador del usuario. Y por otro lado hay que considerar el efecto equivalente que tiene la generación residencial o comercial al exportar energía al sistema ya que contribuye a satisfacer la demanda previa no sólo con la energía exportada sino con toda la energía generada. Todo ello hace que, cada vez en más lugares, la generación distribuida para autoconsumo sea ya competitiva desde el punto de vista de costes del sistema con respecto a la generación centralizada. Hay otros efectos como la dinamización de la economía local donde la generación distribuida es más ventajosa. En este aspecto, el papel que juegan las administraciones locales y autonómicas puede ser muy relevante como facilitadores, como promotores ejemplarizantes y actuando con incentivos fiscales (IBI).

Uno de los inconvenientes que inicialmente se atribuía al desarrollo de la fotovoltaica era que requería grandes extensiones de terreno. Con el uso de tejados y fachadas de edificios se ha visto cómo utilizar espacio que no tendría otro uso, y como poderlo hacer en ciudades donde la reducción de pérdidas en las redes tiene más sentido económico.

Algunos datos conservadores establecen para España con 18,4M de viviendas, una superficie disponible de cubierta de 1.130 km², que suponiendo que sólo fuera útil el 25%, da una potencia prevista de 13,4GW y 3,4 M de prosumidores.

En el término general de generación distribuida para autoconsumo englobamos diferentes modalidades que conviene segregar y analizar separadamente.

Por un lado, tenemos el autoconsumo con generación individual: cada punto de consumo tiene su propia generación. El prosumidor puede estar aislado o bien en comunidad dentro de una red física de distribución formando una mini-red.

El prosumidor aislado genera para su propio consumo. Sin embargo, puede haber ocasiones (vacaciones, ciertas horas) en las que su consumo sea más bajo que el potencial de generación. En estas circunstancias se debe poder aprovechar esa generación volcándola a la red. Hay dos

métodos que se usan para compensar esta energía inyectada a la red: el neteo de contador (net metering) por el que ese saldo a favor del prosumidor éste lo puede usar dentro de un plazo de tiempo, o el neteo de facturación (net billing) por el que en la factura se considera tanto la energía consumida como la producida considerando su precio en el momento de su uso, si es el caso.

El prosumidor en comunidad o dentro de una mini-red permite que la energía sobrante de un prosumidor pueda venderse a otro prosumidor de su mini-red o a la red general. Este podría ser el caso de una urbanización con paneles en cada casa y red propia conectada a la empresa distribuidora.

Por otra parte, estaría el autoconsumo con generación comunitaria o compartida, que a su vez contemplaría los siguientes casos:

Autoconsumo con generación comunitaria directa para servicios comunes. Sería el caso de una comunidad de vecinos con generación de la comunidad que alimentara el consumo de los servicios comunes de la comunidad.

Autoconsumo con generación comunitaria directa para consumo de los partícipes. Sería el caso de la comunidad de vecinos con generación propiedad de parte o todos los partícipes y que alimenta los consumos de los miembros de la comunidad que así lo establezcan.

Autoconsumo con generación comunitaria indirecta. Sería el caso de una instalación de generación solar cuya energía se usa preferentemente para compensar el consumo de sus propietarios. Al no estar ubicada en el punto de consumo se usa la red de distribución lo que requiere un acuerdo específico.

Por comunidad se puede entender una comunidad de vecinos, o de una urbanización, o un centro comercial o un campus universitario o una base militar. Pero también puede ser un barrio de una ciudad o un municipio.

El autoconsumo con generación comunitaria, o “energía comunitaria” resulta especialmente interesante al compaginar la disponibilidad de espacio para ubicación de la instalación con el empoderamiento de los prosumidores, y puede requerir la intervención de un tercero para facilitar la gestión técnica y comercial, e incluso la financiación.

Cada una de las modalidades antes citadas tiene un nivel de complejidad diferente que para viabilizarlas puede requerir el uso de tecnologías disruptivas como puede ser el caso de los contratos inteligentes de blockchain. Cabe decir que existen casos reales en operación de cada una

de las modalidades citadas. En muchos casos, la falta de desarrollo regulatorio adecuado hace de freno de la evolución de la situación.

Almacenamiento distribuido

En el periodo 2007-2014 las baterías de ion-Li han experimentado una caída media de costes del 14% al año. A finales del 2017 el precio medio de una batería de ion-Li era de 209\$/kWh y se espera una bajada por debajo de 100\$/kWh para 2025. Se espera un crecimiento exponencial del mercado global de almacenamiento pasando de los 6 GW en 2017 a 40GW en 2022.

No hay economías de escala en el almacenamiento electroquímico, con lo que su instalación de forma complementaria con la generación distribuida renovable implica importantes ventajas. Por un lado permite almacenar la energía generada no consumida para usarla en los momentos que se necesite, y así poder modular la curva de consumo neto de la forma que sea más ventajosa. Pero, por otro lado, permite integrar su almacenamiento en un sistema de gestión de demanda que actúe no solo sobre el consumo sino también sobre disponibilidad de energía almacenada (centrales virtuales).

Así, el prosumidor dispone de más grados de libertad pudiendo autoconsumir la energía generada o almacenada, o comprar o vender energía a la red según los precios del momento.

El tema relevante para el desarrollo del almacenamiento es que exista una clara señal de precios en el sistema eléctrico.

Movilidad eléctrica

“Las nuevas tecnologías, los nuevos modelos de negocio, los cambios de preferencias de los consumidores y la emergencia de las ciudades como centros críticos de la actividad económica en el siglo XXI, confluyen para cambiar como los consumidores se mueven e interactuar unos con otros. Actuando a escala y de forma concertada, estas fuerzas pueden crear una revolución de la movilidad, transformando como la gente se mueve, quien es propietario de activos, cómo se usan dichos activos, y dónde se crea valor.” (WEF).

La revolución de la movilidad afecta drásticamente al sector eléctrico, dada la electrificación del transporte para reducir emisiones, pero también por ser económicamente competitiva. Se estima que el vehículo eléctrico privado será competitivo frente al de combustión interna a mediados de la década de los 20.

Las implicaciones para el sector eléctrico son dobles. Por un lado representa un consumo que hay que atender (aumento de demanda). En este aspecto es fundamental la ubicación de los cargadores para que sea compatible con la red existente, y el tipo de cargadores, ya que los cargadores inteligentes pueden facilitar el consumo en periodos de baja demanda. Esto último requerirá una gestión automatizada basada en comunicaciones y tecnologías digitales.

Por otro lado, la movilidad eléctrica representa un almacenamiento energético en las baterías de los vehículos. En definitiva, son baterías móviles que pueden ser gestionadas mientras están conectadas a la red, facilitando servicios al sistema eléctrico.

Gestión de la demanda, agregadores y nuevos modelos de negocio

Con el desarrollo de la internet de las cosas (IoT) y el abaratamiento de los sistemas de monitorización, se posibilita el control y optimización de los consumos más relevantes de un hogar, con intervención humana muy reducida.

El usuario deberá determinar las reglas (condiciones de confort) según las cuales se gestionará su energía eléctrica en cada momento considerando las condiciones del sistema eléctrico.

A medida que aumenta el número de prosumidores con baterías, ya sean estáticas o móviles (vehículos eléctricos,) aparecen oportunidades para los agregadores que sean capaces de optimizar los activos tras el contador. Los agregadores facilitan básicamente dos funciones:

Agregación y optimización de cargas, generación y almacenamiento distribuidos. Esto implica inversiones en monitorización remota para poder controlar y gestionar los activos en tiempo real.

Intermediación y compra/venta entre actores a través de plataformas abiertas, con objeto no sólo de optimizar el despacho virtual sino también de monetizarlo y captar su valor.

Actualmente la agregación de compra de energía es un hecho, en venta de energía hay experiencias funcionando en algunos países y la gestión remota de la demanda se irá implementando a medida que aumente la electrificación sobretodo como consecuencia de la carga de vehículos eléctricos (cargadores inteligentes) y de la calefacción con bombas de calor.

La “energía inteligente” se basa en tres pilares interrelacionados: generación distribuida, agregación y gestión de la demanda.

En la generación distribuida tenemos el modelo de suministro de sistemas, no sólo equipos e instalación, sino incluso financiación, el modelo de leasing-Power Purchase Agreement y el modelo de alquiler de espacio.

En agregación está el modelo de centrales virtuales y el de micro-red.

Y en gestión de la demanda tenemos modelos de servicios energéticos, suministro de soluciones de hogares inteligentes y servicios de respuesta de demanda.

Resiliencia y mundo en desarrollo

El calentamiento provocado por el cambio climático está provocando que los fenómenos atmosféricos adversos (vendavales, huracanes, inundaciones, etc.) sean más extremos y más frecuentes. Estos fenómenos dañan las infraestructuras y las redes eléctricas no son una excepción. Dependiendo de la extensión del daño, reponer una red eléctrica conlleva tiempos prolongados de apagones. El coste de estos apagones depende del nivel de desarrollo de la región afectada, pero el impacto económico puede ser muy significativo. Pensemos en la inundación del bajo Manhattan provocado por el huracán Sandy, o más recientemente la destrucción de la red eléctrica de Puerto Rico, donde millares de consumidores están sin servicio eléctrico después de siete meses del huracán María.

Además del concepto de seguridad y fiabilidad, hoy se pide que el sistema eléctrico sea resiliente, es decir, capaz de soportar condiciones adversas y reponerse. Sería absurdo reconstruir la red eléctrica de Puerto Rico con las mismas características que tenía. Fue precisamente tras el huracán Sandy cuando se empezó a experimentar con diferentes iniciativas para hacer los sistemas eléctricos más resilientes.

En primer lugar, disponer de generación propia puede servir de energía de respaldo cuando falla la red, pero es necesario que los sistemas distribuidos estén preparados para funcionar aislados de la red. Otra alternativa es que un conjunto de prosumidores conectados en una mini-red funcionen intercambiando energía entre ellos y con la red, y, ante un fallo de la red principal queden aislados de la misma pero funcionando entre ellos. Esto implica disponer de mecanismos de control y regulación para equilibrar generación y demanda y gestionar en su momento los intercambios con la red principal. Y si, incluso la mini-red se viera afectada, cada nodo (vivienda) de generación quedaría funcionando sobre su carga individual.

Las mini-redes con generación distribuida son una buena opción para aumentar la resiliencia del sistema eléctrico.

Actualmente se han identificado cerca de 2.000 mini-redes funcionando con una potencia instalada de 20Gw, con tasas de crecimiento en las mini-redes para industria y comercio del 20-35% durante los próximos ocho años.

Actualmente se estiman en unos 1.100 millones de personas en el mundo que no tienen acceso a la electricidad. Más de la mitad se suministrarán mediante sistemas aislados de red ya sean sistemas domiciliarios o mini-redes. En los entornos donde se dan estos déficits se presentan dificultades de todo tipo que únicamente se pueden soslayar mediante el uso de las tecnologías más avanzadas, de bajo coste y con modelos innovadores de provisión de servicio.

Los sistemas prepago, el dinero móvil...son tecnologías que se vienen usando en el mundo en desarrollo.

También todas las tecnologías asociadas a las mini-redes. Desde hace unos años está operativa en Bangladesh una micro-red en corriente continua que permite a los prosumidores intercambiar con sus vecinos la energía sobrante de sus paneles. Y todo ello aislados de la red general.

Los esfuerzos por llevar la electricidad a lugares remotos y desatendidos hacen que se pongan en marcha tecnologías y modelos innovadores con un riesgo bajo de incidencia y con un impacto muy positivo. Es un entorno muy favorable para ganar experiencia y poder aplicar posteriormente, soluciones similares en entornos de elevado riesgo en países desarrollados.

En todo caso, parece existir una confluencia de usos de tecnologías y soluciones que conviene aprovechar o al menos tenerlas en cuenta.

Conclusiones

La generación distribuida para autoconsumo en los sectores residencial y comercial es viable y competitiva. Su desarrollo en España requiere una tramitación administrativa simplificada, especialmente para potencias reducidas, y con participación muy controlada de organizaciones con intereses adversos, permitir la venta o compensación de la energía sobrante, y desmontar el denominado "impuesto al sol" por el que se grava la energía autoconsumida para contribuir a los costes de la red que no utiliza. En estos aspectos los acuerdos recientes en la UE propician y facilitan dichos cambios.

El valor del autoconsumo va más allá de su penetración en el mercado, que se prevé que será reducida inicialmente y que, en todo caso, convivirá con la generación centralizada. Representa un cambio de paradigma en el sector eléctrico, que pone en cuestión muchos de los principios hasta ahora

inmutables: generar con unidades de gran potencia y en ubicaciones idóneas según la tecnología, la función de las redes de distribución, el sistema de oligopolio, el rol del consumidor, el modelo de asignación de precios, etc.

La red de distribución tiene un protagonismo relevante en la generación distribuida para autoconsumo. No sólo por la adaptación necesaria para este nuevo uso sino también por requerir una gestión libre de intereses en conflicto.

La generación distribuida para autoconsumo hay que contemplarla dentro del modelo energético que queremos como parte del modelo económico – social al que nos acercamos (Agenda 2030).

Aunque se ha acusado a la generación distribuida de ser un tema de “ricos caprichosos”, esta acusación pone implícitamente en evidencia la necesidad de hacer las reformas necesarias para popularizar su uso.

La incertidumbre parece ser la constante en el futuro del sector eléctrico, pero no hay que olvidar que esto significa oportunidades. Oportunidades profesionales para los ingenieros interesados en el sector eléctrico, quienes deberán aplicar y probar las nuevas tecnologías, desarrollar los nuevos modelos de negocios, diseñar y desarrollar las modificaciones del marco regulatorio, diseñar, montar y explotar las nuevas instalaciones, analizar resultados y proponer soluciones,... En definitiva, transformaciones que requieren del ingenio de nuestros profesionales. 📍

BIBLIOGRAFÍA

- Barbose, Galen, and Naïm Darghouth. 2017. Tracking the Sun X: The Installed Price of Residential and Non Residential Photovoltaic Systems in the United States. Lawrence Berkeley National Laboratory. Berkeley, CA.
- NREL, (2017), US Solar Photovoltaic System Cost Benchmark: Q1 2017.
- Pérez Arriaga, Ignacio (cord.); 2016. The Utility of the Future. MIT Energy Initiative (2016)
- Serrano, Antonio (cord.); 2017. “Generación distribuida”. Revista de Obras Públicas, (Feb.2017), Número monográfico 3584.
- World Economic Forum, (2017): Game changers in the Energy System. Emerging themes reshaping the energy landscape.
- World Economic Forum, (2017): The future of electricity: new technologies transforming the grid edge.



listos para la revolución de los recursos



En 2050, en el mundo vivirán 9.000 millones de personas, la mayoría en grandes ciudades. Este crecimiento de la población plantea dos grandes retos: el acceso al agua y la gestión eficiente de los residuos. Por eso en SUEZ innovamos para crear soluciones hídricas alternativas y transformar los residuos en nuevas fuentes de energía. Nuestro objetivo: garantizar a las generaciones futuras el acceso a los recursos naturales.

www.suez.es



Parte I

COYUNTURA



El ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos y

la Cuarta Revolución Industrial

**BENJAMÍN
Suárez**

**Dr. Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos**

**Catedrático de Universidad,
Universitat Politècnica de Catalunya
(UPC)**

**Director de la Fundació Politècnica
de Catalunya**

RESUMEN

Los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos tienen que dar un vuelco estratégico a su actividad y la 4ª revolución industrial puede ser, además de una exigencia laboral y productiva, una gran oportunidad profesional. La tecnología permite abordar los problemas con mayor profundidad, de forma más flexible, multidimensional y multifacética tanto en lo relacionado con los actores o dominios claves como con la eficiencia y utilización de la técnica y los recursos. Pero la actividad no sólo deberá integrarse en el mundo digital, sino también reformularse pensando en grande conectándola con los problemas que afectan al planeta y a la vida de sus ciudadanos. Además, los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos sin perder la formación y dimensión intelectual que les caracteriza, tienen que incorporarse a las nuevas corrientes sociales, y ejercer una ingeniería para todos los ciudadanos, una ingeniería útil, pertinente, eficiente y con un coste razonable, sin que ello implique pérdida alguna ni en la técnica ni de la calidad o seguridad.

PALABRAS CLAVE

Grande, planeta, vida de sus ciudadanos

ABSTRACT

Civil Engineers must apply a strategic rethinking to their work, and the fourth industrial revolution may be a great professional opportunity as well as something that is demanding in terms of work and production. Technology means that problems can be addressed in greater depth, on a more flexible, multidimensional and multifaceted basis, in terms of both the key players and domains, and the efficiency and use of techniques and resources. However, their work must not only be integrated into the digital world, but must also be reformulated while thinking about the broader picture, linking it with the problems that affect the planet and the life of its citizens. Furthermore, without neglecting their training and intellectual dimension, Civil Engineers must be a part of new social trends, and engage in engineering for all citizens –engineering that is useful, relevant and efficient and at a reasonable cost, without this entailing any decline in technique, quality or safety.

KEYWORDS

The broader picture, planet, life of its citizens

¡Cuántas observaciones preciosas son inútiles para el progreso de las ciencias y las técnicas, porque no hay fuerzas suficientes para calcular los resultados!

¡Cuántos desánimos no infunde en el hombre de genio la perspectiva de un largo y árido cálculo, que sólo pide tiempo para meditar y se ve privado de él por el volumen de las operaciones de un sistema inadaptado!

Y, sin embargo, debe llegar a la verdad por la vía laboriosa del análisis, y no puede seguirla sin guiarse por los números, ya que sin ellos no es posible levantar el velo que oculta los misterios de la naturaleza.

Luigi F. Menabrea, ingeniero militar⁶

INTRODUCCIÓN

La sociedad está cambiando, y las transformaciones que se están produciendo afectan a todas las actividades de los ciudadanos (económicas, laborales, profesionales y sociales). La forma cómo percibe la sociedad los cambios, sus experiencias y pasado llevan sin solución de continuidad a agruparlos entorno a denominaciones genéricas y estereotipadas, en estos momentos la 4ª Revolución Industrial. Alternativamente en su vertiente productiva (siguiendo la evolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones dominantes) como Industria 4.0.

Para contextualizar el marco de referencia se hace a continuación una introducción a las distintas fases sobre las que ha pivotado el progreso industrial en las sociedades desarrolladas con mención expresa de alguno de sus atributos más significativos².



La primera revolución industrial se inició a finales del siglo XVIII de la mano de la máquina de vapor, que proporcionó a la industria una mayor autonomía, independencia y sostenibilidad energética. Adicionalmente la incorporación de las máquinas de vapor al transporte por

ejemplo ferroviario o marítimo, actuó como un elemento multiplicador de la actividad.



La segunda revolución industrial se sitúa a principios del siglo XX y se basó en la energía eléctrica que facilitó la división del trabajo y la producción en masa. La energía proporcionada a pequeña escala por los motores eléctricos permitió fragmentar las tareas industriales y desarrollar la actividad en pequeños talleres, llegando incluso a los entornos domésticos.



La tercera revolución industrial comenzó a finales de los 60 con la irrupción de los microprocesadores, la electrónica y la informática. El control numérico de procesos, el CAD/CAM y los programas de gestión son alguno de los elementos que caracterizan esta etapa. La informá-

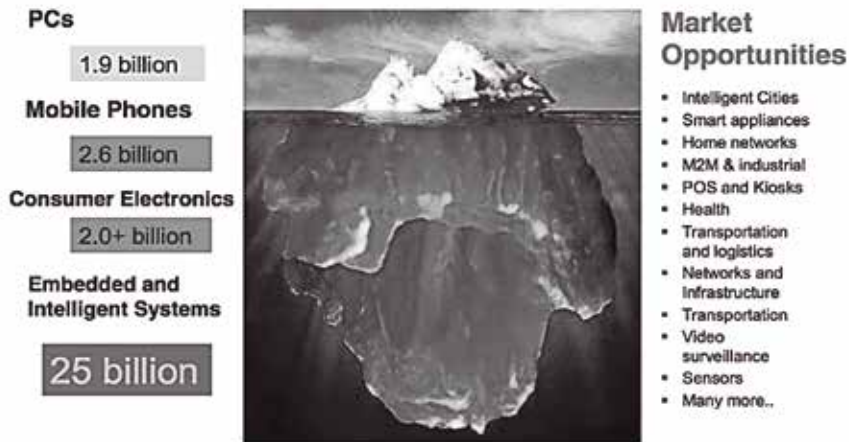
tica y la robótica industrial empiezan su andadura y el ordenador (PC) a ser una herramienta de competencia personal y colectiva⁴.



La cuarta revolución industrial se fundamenta en los denominados modelos ciberfísicos (ciber, término asociado con los ordenadores, la realidad virtual y la inteligencia artificial). Estos modelos son el resultado de un maridaje (unión, conformidad, concordancia, armonía) entre los mundos físico y digital, por medio de sistemas computacionales interconectados. Las manifestaciones del mundo físico en la industria necesitan en algunos casos reformularse, pero en otros no, aunque en casi todos adaptarse¹.

LA TECNOLOGÍA Y LA 4ª REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Los sistemas ciber, las comunicaciones e internet de las cosas son los ingredientes tecnológicos⁹ básicos de la 4ª revolución industrial y se interrelacionan con el mundo físico a través de múltiples canales operativos. Internet de las Cosas (IoT) se caracteriza por la conexión generalizada de objetos a la red, lo que genera



un gran volumen de datos (Big Data) que pueden ser almacenados, procesados y analizados gracias a las capacidades actuales de los ordenadores y a la evolución de las técnicas de análisis de datos. Los sistemas ciber integran los procesos de fabricación y el comportamiento de los distintos componentes digitalmente mediante la incorporación de los denominados sistemas embebidos y el intercambio de datos por las redes (gracias a las prestaciones de las tecnologías de la comunicación).

Un elemento tecnológico clave en el mundo ciber son los sistemas embebidos, punto de partida de los sistemas inteligentes, que ejecutan autónomamente unas pocas funciones en tiempo real (microprocesadores, interfaces, *software*). En general son tecnologías desarrolladas y utilizadas masivamente en la vida cotidiana por los ciudadanos (electrodomésticos, domótica, imagen y sonido, etc.) y uno de los resultados del desarrollo de la 3^{era} revolución industrial⁹, aunque son básicos para la evolución y el progreso de la 4^a.

Todos los agentes involucrados en la 4^a revolución industrial son conscientes que la tecnología es fundamental, pero también que es imprescindible que esté conectada a la red en cualquier caso teniendo en cuenta las expectativas y las

previsiones de evolución de internet. Por ello no sólo deben conocer y resolver las dificultades técnicas que implica conectarse y operar conectado, sino también participar en la definición y desarrollo de los estándares del futuro¹⁰. Así resulta imprescindible identificar los indicadores, operativos y de calidad, industriales tradicionales (normas ISO y demás estándares reconocidos en la industria) con los provenientes del mundo Internet, gestionados por la IETF (*Internet Engineering Task Force*). Los estándares de Internet (reglas de cómo deben funcionar las cosas en la red) son públicos y pueden ser utilizados sin coste, su adopción es voluntaria, aunque son inevitables porque con ellos funciona Internet.

Un segundo aspecto que materializa la relación ciber-física es el binomio automatización-simulación. La automatización se consigue mediante el control de



los objetos físicos a través de productos de *software*. La simulación es el traslado de objetos reales al mundo virtual, donde se puede experimentar alterando las reglas de funcionamiento sin ningún riesgo físico. Estas cuestiones pueden parecer contradictorias, pero configuran un círculo virtuoso que se retroalimenta¹¹.

La simulación puede experimentar simultáneamente con varios modelos



físicos (multi-física) y se enriquece con la variante emulación, que es algo más pues añade los ingredientes necesarios para poder sustituir alguno de los elementos del conjunto simulado. Todo ello ha experimentado un notable impulso en muchos sectores industriales, sobre todo en aquellos donde la producción está más estandarizada y masificada (ingeniería del *software*, de los servicios tecnológicos, muchos procesos de fabricación industrial, etc.), pero tiene dificultades para implantarse en otros que desarrollan sus productos y actividad bajo una perspectiva diferente, más próxima a los prototipos (agricultura, ingeniería civil, etc.).

En cualquier caso, estos matices encajan perfectamente con las pretensiones de la Industria 4.0 que quiere dar respuesta tanto a las producciones en grandes lotes (resuelto por la 2ª revolución industrial, pero con mucho margen de mejora) como en pequeños, llegando incluso de una sola unidad (Integración Vertical⁸). La Industria 4.0 pretende además generar cadenas de valor globales como antídoto contra las deslocalizaciones provocadas por la globalización de la producción durante la 3ª revolución industrial⁹.

EL INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS: LOS MUNDOS CIBER Y FÍSICO

Para el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos el mundo ciber es un gran desconocido profesionalmente, en parte debido a una formación y desarrollo profesional muy analógico, pero también porque

hasta ahora ha formado parte más del conjunto de instrumentos de operación que del cuerpo principal de la actividad. En este contexto es necesario asumir que el pensamiento digital tiene cada vez más importancia, es una forma nueva de acercarse, de ver, de poder profundizar y actuar en la complejidad del mundo y por tanto a la actividad del ingeniero no sólo desde el punto de vista técnico, tecnológico y profesional sino también y especialmente ciudadano y social.

La introducción de la tecnología en la vida cotidiana de los ciudadanos y de la sociedad está facilitando visiones nuevas de la actividad tradicional que se denominan genéricamente como *smart* (*more innovative, intelligent, individual*), que más allá de las exageraciones propias del momento, ponen en un primer plano las competencias y competitividad del mundo digital. En cualquier caso, la tecnología permite abordar los problemas físicos con mayor profundidad, y paradójicamente de forma más flexible, multidimensional y multifacética tanto en relación con los actores o dominios claves como en la eficiencia y utilización de la técnica y los recursos. Se podría afirmar que el mundo ciber está influyendo tanto, que está incluso cambiando el mundo físico (de lo natural a lo artificial), o al menos las reglas y leyes que rigen su comportamiento y evolución (por ejemplo, la ciudad ya no se rige por los principios del urbanismo sino por la sostenibilidad y la calidad de vida de los ciudadanos).

En este contexto los descriptores que han cualificado durante mucho tiempo, y todavía identifican social y profesional-

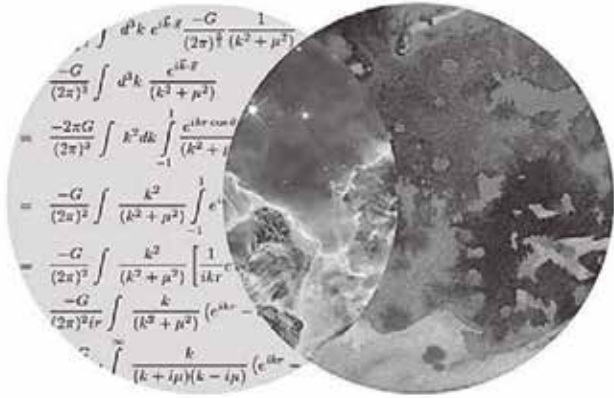
mente al Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, se alejan poco a poco, pero día a día de su actividad real. Transporte, Logística y Movilidad, Recursos, Sostenibilidad y Cambio Climático o Bienestar, Compromiso Social y Calidad de Vida constituyen alguno de los nuevos ejes estratégicos sobre los que tiene que desplegar su actividad profesional el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Todos ellos muy interrelacionados con el mundo ciber, hasta el punto que no se podrán abordar con la eficacia debida sin conocer el qué, porqué, paraqué y el cómo de la tecnología y sus tendencias (Big Data y Realidad Virtual, Inteligencia Artificial y Robótica Industrial, y muchas cosas más)⁷. En cualquier caso, lo más importante es el conjunto de atributos que crecen alrededor del mundo digital que hacen posible una nueva forma de ver, analizar, sintetizar, razonar, cuestionar, reflexionar, intuir, crear o incluso de vivir la vida cotidiana.

La actividad profesional del ingeniero de Caminos, Canales y Puertos ha sido en general muy individualista, o en el mejor de los casos muy jerarquizada y ejecutada por equipos disciplinares muy corporativos y cerrados. El trabajo en red abre unas nuevas perspectivas, facilita la interdisciplinariedad, el trabajo colaborativo y el uso generalizado de la tecnología, además de poder conocer mejor (redes sociales y demás medios de comunicación) las necesidades de los ciudadanos y de la sociedad. Los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos sin perder la dimensión intelectual que les caracteriza, individual y colectivamente, tienen que integrarse en las nuevas corrientes sociales, y desarrollar una ingeniería para todos los ciudadanos, una ingeniería útil, pertinente, eficiente y con un coste razonable, sin que ello vaya en detrimento de sus compromisos con la técnica y la calidad y seguridad.

EL MODELO STEM-STEAM

STEM es un modelo educativo que responde al acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics.





Pretende aprovechar las similitudes y puntos comunes de las cuatro disciplinas para desplegar un proceso de enseñanza-aprendizaje con un enfoque interdisciplinario, incorporando contextos y situaciones reales de la vida cotidiana, y utilizando las herramientas tecnológicas más pertinentes. El modelo nace y se desarrolla en el contexto de la educación escolar, se extiende con rapidez por el mundo y penetra con fuerza en la formación universitaria.

El modelo STEM ha ido evolucionando, influenciado por la filosofía *maker* y los movimientos *do-it-yourself*, así como con el pensamiento creativo, y el trabajo basado en competencias y demás actividades colaborativas, circulares y productivas. Además, está demostrado que cuando se incluyen en la formación habilidades artísticas y creativas se ponen en valor algunos aspectos importantes de los individuos como por ejemplo la innovación y el diseño, el desarrollo de la curiosidad y la imaginación o la búsqueda de soluciones diversas a un problema único. Es por ello que de forma natural se ha producido la transición del modelo STEM al STEAM, que incluye la A de Arts y, por tanto, incorpora contenidos y actividades artísticas¹³.

En cualquier caso, es necesario tener en cuenta que el modelo STEM, o su extensión STEAM, proviene del mundo anglosajón donde la percepción, visión y alcance de las disciplinas de referencia es muy diferente a la que se puede tener en la cultura educativa continental europea (sobre todo universitaria). Por tanto, la aplicación del modelo STEAM de forma eficiente en Europa, o en España, precisaría de un cambio de mentalidad

no sólo en relación con los contenidos y conocimientos sino también de los profesores, los procesos y metodologías; en definitiva, en la forma como se hacen llegar y asimilan las diferentes disciplinas los estudiantes.

¿PORQUÉ EL MODELO STEM-STEAM?

Para poder afrontar los retos que plantean los sistemas productivos son necesarios profesionales coherentemente formados en ciencias y tecnología; pero las empresas no encuentran titulados con los perfiles requeridos, entre otras cosas porque los sistemas educativos están pendientes de transformaciones que no se están produciendo al ritmo que exige la producción mundial. La demanda de profesionales con perfil STEM se incrementará en Europa un 14 % hasta el año 2020 (el resto tan solo crecerá un 3 %, según el Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional). Así hasta el año 2020 hará falta cubrir en Europa un millón de puestos de trabajo con perfiles laborales científicos y tecnológicos, aunque en España según los últimos datos de EUROSTAT solo el 1,5 % de los graduados entre 20-29 años tiene una formación STEM.

En los últimos tiempos las universidades están sufriendo un descenso en la demanda de estudios STEM, en parte porque las carreras son las más caras del sistema y por la mayor dificultad de los estudios³. Como consecuencia de ello el número de graduados STEM está teniendo en España (según Randstad Research) una evolución negativa (69.113 en 2016, 57.261 en 2021). En la Unión Europea la tasa de graduación STEM

es baja, pero está mejorando (1,9 % de los graduados de 20 a 29 años en 2014 frente a 1,7 % en 2012). La complicidad de la industria a la hora de establecer iniciativas para fomentar entre los jóvenes vocaciones científico-técnicas es escasa, e incluso en muchos ámbitos tiene problemas para desplegar una formación complementaria específica para capacitar y adecuar las competencias laborales de sus empleados a los perfiles híbridos necesarios, de forma que máquinas y automatismos refuercen el trabajo de las personas en lugar de debilitarlo.

Además, según la Comunidad Europea, España es uno de los países más amenazados por la cuarta revolución industrial porque, como indica el Índice de Economía y Sociedad Digital (DESI) de 2017, va muy rezagada en las habilidades digitales básicas. De hecho, ocupa el puesto número 15 en el ranking de los 28. Y no solo eso, el país figura en la posición 21 por la cantidad de especialistas en tecnologías de la información y comunicaciones. España avanza en muchos de los apartados de la Agenda Digital Europea, pero no en las cualidades digitales de su capital humano (habilidades necesarias para aprovechar las posibilidades que ofrece la sociedad digital) donde retrocede respecto a 2016 y se sitúa por debajo de la media.

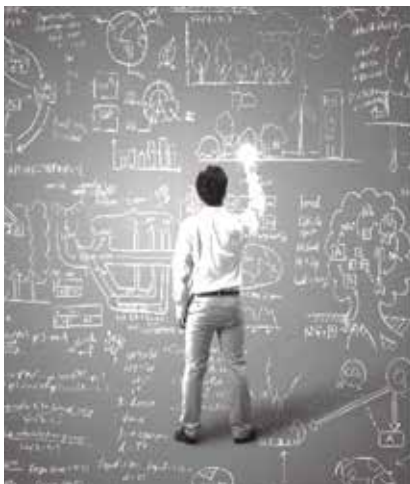
UNA OPORTUNIDAD PARA EL INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

¿Sería aplicable el modelo STEM-STEAM a la formación del ingeniero de Caminos, Canales y Puertos? Seguramente muchos profesores, gestores académicos

e incluso profesionales dirían, o tienen la sensación de, que la formación actual ya lo es. Sin embargo, es necesario reconocer que existe un claro desequilibrio entre las cinco disciplinas de referencia del modelo, especialmente en todo aquello relacionado con la Tecnología, el Pensamiento Digital y el Arte, y que los contenidos, competencias y actividades en los currículos actuales son testimoniales, por no decir que inexistentes.

El atributo más adecuado para identificar al ingeniero de Caminos, Canales y Puertos debería seguir siendo el talento (inteligencia, aptitud, capacidad para desarrollar una actividad), cuestión que durante mucho tiempo ha estado directamente relacionada con el conocimiento y los saberes (tenía talento quien sabía o pensaba mucho). El talento es hoy más complejo de valorar y definir (y no sólo es éxito) y, simplificando los distintos elementos y conceptos que recoge, se puede afirmar que es una combinación de cuatro ingredientes estratégicos básicos: inteligencia, emoción, innovación y creatividad en proporciones variables según el ámbito de actividad, incluso cuantitativa o cualitativamente.

En todo caso, concebidos y desarrollados con un pensamiento y bajo una perspectiva digital (el pensamiento digital es disruptivo con las ideas y su viabilidad práctica, y por tanto está cambiando los paradigmas del talento). En este contexto pocas universidades en el mundo han reformulado sus estudios de ingeniería civil y medio ambiente (denominación generalizada en los países desarrollados) dándoles mayor alcance y amplitud de



MIT
Civil and Environmental Engineering

Big Engineering

MIT CEE is big engineering. Here you will learn how to understand the Earth's biomes; design benign materials and structures; model air, water and climate; discover new energy resources; develop quantitative systems thinking to understand and design complex infrastructure; and build sustainable infrastructure and cities.

Emphasizing the use of emerging technologies, you can focus your studies to build on the tools of the large data, computation and coding, probability and data analysis, and learn how to combine theory, experiment and modeling to understand and solve complex problems. With these tools and the experience that an MIT education provides, our students are ready to build the future.

<https://cee.mit.edu/undergraduate/>

MIT
Civil and Environmental Engineering

Degrees Offered

We offer advanced Master's and Doctoral degrees within the areas of environmental chemistry; environmental fluid mechanics; environmental microbiology; hydrology and hydroclimatology; networks, systems and computation; materials, structures and geomechanics; and supply chain and logistics.

<https://cee.mit.edu/graduate/>

miras, integrándola en los nuevos paradigmas sociales y orientándolos hacia una nueva dimensión del talento¹².

El Massachusetts Institute of Technology (MIT) lidera estas tendencias e integra los nuevos enfoques en sus estudios de Ingeniería Civil. Presenta y promociona sus estudios de grado como BIG ENGINEERING y los relaciona con la dimensión bioclimática de la tierra, el diseño amigable de materiales y estructuras, la modelización del aire, el agua y el clima, las nuevas fuentes de energía, el desarrollo de sistemas inteligentes para comprender, diseñar y construir mejor infraestructuras complejas o ciudades sostenibles. Sin que ello signifique una verdad incuestionable, esta reflexión estratégica del MIT establece algunos hitos importantes: una ingeniería civil y medioambiental pensando en GRANDE y muy interrelacionada con los problemas que afectan al planeta y a la sostenibilidad de la vida de sus ciudadanos.

Explícitamente el MIT hace énfasis en el uso de las tecnologías emergentes y focaliza los estudios en el desarrollo de herramientas asociadas con la información y los datos, la computación y programación, la probabilidad y las nuevas técnicas de análisis, con un aprendizaje basado en la combinación de teorías, experimentos y modelos para compren-

der, y resolver mejor, problemas cada vez más complejos. Es decir, introduce en la formación dos ejes básicos en la 4ª revolución industrial, la tecnología y el pensamiento digital y los modelos y la simulación (realidad y virtualidad). Para remarcar el carácter STEAM, el MIT introduce en los currículos académicos contenidos relacionados con las ciencias, el arte, las humanidades, las ciencias sociales y la comunicación además de requisitos específicos de matemáticas, tecnología y diseño, así como de la propia ingeniería civil; en todo caso en un contexto digital bien establecido.

El MIT y su departamento de Ingeniería Civil y Medioambiente promueven una formación de carácter generalista en los estudios de grado, con independencia de las distintas orientaciones e itinerarios que ofrece, en los que profundiza posteriormente con másteres muy específicos, en cualquier caso, manteniendo una filosofía y un perfil profesional disruptivo y digital.

La ingeniería de Caminos, Canales y Puertos necesita reformularse y puede hacerlo mirando hacia atrás reivindicando una formación larga (másteres integrados) para unos pocos, analógica y abstracta, muy centrada en los contenidos y saberes, con unos perfiles profesionales muy alineados con los intereses

de las empresas del sector más que con las necesidades de los ingenieros, sobre todo de los más jóvenes que tienen dificultades para encontrar trabajo. Pero no sería lo más inteligente, será necesario buscar nuevas fórmulas que permitan desarrollar las capacidades de pensar y razonar, de gestionar el conocimiento y la actividad usando las herramientas tecnológicas típicas de los sectores productivos más competitivos (según Steve Jobs programar estimula la creatividad y ayuda a pensar; seguramente por ello el MIT lo incorpora a sus estudios de grado en Ingeniería Civil).

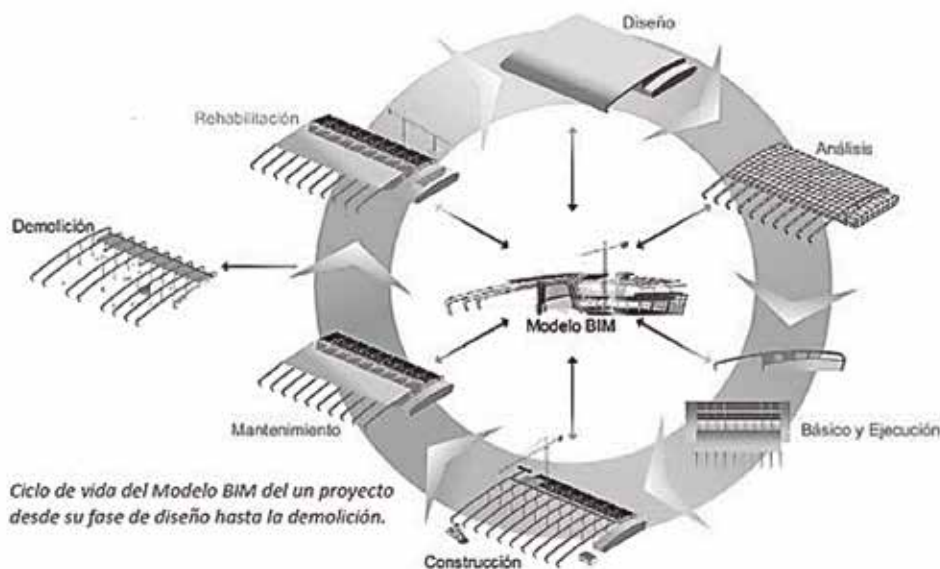
Las instituciones y organismos más tradicionales del sector⁷ (administración, empresas, profesionales y algunos agentes sociales y proveedores de formación) están potenciando el uso de BIM (*Building Information Modeling*) como una herramienta tecnológica clave para mejorar la competencia, pero en realidad BIM forma parte de unas estrategias nuevas de trabajo colaborativo y digital,

y constituye una primera manifestación en la práctica profesional de los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de los principios básicos de la 4ª revolución industrial, interrelacionando los mundos ciber y físico con la estandarización y la simulación (emulación)⁹.

El mundo del software y de los productos digitales es muy competitivo y para sobrevivir las empresas del sector han desarrollado, durante muchos años, marcos de referencia y metodologías de gestión ágiles (*Agile Management*, *Scrum Manager*, etc.), especialmente útiles para desarrollar la actividad en los entornos complejos donde se mueven, con equipos multidisciplinares que se organizan con gran autonomía, donde se necesita tener resultados pronto, dónde los requisitos no están bien definidos o sufren cambios importantes durante la ejecución de los proyectos y dónde la innovación, competitividad, flexibilidad y la productividad son fundamentales; ¿encajarían todos estos condicionantes con

la práctica profesional de los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos?

La respuesta es claramente afirmativa, pero en cualquier escenario todas esas cuestiones no deberían debilitar la formación STEAM de referencia. Por ello se podrían abordar incidiendo directamente sobre el proceso formativo, que sin lugar a dudas incluye todos los ingredientes de complejidad que justifican una gestión más compleja que la tradicional (constituyen la base conceptual de la metodología de Aprendizaje Basada en Proyectos, PBL). Posiblemente la mejor forma de compatibilizar todos estos asuntos sería que profesores y estudiantes gestionen el conocimiento, los contenidos, las metodologías, los procesos de aprendizaje y demás actividades conjuntamente y con las mismas herramientas que utilizan los ingenieros en la práctica para desarrollar su actividad profesional (no la actual sino la más que previsible futura en el contexto de la 4ª revolución industrial). ☞



NOTAS

(1) ANDERSON C. (2012), The new industrial revolution. Crown Publishing Group. Reino Unido

(2) COMISSIÓ INDUSTRIA 4.0 D'ENGINYERS DE CATALUNYA (2016), Indústria 4.0 Status Report. Document de Treball. España

(3) EVERIS (2012) Factors influents en l'elecció d'estudis científics, tecnològics i matemàtics. Visió dels estudiants de 3º y 4º d'ESO y Batxillerat. Amb la col·laboració de la Generalitat de Catalunya.

(4) GERSHENFELD N. (2005), Fab: The coming revolution on your desktop - from Personal Computer to Personal Fabrication. Basic Books, Inc. USA

(5) KAGERMANN H.; WAHLSTER W. & HELBIG J. (2013), Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final Report of the Industry 4.0 Working Group. Alemania

(6) MENABREA L. F. (1842). The analytical engine invented by Charles Babbage. Scientific Memoirs published by Richard Taylor. Reino Unido

(7) MINETUR (2015), Industria conectada 4.0. La transformación digital de la industria española. Ministerio de Industria y Energía. España

(8) RIFKIN J. (2011), The third industrial revolution: how lateral power is transforming energy, the economy, and the world. St. Martin's Press. USA

(9) RIFKIN J. (2014), The zero marginal cost society: the internet of things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism. St. Martin's Press. USA

(10) France SCHWAB K. (2016), The fourth industrial revolution. World Economic Forum. Alemania

(11) SIFAKIS, J. (2011), A vision for computer science - the system perspective. Central European Journal Computational Science. Francia

(12) SUÁREZ B., OÑATE E. (2013), Un acercamiento a la complejidad del mundo con los números. El año de Turing, Blog de El País. España

(13) TUGBA A., BONORDEN S. , CAPRARO R. M., CAPRARO M. M. (2016). From STEM to STEAM: Students beliefs about the use of their creativity. The STEAM Journal. USA

Opino con Betancourt

EZEQUIEL
Domínguez

Dr. Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos.

Coordinador General de Desarrollo
Urbano Sostenible.

Ayuntamiento de Madrid

sobre la función pública

RESUMEN

Compartiendo opinión con la figura de D. Agustín de Betancourt, el artículo repasa los principales vectores de actuación en los que el Ingeniero de Caminos debe desarrollar su capacidad para aportar valor añadido a la sociedad. Gobernar es prever, y así la función pública origen de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos gobierna el espíritu de los que desempeñan su pasión en el ámbito municipal.

PALABRAS CLAVE

Opinión pública, Agustín de Betancourt, ingeniero de Caminos

ABSTRACT

Sharing opinion with Agustín de Betancourt, the article covers the main areas of activity in which Civil Engineers might develop their capabilities to provide added value to society. It has been said that to govern means to foresee, and in this way the public function inherent to the profession of a Civil Engineer governs the spirit of those that pursue their passion in the municipal environment.

KEYWORDS

Public opinion, Agustín de Betancourt, Civil Engineer

Opino con Betancourt que los medios para favorecer el desarrollo de una sociedad se encuentran en la base de su funcionamiento, en sus infraestructuras. La funcionalidad de las relaciones humanas debe lograrse desde una amplia visión que ayude a definir ese futuro sin que éste nos atropelle. Gobernar es prever, y así la función pública origen de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos gobierna el espíritu de los que desempeñan su pasión en el ámbito municipal.

El municipio surge desde las primeras civilizaciones para organizar la convivencia social. Se trata de la principal estructura territorial que aún no ha completado su protagonismo en el marco de nuestra constitución, el proceso descentralizador se acentuará desde las autonomías hacia los municipios. Históricamente en su seno tienen origen los principales cambios que finalmente se extienden por el resto del territorio.

Las ciudades modernas se enfrentan a un complejo cambio social y político que reconfigurará a buen seguro la realidad del espacio vital y las relaciones humanas en sus calles. Las pautas de movilidad, revalorización de la ciudad existente y las formas de comunicación de los ciudadanos se están transformando con mayor rapidez que las adaptaciones que son capaces de poner en marcha las instituciones. A un universitario se le castiga sin teléfono móvil en lugar de quitarle las llaves del coche como ocurría hace pocos años. Un adolescente medio identifica más su libertad con la conectividad de su smartphone que con pautas de movilidad física que ahora resuelve de mil maneras diferentes. Su Red es lo que realmente le conecta ahora con el mundo y le permite “estar” simultáneamente participando en varios sitios a la vez.

El acceso a los bienes y servicios con las nuevas tecnologías modificará en poco tiempo los conceptos de movilidad de personas y mercancías que se encuentran consolidados en la ciudad. Los viajeros que deban emprender un desplazamiento se-

lecciónarán en una mayor oferta de alternativas de transporte y las mercancías desarrollarán la tendencia actual de la ruptura de carga y distribución sostenible en la última milla.

El profesional ingeniero de Caminos cuenta con las competencias legales y con las habilidades necesarias para abordar desde la rigurosidad soluciones para la movilidad y el transporte de personas y mercancías. Las entidades locales deben resolver estas cuestiones por lo que tienen reservada expresamente la competencia del transporte público urbano. Hoy en día las tecnologías han permitido desarrollos de sistemas inteligentes de transporte que permiten actuaciones impensables en el pasado reciente. En estos ámbitos de actividad los ingenieros de Caminos son referente internacional tanto en el sector empresarial como en puestos de responsabilidad municipal.

La ciudad más inteligente de todas será aquella con un diseño del espacio público tal, que resuelva las relaciones humanas de la manera más sencilla y con el uso más racional de las nuevas tecnologías.

Así, la tendencia de las grandes ciudades europeas debe servir de guía para ayudarnos a prever y, en definitiva, a identificar los condicionantes de futuro que permitan adoptar las mejores decisiones en el ámbito público. Las ciudades que con mayor desarrollo se han enfrentado antes a problemas de saturación del espacio público con infinidad de usos superpuestos y a graves problemas de contaminación atmosférica, son las que



Recreación aérea del entorno urbano futuro para Mahou-Calderón

Situación actual del ámbito Mahou-Calderón





Foto aérea Colonia de la Prosperidad, APE 05.16

con ensayo y acierto han ido reconfigurándose como ciudades más habitables y cercanas.

La función pública ejercida desde el ámbito municipal ofrece al profesional ingeniero de caminos la recompensa de ver plasmadas las decisiones de diseño en el espacio público en un corto espacio de tiempo. La cercanía de este nivel administrativo permite generalmente que el trabajo del funcionario municipal se pueda valorar en la calle y repercuta en la calidad de vida de los ciudadanos de manera directa.

Una de las competencias más apasionantes de las administraciones locales en este sentido de mejora de la vida de los ciudadanos se cristaliza en el urbanismo. La profesión de los Ingenieros de Caminos comparte junto con la de Arquitecto la competencia en esta materia de hacer ciudad. Aprovechemos entonces desde la profesión para contribuir a la construcción de una ciudad mejor.

Es preciso que los colectivos de jóvenes Ingenieros de Caminos se animen a visibilizar sus conocimientos en esta materia para que la sociedad reconozca mejor que el buen urbanismo se debe aprovechar para resolver los problemas generados en la ciudad existente, mejorando las carencias o la infradotación

de servicios urbanos. Los instrumentos de planificación urbanística deben incluir una adecuada coordinación de los servicios públicos y las dotaciones que no pueden faltar en un territorio convenientemente equilibrado. Garantizar el transporte público urbano, el abastecimiento, el saneamiento, el alumbrado público, el viario público, la recogida de residuos etc.

La otra vertiente de la profesión que adquiere un gran campo de desarrollo en el ámbito municipal son las infraestructuras generales que mantienen la ciudad viva. El Ayuntamiento de Madrid ha posibilitado a sus funcionarios desarrollar las más espectaculares obras de ingeniería al servicio de la ciudad. El trabajo de los ingenieros de caminos del municipio en la redacción de proyectos, dirección de las obras y gestión posterior de estos hitos constructivos ha sido indispensable. Actuaciones como el soterramiento de la Calle 30, grandes estaciones de viajeros, multitud de túneles urbanos, puentes y pasarelas urbanas, aparcamientos públicos, depuradoras, estanques de tormentas, grandes colectores, fuentes ornamentales, urbanización de nuevos ámbitos entre otras muchas, permiten levantar sobre ellas la mejor ciudad que sepamos definir.

Pero, ¿qué sería de todas las infraestructuras mencionadas sin una adecuada gestión?. La explotación de la obra civil y su conservación rigurosa a través de los conocimientos de la profesión es la que permite prolongar su vida útil con las máximas garantías y prever el momento preciso para su rehabilitación o finalmente su sustitución. El ingeniero de Caminos municipal participa de la gestión de las principales infraestructuras defendiendo desde la función pública cómo mantener la funcionalidad de las mismas. La correcta conservación de pavimentos y aceras, de túneles urbanos, galerías de servicio, el alumbrado público, las tecnologías del tráfico, la depuración, el saneamiento y abastecimiento de agua, requieren que un Ayuntamiento no se descuide en sus cuidados.

Vestíbulo reformado de la Estación Sur de Autobuses

Dársenas reformadas de la estación Sur de Autobuses



Opino con Betancourt que para el correcto desarrollo humano las infraestructuras tienen que servir de manera eficiente y encauzarnos hacia modelos de vida sostenibles y respetuosos con el estado del conocimiento de cada época. Para que un modelo de ciudad evolucione debe apoyarse en equipos de profesionales generosos que compartan enfoques e ideas asentando nuevos criterios de diseño. En el Ayuntamiento de Madrid la experiencia reciente me indica que aún con dificultad esto es posible, y sumando esfuerzos entre funcionarios se puede construir un desarrollo urbano más sostenible, fundamentalmente, Arquitectos Técnicos, Ingenieros Técnicos de Obras Públicas, Arquitectos e Ingenieros de Caminos.

Los Ingenieros de Caminos tenemos mucho, mucho que aportar en este proceso. Tenemos competencia ilimitada para el ejercicio profesional en las materias de Ordenación del Territorio, Urbanismo, Aguas, Transportes, Construcción y Medio Ambiente. Estamos facultados para la realización de estudios, informes, dictámenes, peritajes, proyectos, planes, dirección de obras, inspección, vigilancia, mantenimiento, conservación y explotación de la mayor parte de las infraestructuras sobre las que se desarrollan las ciudades, muchas de estas competencias compartidas con otras profesiones y la mayoría con carácter de exclusividad.

En suma, el profesional Ingeniero de Caminos que tenga la oportunidad de integrarse en la función pública en el ámbito local, puede ejercer legalmente para la administración la mayor parte de las competencias esenciales y mínimas que tiene reservadas un municipio.

Las administraciones locales que incluyan en sus relaciones de puestos de trabajo puestos de Ingenieros de Caminos, estarán optimizando sus recursos para el cumplimiento, con profesionales propios, de un gran número de servicios irrenunciables y de obligada prestación a los ciudadanos.

Existe pues una revisión obligada de los criterios con los que se configuran y reconvierten plazas de funcionarios en las relaciones de puestos de trabajo de muchas administraciones públicas. Los responsables de recursos humanos, al velar por el cumplimiento de los servicios públicos obligatorios, han de conocer y considerar las profesiones legalmente habilitadas para su ejercicio y dimensionar la plantilla consecuentemente. En el Ayuntamiento de Madrid en menos de 10 años se ha reducido a menos de la mitad el número de funcionarios Ingenieros de Caminos.

Los cargos políticos encontrarán en esta profesión una capacidad de resolución y asesoramiento para que su forma de Gobernar les permita adelantarse y prever necesidades. Les ayudará a realizar una planificación de objetivos coherente y una gestión optimizada y responsable de los recursos.

Las luces del ilustrado Betancourt traían cambios que sufrieron periodos de sombras y recelos. La profesión de Ingeniero de Caminos, tan ligada a la función pública, se enfrenta a un proceso de transformación que superará con éxito aportando como siempre en su actuación el valor añadido que la sociedad nos demanda. Sirva este modesto homenaje para seguir agradeciendo a la figura de D. Agustín de Betancourt lo más bonito de esta profesión, el servicio al interés general. 🇵🇸



Remodelación del Espacio Público. Entorno de la Plaza de Bambi.



MARCOS
Pacheco

Graduado en Historia por la
Universidad de Sevilla

El puente ferroviario Alfonso XII

en Sevilla

LOS ANTECEDENTES

El puente de Alfonso XII estuvo situado en las inmediaciones de la estación plaza de armas, que con ello permitía al tren Sevilla-Huelva salvar el río Guadalquivir.

Esta línea férrea tuvo su origen en la petición del ingeniero Carlos Lamiable y Watrin, el cual redactó su proyecto en enero de 1860 con un presupuesto estimado de 67.414.103 reales de la época. A continuación, estableció relaciones con la Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante (M.Z.A.) para traspasar la concesión, que cristalizó en la firma de escritura de compraventa de fecha 5-10-1877. Los empresarios Wilhelm Sundheim y Henry Doetsch, a cambio de que entregaran la línea terminada antes del 30 de junio de 1889, recibieron como pago un total de 28.000 acciones y 56.000 obligaciones de M.Z.A. Sin embargo, dificultades surgidas en las obras debido a las expropiaciones y a los temporales obligaron al ministerio de fomento a conceder una prórroga de nueve meses.

Esta vez el plazo quedó cumplimentado, por lo que la línea fue inaugurada el 15 de marzo de 1880.

EL PROYECTO

La ubicación prevista para el puente y enlaces dio motivo a fuertes quejas entre la población del cercano barrio de Triana, pues cercenaba los caminos hasta los huertos del Alamillo y la Cartuja. Por ello, la comisión de obras públicas del ayuntamiento propuso al sr. alcalde José María Ybarra Gutiérrez de Caviedes, en escrito de 5 de noviembre de 1877, que dicha infraestructura pudiera ser utilizado por peatones y caballerías. Dicha petición no fue atendida en el proyecto reformado del puente, que en 1878 fue redactado por el ingeniero de caminos Jaime Font y Escolá¹.

En la citada memoria modificada, se menciona la ejecución de sondeos del terreno para definir las cimentaciones, profundidades y la naturaleza del suelo. Por otra parte, la variación sufrida por las márgenes del río hizo necesario variar el ángulo de oblicuidad del puente



con respecto al eje del cauce. La estructura supuso una variante importante respecto de la del proyecto original. Este consistía en un gran tramo metálico continuo de 254 metros de longitud formado por dos vigas paralelas de celosía, unidas únicamente por el tablero inferior, dado que su limitada altura de 3 metros no permitía arriostramiento superior.

La enmienda redujo el número de apoyos de 8 a 6, sobre los que sustentaron 5 tramos independientes de 50,70 metros cada uno, formados por 2 vigas exteriores con cabeza superior parabólica. En la parte central de las parábolas se consiguieron los 6 metros de altura necesarios para disponer los arriostramientos convenientes, sin interferir en el gálibo de navegación requerido. Este tipo de vigas fue poco frecuente en España.

En los extremos se dispusieron 2 tramos de acceso de 10 metros de longitud, apoyados en sendos estribos construidos en las márgenes. Los apoyos principales estaban constituidos por dobles tubos hincados con ayuda de aire comprimido, mientras que los estribos en sillería apoyados sobre pilotaje de madera.

LA INAUGURACIÓN

A partir del 15 de marzo de 1880 se establece el servicio ferroviario regular entre Sevilla y Huelva, circunstancia que recoge el periódico sevillano "Diario de Andalucía" en su edición del siguiente día 16.

La llegada de la primera locomotora a orillas del río Odiel, en Huelva, fue acogida con gran regocijo popular. El gobernador pronunció unas palabras exaltando las circunstancias y augurando un feliz futuro para la ciudad, expresando su gratitud a los constructores Sundheim y Doetsch.

PUNTO FINAL

Pasaron los años, la corriente fluvial fue desviada inmediatamente aguas arri-



ba del puente de Alfonso XII, al mismo tiempo que se procedió a cerrar el cauce en el punto denominado Chapina, con objeto de cerrar el tramo de río que terminaba en la esclusa, construida en el extremo sur. Esta entró en funcionamiento en 1951.

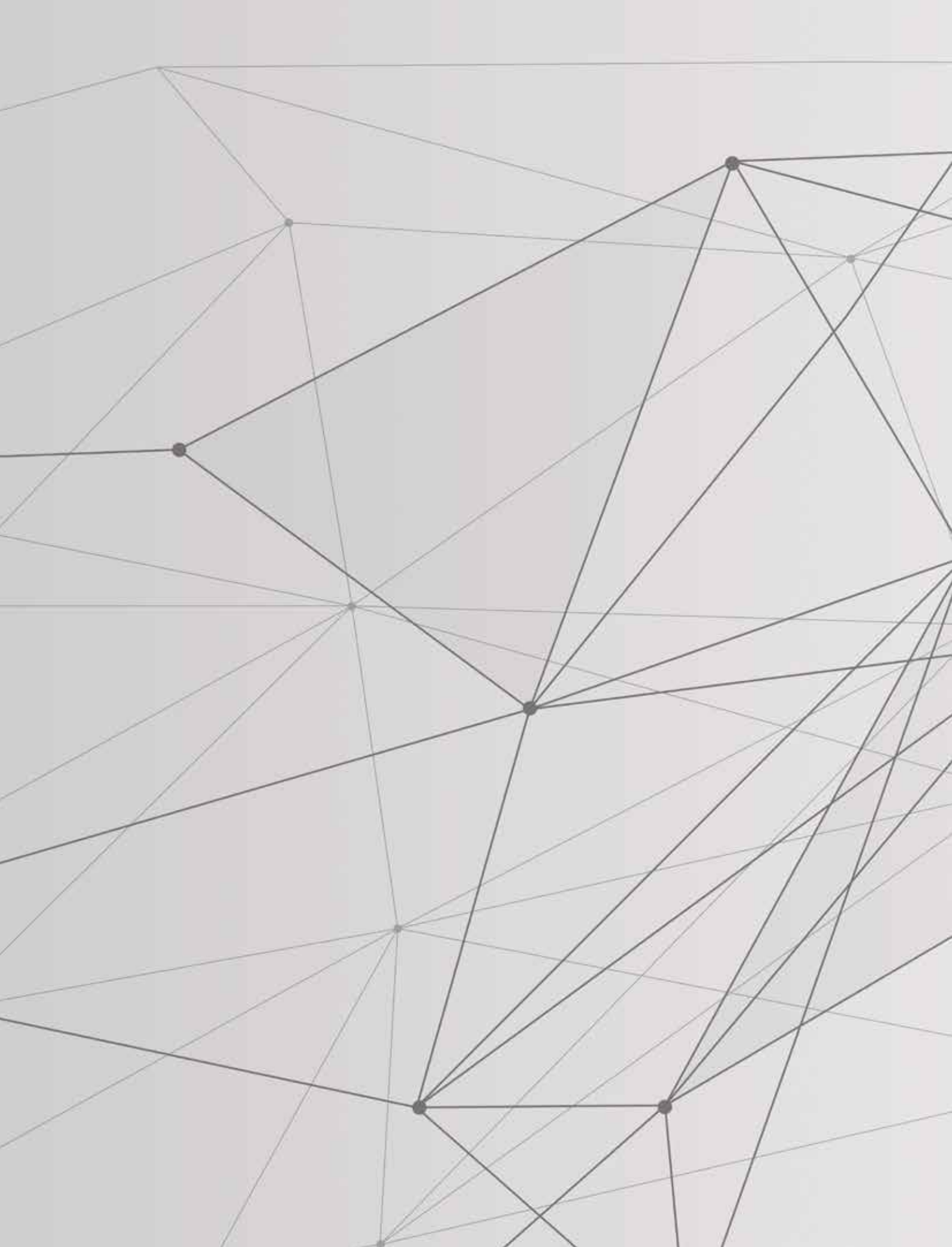
El puente que quedó incluido he dicho tapón, quedó por unos años como un testimonio de su antigua función, hasta que al final fue desguazado. 📍

NOTAS

(1) Archivo General de la Administración, Caja 27.542. Dicho ingeniero había trabajado como ingeniero del estado en las provincias de Cádiz y Sevilla construyendo, entre otras obras, el faro de Chipiona en 1862. Después de ser director de las obras del puente de Sevilla, pasó a trabajar en la línea de ferrocarril Sevilla-Huelva

REFERENCIAS

- CUENCA TORIBIO, José Manuel. Historia de Sevilla. Sevilla en el siglo XIX. Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla (Colección de Bolsillo), 1991.
- RUBIALES TORREJÓN, Javier (Coordinación). Historia Gráfica del Puerto de Sevilla. Sevilla: Junta de Obras del Puerto de Sevilla y Equipo 28, 1989.
- SALAS, Nicolás. Sevilla y sus puentes. Sevilla: Guadalquivir Ediciones, 2009.
- SALAS, Nicolás. Sevilla fabril: homenaje a la industria tradicional sevillana. Sevilla: Guadalquivir Ediciones, 2008.
- WAIS, Francisco. Nacimiento y constitución de la red española en "cien años de ferrocarril en España 1844-1943". Madrid: Comisión del Primer Centenario del Ferrocarril en España, 1948.





Parte II

CIENCIA Y TÉCNICA

Estimación del factor de reducción de las fuerzas sísmicas

en edificaciones aporticadas de hormigón armado



ING. GRISEL
**Morejón
Blanco**

Centro Nacional de Investigaciones
Sismológicas. Santiago de Cuba,
Cuba



DR. ING. CARLOS
**Llanes
Burón**

Universidad Tecnológica de La
Habana José Antonio Echeverría. La
Habana, Cuba



DRA. ING. ZENaida
**Frómeta
Salas**

Departamento de Ingeniería Civil,
Facultad de Construcciones,
Universidad Oriente, Santiago de
Cuba, Cuba

RESUMEN

Se presenta una propuesta de factores de reducción de respuesta en edificaciones aporticadas de hormigón armado, para su utilización en la actualización del código sismorresistente cubano, partiendo de la obtención del factor de reducción por ductilidad sobre la base de 28 acelerogramas artificiales compatibles con los espectros de diseño de la NC 46:2017 y de los factores de sobre resistencia y redundancia a partir de un análisis estático no lineal de 144 variantes de edificios. La propuesta de estos factores está en función del periodo, para diferentes valores de ductilidad, derivas de piso y perfiles de suelo B, C, D y E.

PALABRAS CLAVE

Factor de reducción de las fuerzas sísmicas, ductilidad, sobre resistencia, redundancia

ABSTRACT

The article presents a proposal for response reduction factors in reinforced concrete frame buildings, to be employed in the updated version of the Cuban earthquake-resistant code, on the basis of the attainment of the ductility reduction factor following the generation of 28 artificial accelerograms compatible with the design spectrums of the NC 46:2017 and the resistance and redundancy factors on the basis of a non-linear static analysis of 144 variants of buildings. The proposal for these factors is made on the basis of the period, for different ductility values, storey drift and soil profiles B, C, D and E.

KEYWORDS

Seismic force reduction factor, ductility, over-resistance, redundancy

1

Introducción

El diseño sismorresistente de edificios, según los códigos actuales, se basa en análisis dinámicos y estáticos que consideran el comportamiento elástico. Los efectos del comportamiento inelástico durante terremotos fuertes se considera reduciendo las fuerzas elásticas por el factor de reducción de respuesta.

Muchos códigos de diseño tienen el defecto de considerar una reducción de las fuerzas debido al comportamiento inelástico, solamente en relación con las deformaciones máximas alcanzadas en cualquier instante del sismo, o la máxima energía disipada en un ciclo de carga, sin tener en cuenta la duración del sismo. Esto hace que en el análisis no se estimen factores tan importantes como la degradación de la rigidez, la disminución de la resistencia, el aumento progresivo de las deformaciones y por ende el colapso progresivo. En la mayoría de los códigos los factores de reducción dependen solamente de la ductilidad, sólo en los códigos más modernos (EC-8, NSR-10, R-001 y NC 46:2017), aunque estos valores son empíricos y no tienen la posibilidad de que el proyectista pueda modificar o seleccionar adecuadamente el factor de redundancia en base a las características del edificio que se encuentra analizando (Morejón et al., 2018).

En Cuba y específicamente en la región oriental predomina el uso del hormigón armado como material estructural por lo que es necesario dotar las estructuras de suficiente capacidad de disipación de energía, sobre resistencia y redundancia con el objetivo de garantizar un desempeño adecuado ante sismos de gran magnitud.

Los factores de reducción de las fuerzas sísmicas de la actual Norma Sismorresistente Cubana NC 46:2017 han sido extrapolados de otras normativas (NSE-

2010, ASCE/SEI 7-05, NSR-10, R-001), lo que trae como consecuencia que la capacidad portante de diseño de la estructura pudieran no corresponderse con la necesaria para garantizar el desempeño dúctil de las estructuras ante la ocurrencia de sismos de gran magnitud. La no acertada selección de estos factores de reducción pudiera provocar el fallo de las estructuras al no poder alcanzarse las grandes disipaciones de energía previstas y con ello determinados elementos estructurales pudieran ser excedidos en su capacidad portante, poniendo en riesgo la edificación y con ello aumentando la probabilidad de ocurrencia de graves daños estructurales con las consecuentes pérdidas de vidas humanas y materiales.

2

Desarrollo

2.1. Materiales y métodos

La metodología propuesta se elabora con el objetivo de mejorar los factores de reducción de las fuerzas sísmicas que presenta el código sismorresistente cubano (NC-46:2017), para edificaciones aporricadas de hormigón armado en función del periodo, sobre la base de la realización de un análisis estático no lineal, teniendo en cuenta la determinación de:

- El factor de reducción por ductilidad (R_{μ}) en base a la generación de sismos artificiales compatibles con los espectros de suelos de la NC-46:20177 en función del periodo.
- El factor de sobre resistencia (R_{Ω}) en función de la deriva máxima de piso y el número de pisos en edificaciones de pórticos de hormigón armado.
- El factor de redundancia (R_R) en función del número de pisos de las mismas edificaciones.

A continuación se fundamenta teóricamente el procedimiento escogido para

la determinación del factor de reducción de respuesta, de acuerdo con las condiciones existentes, detallando todas las etapas, donde se especifican los datos para el análisis, los tipos estructurales y materiales que se estudiaron, mediciones realizadas, el método de análisis estructural escogido y los programas de cálculo utilizados.

Existen varias aproximaciones para cuantificar el factor de reducción de las fuerzas sísmicas, en el trabajo se propone utilizar la propuesta que considera el código ATC-34 (ATC, 1995) y que se detalla en la ecuación 1.

$$[1] R = R_{\mu} R_{\Omega} R_R$$

Dónde: R_{μ} es el factor de reducción debido a esta disipación de energía; R_{Ω} es el factor de sobre resistencia y R_R es el factor de redundancia.

Para evaluar la respuesta no lineal se parte de un estudio de edificios de pórticos de hormigón armado, emplazados en zonas de alta sismicidad y proyectados conforme a la ACI-318:2014 (ACI, 2014), por tanto, se incluye la aplicación de un procedimiento de predimensionamiento sísmico de las secciones de los elementos de los edificios proyectados, la propuesta de un procedimiento de análisis estático no lineal con control de fuerzas, la determinación del modo de colapso, el estudio de la influencia de la reserva de resistencia y la redundancia en los factores de reducción de respuesta y el cálculo de la ductilidad máxima de los pórticos.

Los principios teóricos del procedimiento para la determinación del factor de reducción de las fuerzas sísmicas se detallan a continuación. La fundamentación teórica del procedimiento a diseñar se sustenta en la definición asumida como consecuencia del análisis realizado.

- El factor de reducción de las fuerzas sísmicas R depende de la tipología estructural, de la capacidad de disipación de energía, de la deriva máxima de piso

que se espera alcance la estructura cuando ocurre el sismo, de su periodo de vibración y del tipo de suelo.

- El objetivo fundamental del procedimiento es obtener una expresión que englobe los principales parámetros de los que depende el factor de reducción de las fuerzas sísmicas.

- La ductilidad depende de las características intrínsecas de los materiales estructurales, de la tipología estructural y fundamentalmente del detallado de los miembros estructurales que componen la edificación.

- La respuesta no lineal de los edificios de hormigón armado se estudia mediante el análisis numérico estático y dinámico, en cuya modelación se incluyen las características no lineales del material y el detallado de las secciones de los elementos estructurales.

- El factor de reducción por ductilidad (R_μ) depende fundamentalmente del tipo de suelo y del periodo.

- El factor de sobre resistencia (R_Ω) depende de la sobre resistencia global, de la deriva de piso y del número de pisos de las edificaciones.

- El factor de reducción por redundancia (R_r) mide la capacidad de incursionar las estructuras en el rango no lineal y se determina como la relación entre el cortante basal último y el cortante basal cuando se forma la primera articulación plástica, por tanto el factor de redundancia será siempre mayor que uno y depende del periodo y el número de pisos.

Para la simulación de las variantes de edificios se generan a partir de parámetros geométricos variables resultando 144 variantes de edificios de 2 a 5 pisos, con puntales de 3,0; 3,6 y 4,2 metros y luces de 2 a 5 (variables) en la dirección transversal y 5 luces (constantes) en la dirección longitudinal con dimensiones de 3,0; 3,6 y 4,8 metros. En el diseño se

utilizan como parámetros de control: los periodos, el coeficiente sísmico las derivas y el efecto P-delta.

Se propone hallar el factor de reducción por ductilidad (R_μ) como la relación entre la ductilidad respecto al coeficiente (C_μ), el cual se calcula como la relación entre el máximo desplazamiento inelástico respecto al máximo desplazamiento elástico; a partir de 28 sismos artificiales generados con aceleraciones cercanas a la aceleración de proyecto (0,273 g) y compatibles con los espectros de diseño elástico de la NC 46:2017 para los perfiles de suelo B, C, D y E generados con el programa seismoartif (SEISMOSOFT Ltd). De forma tal que para cada clase de suelo se tienen 7 sismos artificiales. Los espectros inelásticos se obtienen para ductilidades de 2, 3 y 4. Una vez obtenidos los coeficientes C_μ para cada caso se realiza el ajuste de la curva (Chopra, 2005), se parte de esta ecuación y los coeficientes a, b y c se determinan del mejor ajuste.

Se propone determinar la sobre resistencia global (R_Ω) en función de la deriva máxima de piso, a partir de la curva de capacidad resistente de cada estructura, obtenidas de un análisis estático no lineal mediante la técnica del *pushover*, posteriormente se construye otra curva que relaciona la deriva global (γ) con el cortante basal, para ello se dividen los valores de desplazamientos toques entre la altura total de la edificación. Por último, se halla la curva de capacidad que relaciona la deriva (γ) con el cortante basal a partir de la ecuación 2, donde para determinar el parámetro β_2 se realiza un análisis no lineal de las variantes previamente diseñadas ante la acción de 3 sismos registrados en la zona de estudio y escalados a aceleraciones mayores de 0.15 g.

$$[2] \quad \gamma = \beta_2 \gamma_g$$

Con esta curva se puede hallar el factor de sobre resistencia (R_Ω) para diferentes valores de deriva (ver ecuación 3), donde V_u es la capacidad máxima al cortante

basal que tiene la estructura y V_d es el cortante basal de diseño.

$$[3] \quad R_\Omega = \frac{V_u}{V_d}$$

El cálculo del factor de redundancia (R_r) está en función del número de niveles y el número de luces de las edificaciones, esta propuesta considera el número de articulaciones plásticas que se forman en la estructura al llegar al colapso con respecto al número total de articulaciones de un modelo de mecanismo de colapso. Además de la relación de la capacidad máxima de cortante respecto a la capacidad de cortante cuando se forma la primera articulación plástica (ver ecuación 4).

$$[4] \quad R_r = \frac{V_u}{V_1}$$

Dónde: V_u es la capacidad de cortante basal de la estructura, asociada al fallo de la misma y V_1 es el cortante basal asociado a la formación de la primera rótula plástica. Ahora bien, si V_u se produce cuando se han formado articulaciones plásticas en los dos extremos de todas las vigas y en el extremo inferior de todas las columnas no hay ninguna reducción de valor de R_r .

2.2. Resultados y discusión

En el gráfico 1 se muestra la variación de R_μ para perfiles de suelo B, C, D y E y ductilidades de 2, 3 y 4, se concluye que para periodo $T=0$ el factor $R_\mu=1$; para periodos $0 \leq T \leq 0,5$ segundos los valores son menores que la ductilidad mientras que para periodos $T > 0,5$ segundos los valores de R_μ tienden a ser igual a la ductilidad.

En el gráfico 2 se muestran los gráficos que relacionan el periodo con la sobre resistencia global para valores de deriva de piso de 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0%, se observa que mientras menor es la deriva de piso mayor es la sobre resistencia. Se aprecia además, que la curva de mejor ajuste se incrementa ligeramente con el

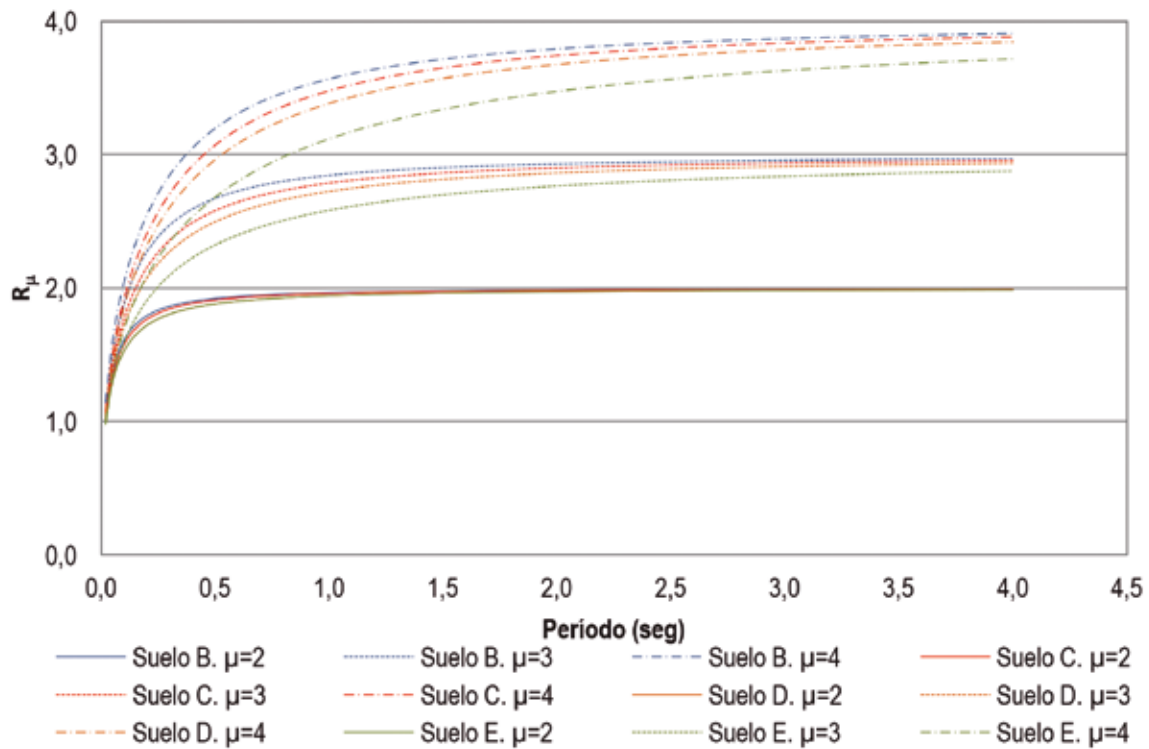


Gráfico 1_ Variación de R_d para perfiles de suelo B, C, D y E y ductilidades 2, 3 y 4.

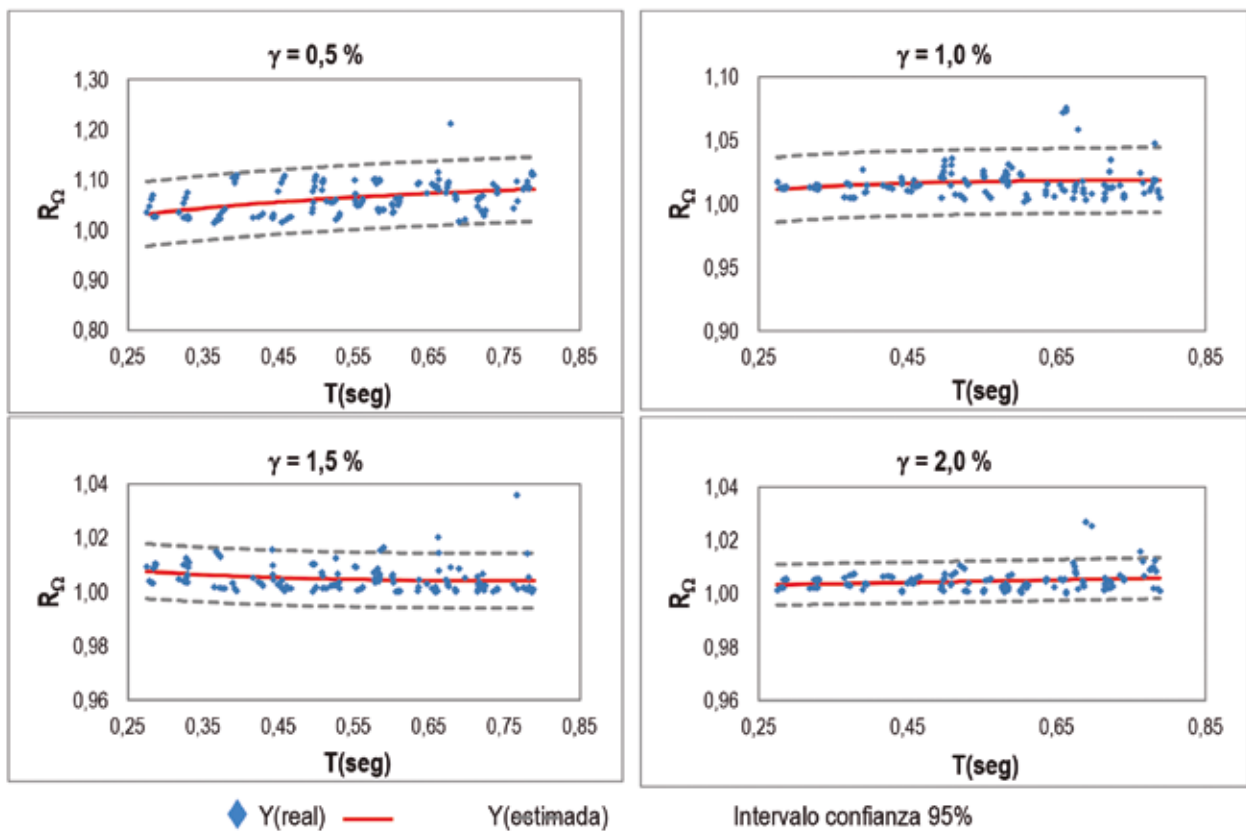


Gráfico 2_ Variación de la sobre resistencia global en función del periodo

γ (%)	Ecuación de ajuste	Coefficiente de correlación (R^2)
0,5	$R_{\Omega} = 1,096 - 0,005T^2 - 0,114 \log \frac{T}{T^2}$ [5]	0,98
1,0	$R_{\Omega} = 1,021 + \frac{0,001}{T^{1,5}}$ [6]	0,88
1,5	$R_{\Omega} = 0,999 + 0,006T^2 + 0,015 \log \frac{T}{T^2}$ [7]	0,85
2,0	$R_{\Omega} = 1 - 0,103[\exp(-0,049T)] + 1,104$ [8]	0,99

Tabla 1_ Ecuaciones de ajuste de la sobre resistencia en función del periodo

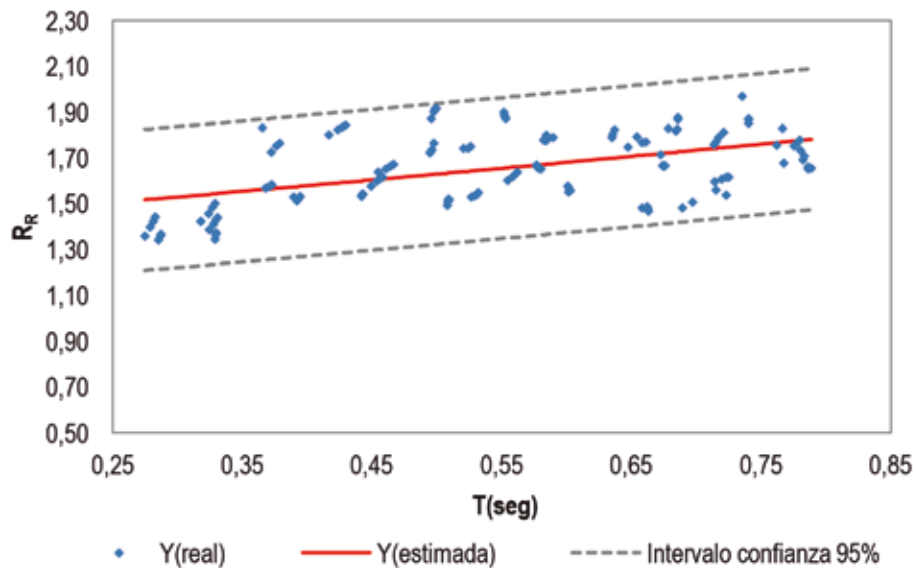


Gráfico 3_ Variación del factor de redundancia en función del periodo

Nivel de diseño	$\gamma=0,5\%$				$\gamma=1,0\%$			
	Perfil de suelo				Perfil de suelo			
	B	C	D	E	B	C	D	E
ND3	5,00	4,50	4,50	4,00	5,00	4,50	4,50	4,00
ND2	4,00	4,00	4,00	3,50	4,00	4,00	3,50	3,50
ND1	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00	3,00	3,00	2,50
Nivel de diseño	$\gamma=1,5\%$				$\gamma=2,0\%$			
	Perfil de suelo				Perfil de suelo			
	B	C	D	E	B	C	D	E
ND3	4,50	4,50	4,50	4,00	4,50	4,50	4,50	4,00
ND2	4,00	4,00	3,50	3,50	4,00	4,00	3,50	3,50
ND1	3,00	3,00	2,50	2,50	3,00	3,00	2,50	2,50

Tabla 2_ Valores recomendados del factor R

periodo solamente para valores de deriva de piso $\gamma=0,5\%$. Las ecuaciones de mejor ajuste se indican en la tabla 1.

El gráfico 3 muestra los valores del factor de redundancia (R_r) en función del periodo, los valores del factor de redundancia presentan un máximo valor de 1,97 y un valor mínimo de 1,34. El ATC-95 estipula un valor de R_r menor a la unidad alrededor de 0,71 cuando la estructura tiene dos ejes de columnas, en este caso se ha trabajado con edificaciones que presentan de 3 a 6 ejes de columnas (2-5 luces) proporcionándonos valores superiores a la unidad. Se concluye además que el factor de redundancia se incrementa con el periodo.

[9]

$$R_r = 2,18[\exp(0,21T)] - 0,79$$

Sobre la base de los resultados presentados en la tabla 2, se recomiendan los valores del factor de reducción (R) para tres niveles de diseño, que en términos de la energía disipada se denomina: elevada, moderada y baja, para derivas de piso máximas de 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0% y perfiles de suelo del tipo B, C, D y E.

3


Conclusiones

1. Se obtienen ecuaciones para definir el factor de reducción por ductilidad mediante la generación de 28 acelerogramas artificiales compatibles con los espectros de diseño elásticos de la NC 46:2017. Se concluye que los mayores valores se tienen en el perfil de suelo B y van decayendo conforme la resistencia del suelo es menor.

2. No se encontró una relación que permita afirmar que a mayor número de luces el valor del factor de sobre resistencia aumenta. Se concluye que a menor deriva de piso mayor es el factor de sobre resistencia. Se obtiene además, la

sobre resistencia local de cada elemento demostrándose que los valores de sobre resistencia global son menores a los valores sobre resistencia local sólo para estructuras con periodos menores a 0,50 segundos.

3. El valor del factor de redundancia es menor para estructuras con periodos menores a 0,55 segundos que para estructuras con periodos mayores.

4. Los valores del factor de reducción de las fuerzas sísmicas obtenidos en esta investigación son menores que los estipulados en la NC 46:2017 para niveles de diseño medio y alto. Para edificaciones con periodos $T>0,6$ segundos y deriva de piso de 0.5% los valores del factor de reducción se acercan o superan a los estipulados. 

REFERENCIAS

1. Newmark, N., Veletsos A. (1960). Effects of inelastic behavior on the response of simple system to earthquake motions. Proceedings of the 2nd World Conference on Earthquake Engineering, Japan, Vol. 2, pp. 895-912.

2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) (2010). Normas de Seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala NSE-2010. Guatemala. 27 pp.

3. American Society of Civil Engineers (ASCE/SEI 7-05) (2013). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. Virginia, Estados Unidos de América. 2013. 388 pp.

4. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) (2010). Reglamento colombiano de construcción sismorresistente NSR-10. Colombia: 176 pp.

5. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) (2011). Reglamento para el análisis y diseño sísmico de estructuras R-001, Decreto No.201-11. Santo Domingo, República Dominicana. 66 pp.

6. Frómeta, Z. P. (2009). Caracterización y evaluación de los aceros de refuerzo producidos por ACINOX Las Tunas para su empleo en zona sísmica. (Tesis Doctoral). Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". La Habana, Cuba.

7. Applied Technology Council [ATC] (1995). A critical review of current approaches to earthquake-resistant design. Rep, N. ATC-34, Redwood City, California. USA

8. Oficina Nacional de Normalización NC. (2013). Norma Cubana NC ISO 1920-7:2013. Ensayos al hormigón—parte 7: Ensayos no destructivos sobre hormigón endurecido (ISO 1920-7:2004, IDT). La Habana, Cuba.

9. American Concrete Institute (ACI) 318-14. (2014). Building code requirements for structural concrete. Farmington Hills, USA.

10. Aguiar, R. (2007). Factor de reducción de las fuerzas sísmicas. Primera edición. Editorial del Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército. Ecuador 117 pp. ISBN-978-9978-30-104-3.

11. SEISMOSOFT Ltd (2002-2013). Seismo-Signal. Pavia, Italia: www.seismosoft.com

12. Chopra, A. (2005). Estimating seismic demands for performance-based engineering of buildings. Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Antisísmica. IX Jornadas. Concepción. Chile. 34 pp.

Dos pasarelas

para evitar el aislamiento y promover el desarrollo económico y social en

Nicaragua



JOSÉ
Romo

Dr. Ing. de Caminos,
Canales y Puertos.
Fhecor Ingenieros
Consultores, S.A.



ANTONIO
Cano

Ing. de Caminos,
Canales y Puertos.
Fhecor Ingenieros
Consultores, S.A.

RESUMEN

Hoy en día, se estima que más de un billón de personas en zonas rurales no disponen de acceso de manera continua a servicios básicos debido a las crecidas de los ríos. Este hecho impide significativamente el desarrollo económico y social de esas comunidades. La construcción de estructuras que salven esos ríos permite dar acceso seguro a esos servicios básicos todo el año. En este artículo se presenta la construcción de dos pasarelas construidas en Nicaragua, en 2017 y 2018, fruto de la colaboración de FHECOR Ingenieros Consultores S.A. y la ONG Norteamericana Bridges to Prosperity.

PALABRAS CLAVE

Pasarela, estructura colgante, desarrollo social

ABSTRACT

It is currently estimated that over a billion people in rural areas do not have continuous access to basic services due to impassable rivers. This factor significantly impedes the economic and social development of these communities. The construction of bridges to cross these rivers provides safe access to these critical services the whole year round. This article describes the construction of two footbridges in Nicaragua, in 2017 and 2018, as a result of collaboration between FHECOR Ingenieros Consultores S.A., and the United States NGO Bridges to Prosperity.

KEYWORDS

Footbridge, suspended structures, social development

1

Proyecto de colaboración

La ONG Bridges to Prosperity (B2P) fue fundada en Estados Unidos en 2001. Desde entonces ha trabajado con comunidades rurales en 18 países por todo el mundo, como por ejemplo: Bolivia, Haití, Nicaragua, Panamá y Ruanda, construyendo más de 180 pasarelas hasta el día de hoy, permitiendo el paso sobre ríos infranqueables a más de 750.000 personas. B2P desarrolla programas dirigidos a empresas con los que consigue desarrollar su misión gracias a la colaboración de empresas privadas del ámbito de la consultoría y la construcción. Éstas a su vez se benefician del desarrollo personal, profesional y corporativo de su plantilla al participar en estos proyectos solidarios.

Fhecor es una empresa de ingeniería española con una alta política de responsabilidad social y una larga trayectoria de colaboración con distintas ONG en proyectos solidarios. B2P lucha contra el aislamiento de comunidades rurales que quedan incomunicadas en época de lluvias mediante la construcción de pasarelas peatonales que posibilitan el acceso seguro de miles de personas a necesidades básicas. Esta iniciativa convergió desde el primer momento con la política de Fhecor, hecho por el cual se llevó a cabo un acuerdo de colaboración a finales de 2016 para la financiación parcial y la construcción de una pasarela durante el primer semestre de 2017. Como primer fruto de ese acuerdo de colaboración, surgió el proyecto de la pasarela de Monte Verde en Nicaragua, cuya construcción se

iniciaría en abril de 2017. Esta primera pasarela se ubica en la comunidad de Monte Verde, a la que debe su nombre, dentro de la región de Madriz, a unos 200 km al norte de Managua, la capital. Esta estructura se concibió para salvar el cauce del río Estelí, entre las comunidades rurales de Monte Verde y La Cureña en el margen derecho, y el acceso a transportes y ciudades con mercados, centros médicos y escuelas en el margen izquierdo. Tras el éxito del primer proyecto, Fhecor y B2P volvieron a firmar un acuerdo de colaboración para construir una segunda pasarela, también en Nicaragua. Esta pasarela se ubica próxima al municipio de Santa María de Pantasma en la región de Jinotega, a unos 180 km al norte de Managua. Esta estructura se proyectó para salvar el cauce del río Gusanera sirviendo a las comunidades rurales de San Vicente, Pita Abajo, Los Laureles, Pita el Carmen y Valle los Oroz.

2

El aislamiento rural impide el desarrollo social

El aislamiento rural y la falta de acceso a servicios básicos son problemas muy ligados a la falta de desarrollo en el mundo. Se estima que cerca de un billón de personas en países en vías de desarrollo quedan aisladas en determinadas épocas del año debido a las lluvias, y no tienen acceso a servicios básicos de educación, salud y oportunidades económicas. Varios estudios muestran que la pobreza es más acusada en aquellas áreas donde el acceso a los servicios básicos es precario o inexistente estacionalmente. Esa falta de acceso está en estrecha relación con el producto interior bruto del país.

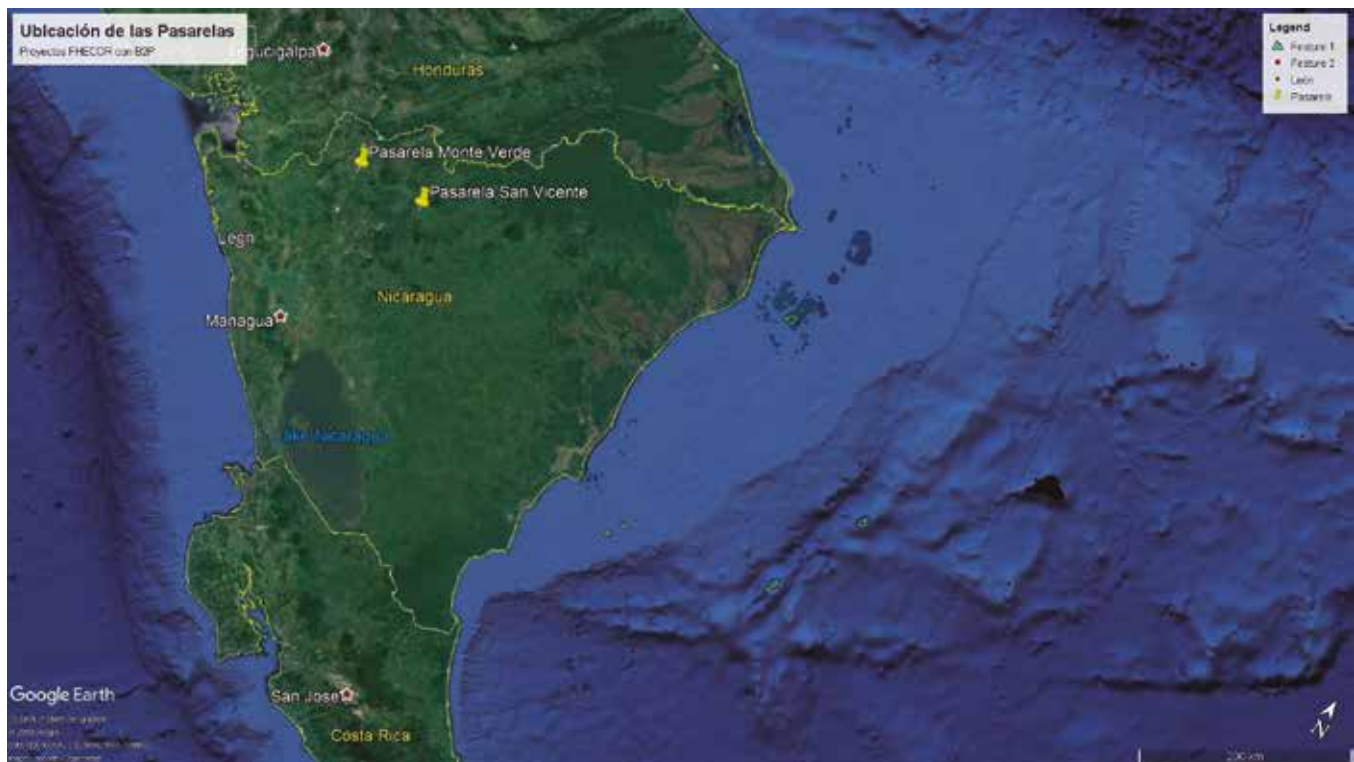


Fig. 1_ Localización de las pasarelas Monte Verde y San Vicente (Datos del mapa: Google Earth)



Fig. 2_ Madre con su hijo en la espalda cruzando el río durante la construcción de la pasarela San Vicente

Reducir el aislamiento rural e incrementar el acceso a servicios básicos que promueven el desarrollo, es un proceso complejo que engloba muchas variables y partes interesadas. A nivel general, la solución al acceso rural puede ser evaluada en términos de su efecto en la aproximación de servicios básicos, la movilidad de los individuos afectados o una combinación de ambos. En algunos casos, la creación de mercados, colegios o centros de salud en comunidades aisladas es la solución más adecuada para promover el desarrollo. En otros casos, esos servicios ya existen o se encuentran relativamente cerca de esas comunidades, pero la existencia de caudalosos ríos que crecen en determinadas épocas del año, hace imposible llegar hasta ellos. La construcción de pasarelas en localizaciones adecuadas crea un impulso económico significativo en esas zonas rurales. Ser capaz de cruzar un río durante todo el año, puede marcar la diferencia entre completar un curso escolar, vender las cosechas en el mercado o llevar a un bebé enfermo al médico. Las personas en necesidad llegan a arriesgar sus vidas para cruzar estos cursos de agua. Las pasarelas no sólo consiguen la eliminación de las barreras que impiden acceder a servicios básicos, sino que a la vez permiten el desarrollo en otras áreas de actuación humanitarias, como el acceso a puntos de agua potable. Todos aquellos proyectos que trabajan en el desarrollo de los grandes problemas en el mundo subdesarrollado son inútiles si las personas no pueden cruzar un río para acceder a ellos. Y es que la movilidad es la clave para el desarrollo social y económico de un país. Todavía hoy en muchas áreas rurales del mundo desarrollado, caminar constituye el principal medio de transporte. Sin embargo, muchos gobiernos de los países en vías de desarrollo sólo impulsan la construcción de estructuras para vehículos motorizados y no de peatones. B2P ha desarrollado un innovador modelo de colaboración con empresas de ingeniería que consigue poner en acuerdo a gobiernos locales y comunidades para construir

pasarelas en los sitios que más falta hacen y donde el impacto social sea más significativo.

3 Comunidades afectadas

La Pasarela Monte Verde, completada en Mayo de 2017, se proyectó en la misma ubicación donde una pasarela peatonal colapsó en 2010 debido a la erosión provocada por las fuertes corrientes y el desplazamiento de rocas y árboles en la época de lluvias. Tras este hecho, sin la existencia de una estructura que permitiese cruzar de una orilla a otra de forma segura, se produjo la desaparición de dos personas y lesiones de otras muchas al intentar franquear el río que llega a alcanzar más de 6 metros de calado con fuertes corrientes. En la margen izquierda del río se encuentra una escuela, un centro de salud y los medios de transporte necesarios para poder acceder a los dos principales núcleos urbanos de la zona, Palacagüina y Condega. En época de lluvias, antes de que se completase el proyecto, a los agricultores y granjeros ubicados en el margen derecho del cauce, les resultaba prácticamente imposible acceder a los medios de transporte localizados en la otra orilla, lo que les impedía comercializar sus productos en esas dos ciudades. Este hecho provocaba la pérdida de cosechas y la consiguiente afección en las ya precarias economías de esas familias. Además, la falta de una estructura que uniese ambas orillas, imposibilitaba el acceso desde el margen izquierdo al colegio y a los servicios básicos de salud durante esos meses lluviosos del año. De manera similar, la Pasarela San Vicente se proyectó para evitar que en la época de lluvias, la crecida del río Gusanera provocase el aislamiento de las comunidades cercanas. Antes de la construcción de la pasarela San Vicente,

varias personas habían perdido sus vidas y otras muchas habían resultado heridas al intentar cruzar el río.

Las zonas donde se ubican las nuevas pasarelas son regiones montañosas donde se distribuyen cientos de granjas y pequeños ranchos dispersos, dedicados fundamentalmente a la producción de frijoles, maíz, café, tabaco o cría de ganado. Se estima que la población a la que darán servicio las pasarelas es de unas 5000 personas, entre los que se encuentran campesinos y sus familias que viven en las comunidades circundantes a los ríos Estelí y Gusanera. Estas estructuras brindarán, no sólo seguridad a los habitantes de esas comunidades a corto plazo, sino mayores oportunidades para los niños y jóvenes de la zona, fomentándose el desarrollo social y económico de la región y evitando así, el aislamiento sufrido por la falta de adecuadas infraestructuras.

4 Desarrollo del proyecto

Las pasarelas de Monte Verde y San Vicente son el resultado de un acuerdo de colaboración a través del B2P Industry Partnership Programme. Estos programas fomentan el desarrollo de comunidades aisladas en países emergentes a través de la construcción de pasarelas por voluntarios de empresas de países desarrollados. Los programas permiten a las compañías contribuir en la construcción de una pasarela mediante un apoyo económico, revisión del proyecto, viaje al país de destino a ayudar a la comunidad local a construir la superestructura y finalmente contribuir con posibles mejoras en el diseño y el proceso constructivo tras la construcción. Así, previa a la construcción de ambas pasarelas, Fhecor realizó una donación económica a B2P, cuyo fin se destinó a financiar el proyecto y la compra de materiales de construcción en la zona. A su vez, para cada acuerdo de colaboración, Fhecor cedió a cinco

trabajadores de la empresa, presentándose como voluntarios, para así formar el equipo que llevaría a cabo cada proyecto. Para la construcción del primer proyecto de colaboración, en abril de 2017, los cinco técnicos de la empresa Fhecor, viajaron desde Madrid a la región de Madriz en Nicaragua. El equipo asignado por Fhecor tuvo el apoyo en campo de otros cuatro voluntarios estadounidenses, miembros del B2P Bridge Corporations, así como del equipo de B2P asentado en Nicaragua y voluntarios locales procedentes de las comunidades colindantes. En el segundo acuerdo de colaboración en febrero de 2018, a diferencia del primer proyecto, el equipo de la Pasarela San Vicente estaba formado por cinco voluntarios de la empresa Fhecor y otros seis voluntarios de la empresa estadounidense Weston & Sampson. Incluyendo también, el apoyo en campo del equipo de B2P asentado en Nicaragua y voluntarios locales procedentes de las comunidades cercanas.

Durante dos semanas, los miembros de ambos equipos en 2017 y 2018, trabajaron con las comunidades locales para la construcción de la superestructura y finalmente asistir a las ceremonias de inauguración tras la terminación de las pasarelas.

5 Diseño y construcción de las pasarelas

El proyecto de las Pasarelas Monte Verde y San Vicente consistió en la construcción de dos pasarelas colgantes de 97 y 67 metros de luz.

El diseño de ambas pasarelas sigue los estándares de las pasarelas de B2P para pasarelas colgantes. Se trata de una estructura modular y fácilmente replicable, de simple construcción y que no implica medios auxiliares complejos. B2P ha desarrollado un diseño de pasarela colgante que ha ido evolucionado desde 2008, modificándose y adaptándose a nuevas

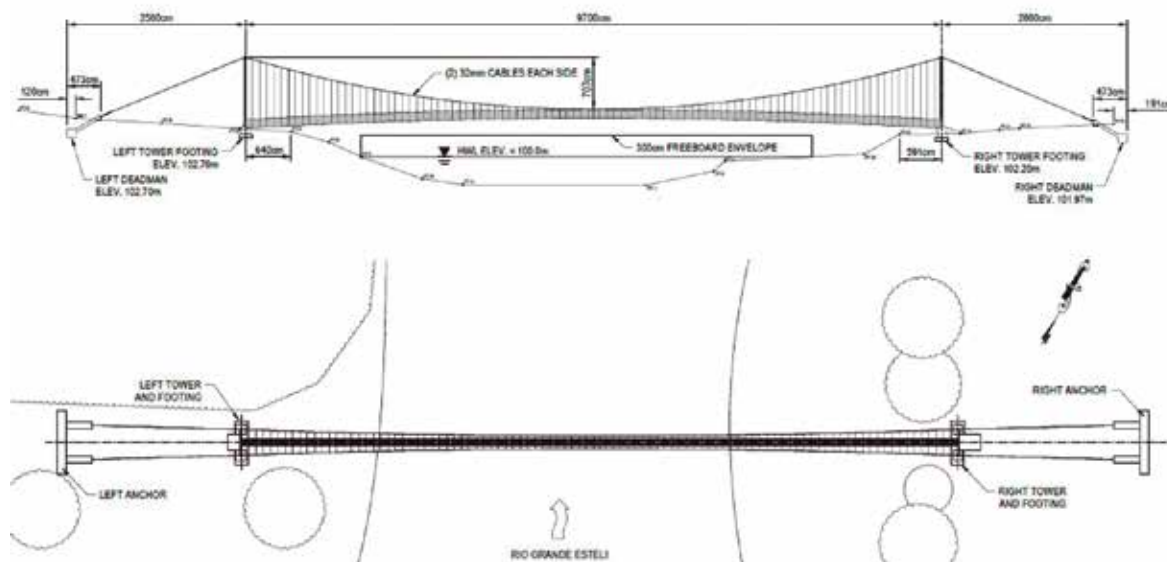


Fig. 3_ Alzado y planta general de la Pasarela Monte Verde

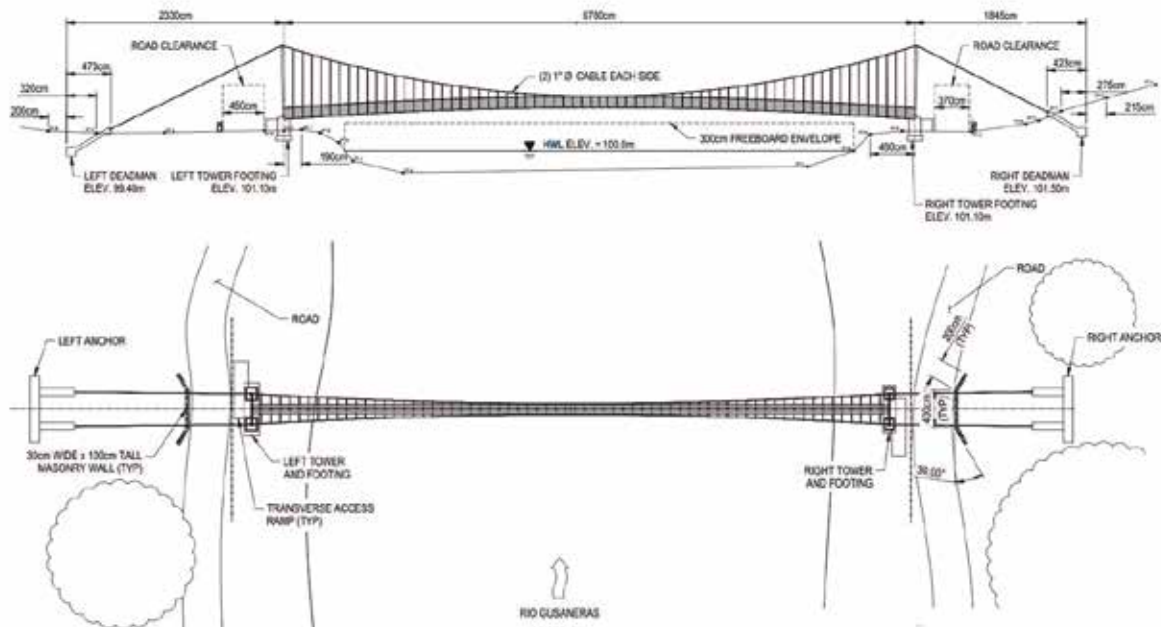


Fig. 4_ Alzado y planta general de la Pasarela San Vicente

técnicas de construcción que permitieran mejorar todos los posibles problemas encontrados durante la construcción de cada nuevo proyecto.

La construcción de ambas pasarelas se llevó a cabo mediante técnicas de construcción y medios auxiliares similares. Algunos de los materiales de construcción empleados fueron reciclados y el resto adquiridos de suministradores locales. A su vez, todos los medios de construcción y técnicas empleadas en la ejecución de las pasarelas fueron manuales, con herramientas sencillas, resaltándose el cumplimiento de objetivos de desarrollo sostenible del proyecto. La duración completa de las obras fue torno a dos meses.

6 Lecciones aprendidas

Las pasarelas de Monte Verde y San Vicente enseñaron a los equipos de voluntarios valiosas lecciones sobre desarrollo de proyectos internacionales. Para la mayoría de los voluntarios, ésta fue su primera experiencia de cooperación en ingeniería humanitaria. Una de las más importantes lecciones aprendidas fue la involucración con la gente de la comunidad durante la construcción. El hacer participar a los futuros usuarios de las pasarelas durante toda la ejecución del proyecto fue muy beneficioso y ayudó crear un valioso sentimiento de responsabilidad que aseguraría en el futuro, el adecuado mantenimiento de la estructura. Además participar en la construcción, enseñó a los voluntarios locales a entender mejor el funcionamiento de la estructura, y poder así llevar a cabo labores de reparación en caso de requerirse, alargando aún más la vida de las pasarelas.

Estos proyectos no sólo constituyen la construcción de dos pasarelas sino también la conexión de personas proceden-

tes de todo el mundo, a través de formación y la trasmisión de conocimiento durante la construcción. La participación de las comunidades en la construcción crea un sentimiento de posesión de las pasarelas y un aprendizaje en técnicas de construcción, que son vitales para asegurar el mantenimiento futuro de la estructura. El impacto de estas pasarelas en individuos y comunidades enteras puede ser enorme. Estudios de B2P en comunidades donde se han construido pasarelas, muestran un incremento del 24% en el acceso a servicios de salud, 12% más de niños que asisten a colegios, 18% más de empleo femenino y un 15% de incremento en comercio local. Además se estima que muchos niños empiezan hasta tres años antes su educación al no tener que esperar a ser lo suficientemente mayores para cruzar esos ríos infranqueables. Globalmente, existen alrededor de más de 100.000 comunidades que podrían beneficiarse de las pasarelas que construye B2P. Ésta organización tiene un ambicioso plan de crecer y seguir construyendo más pasarelas por todo el mundo cada año, llegando al objetivo de 100 puentes al año para 2020. Los manuales de diseño de sus pasarelas son de libre descarga en su página web, de manera que cualquier individuo u organización tiene acceso a ese conocimiento y puede seguir su ejemplo. B2P no sólo trabaja donde existe una clara demanda por parte de las comunidades locales, sino también donde existe un compromiso por parte de esas comunidades a ayudar en la construcción de la pasarela y a su mantenimiento a largo plazo. Estos hechos mostraron la incidencia a nivel social en las comunidades locales de Monte Verde y San Vicente e hicieron hincapié en el objetivo inicial concebido por FHECOR: el de alianza para lograr un desarrollo sostenible que generase un beneficio social y potenciase el crecimiento económico de esas zonas rurales aisladas, consiguiendo el desarrollo de la educación y la reducción de desigualdades sociales a través de la simple unión de dos orillas. 🌐



Fig. 5_ Equipo de Fhecor con la pasarela Monte Verde terminada



Fig. 6_ Equipo de Fhecor con la pasarela Monte Verde terminada



Fig. 7_ Vista desde el tablero de la pasarela Monte Verde terminada



Fig. 8_ Vista lateral de la Pasarela San Vicente terminada

AGRADECIMIENTOS

- Bridges to Prosperity
- Fhecor Ingenieros Consultores S.A.
- Equipo Madrid for Madriz
- Equipo San Vicente Footbridge

REFERENCIAS

- [1] BRIDGES TO PROSPERITY. Bridge Builder Manual – Project Development. 5ª Ed, vol. 1, 2017.
- [2] BRIDGES TO PROSPERITY. Bridge Builder Manual - Suspension Cable Bridge. 5ª Ed, vol. 3, 2017.
- [3] HERMANSSON, V.; HOLMA, J. Analysis of suspended bridges for isolated communities, 2015.

Teoría del tránsito inverso de ondas:

modelos R.E.C.A (Regulación de canales)
y Ges-Q (Control y Gestión de Cuencas
Hidrográficas). Optimización de recursos frente
al cambio climático

RESUMEN

Se describe en el presente artículo la tecnología desarrollada a partir la aplicación de la teoría del tránsito inverso de ondas definida y patentada por FERMAC, siendo su primera aplicación práctica la realizada en el modelo R.E.C.A para la regulación y gestión de canales. Posteriormente y dados los excelentes resultados obtenidos se ha aplicado en el modelo Ges-Q para el Control y Gestión de ríos en cuencas hidrográficas y de esta manera optimizar los recursos frente al cambio climático.

PALABRAS CLAVE

Teoría del tránsito inverso de ondas, canales, ríos, optimizar recursos, cambio climático

ABSTRACT

The present article presents the technology developed by the application of the theory of inverse wave transit defined and patented by FERMAC, which found its first practical application in the R.E.C.A. model for the regulation and management of canals. As a result of the excellent results obtained this has since been applied in the Ges-Q model for the Control and Management of rivers in drainage basins in order to optimise resources in the face of climate change.

KEYWORDS

The theory of inverse wave transit, canals, rivers, optimise resources, climate change

1

Introducción

En el año 2013 se plantea por parte de la Confederación Hidrográfica del Tajo la necesidad de optimizar la gestión del canal matriz de la Acequia Real del Jarama (10400 Has de riego) en la que existían problemas derivados del deficiente estado de las infraestructuras, ya antiguas, así como un desajuste entre la demanda y la capacidad propia del canal. A todo esto había que añadir, dada la situación de carencia de fondos debido a la crisis económica, la necesidad de no realizar inversiones de alto coste. Partiendo de estas premisas se planteó el estudio de un sistema que no requiriera de fuertes inversiones y manejar en lo posible el canal con criterios estrictamente hidráulicos y con un reparto igualitario por turnos de las demandas. Después de dos años de investigación teórica e “in situ” se logró definir matemáticamente y controlar el tránsito de la onda inversa permitiendo cálculos explícitos sin necesidad de engorrosas iteraciones y obtener así un elevado rendimiento. Este logro del control del tránsito de la onda inversa dio como resultado un registro del método. Una vez definido el sistema de forma matemática se realizó un modelo prototipo denominado R.E.C.A que se aplicó y se sigue aplicando con resultados contrastados en diversos canales de riego. Dados los excelentes resultados obtenidos en canales y la bondad existente entre los resultados teóricos y los prácticos, se decidió plantear el mismo sistema en ríos, que aunque difieren sustancialmente en su geometría con los canales, no dejan de ser a la postre una sección hidráulica por la que circula el agua. Los primeros ensayos teóricos pusieron de manifiesto que aunque el transporte de ondas difiere de canales a ríos no dejaban de comportarse de igual manera frente a la aplicación del tránsito de la onda inversa. Estos resultados satisfactorios dieron lugar a la puesta en marcha del modelo Ges-Q para el control y Gestión de Cuencas Hidrográficas. A todo lo expuesto hay que añadir la aparición de un periodo de grandes sequías en 2016 lo que hace aún más necesario el control de los recursos.

2

Teoría del tránsito inverso de ondas

La técnica aplicada de esta teoría está registrada por FERMAC Ingenieros Consultores SLPU, y se basa en la definición y conocimiento del comportamiento en el transporte de las ondas de flujo originadas en cabecera (aguas arriba) a lo largo de una sección hidráulica y las deformaciones que sufre en su tránsito.

Una vez definida la función de distribución de las ondas, que depende de diversos factores como velocidad lineal, velocidad transversal, cantidad de movimiento, deformación, ciclos de histéresis, etc se establece el algoritmo que permite prever tanto espacial como temporal en cada punto la onda de llegada. Este hecho determinante nos permite definir en cabecera cual a de ser la onda original a producir para alcanzar en un punto determinado las condiciones de nivel y caudal necesarios para cumplir los condicionantes exigidos.

Por otra parte, nos permite sin tener que realizar iteraciones obtener explícitamente los valores buscados. En los modelos clásicos se parte de un supuesto inicial de demandas y aportaciones (input/output) para comprobar después de realizar el cálculo mediante un régimen variable si los valores obtenidos en un punto determinado cumplen o no, mediante un proceso iterativo tedioso y complejo hasta alcanzar con la suficiente precisión los valores deseados.

Aplicando la metodología del tránsito inverso de ondas no es necesario realizar ninguna iteración obteniéndose de forma directa el hidrograma necesario en cabecera que cumple con las condiciones impuestas en cada punto. Se obtienen así unas funciones dinámicas de celeridades de ondas para diferentes situaciones así como sus deformaciones y comportamiento en el tránsito físico y temporal en el tramo de canal o río en estudio. A modo de ejemplo exponemos una gráfica obtenida para un tramo de río de 115 km.

Las curvas verde (0%) y violeta (100%) representan la evolución de la

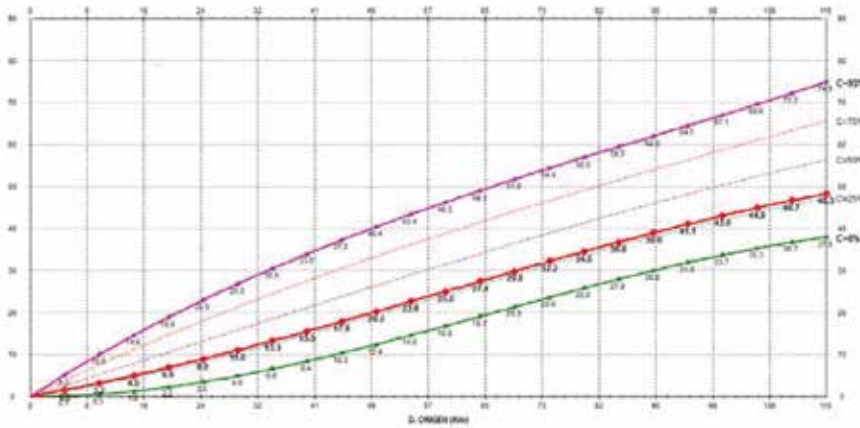


Fig. 1_ Gráfico dinámico de celeridades de onda

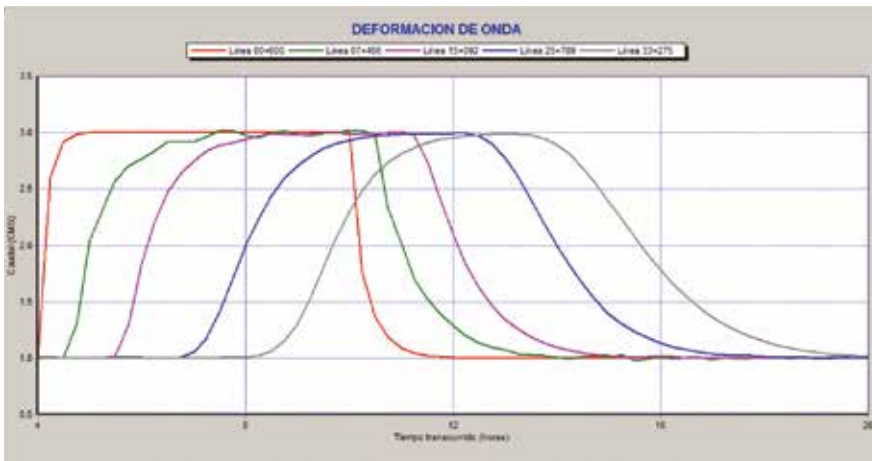


Fig. 2_ Gráfico de deformación de onda

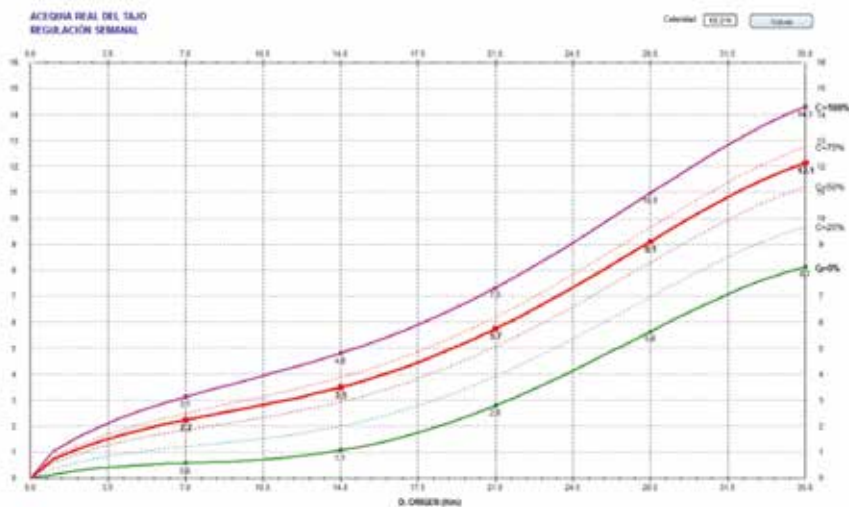


Fig. 3_ Gráfico dinámico de celeridades de onda en la Acequia Real del Tajo

deformación de las ondas a lo largo del recorrido del agua en un tramo de 115 km entre la Presa de Almoguera y el punto de control establecido en Aranjuez. La curva roja representa el tránsito de la deformación de la onda al 28 %.

Es evidente que cada río y cada tramo de río dará lugar a curvas totalmente diferentes por lo que este estudio es necesario realizarlo en cada caso de forma individualizada. Se presenta también la función dinámica de celeridades de la Acequia Real del Tajo. Como se puede observar difiere claramente de la anterior.

3 Sistema R.E.C.A

Basado en la metodología del tránsito inverso de ondas se ha desarrollado un modelo de gestión y regulación de canales para el riego denominado RECA.

En esencia el sistema R.E.C.A se basa en un concepto simple: “Dar el agua que se necesita cuando se necesita, y con el nivel adecuado”. Es decir: ajustar la oferta a la demanda.

Se implantó por primera vez en la Real Acequia del Jarama (2015) y posteriormente en el Canal de las Aves y en la Acequia Real del Tajo todos ellos en la zona de Aranjuez (Madrid) y con unas 7000 Has de riego. Los resultados prácticos obtenidos han sido buenos, resultando ahorros del 32 %, no produciéndose apenas vertidos en cola, cumpliendo las concesiones y los usuarios del riego han realizado las labores en cuasi-demanda. Un video sencillo explicativo está ubicado en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=KHcJHt7tTqk>

En la ponencia realizada por la Confederación Hidrográfica del Tajo y FERMAC en la Jornada Técnica organizada por SPANCOLD “Gestión en grandes infraestructuras para riego”. Título de la ponencia “Gestión Integral y optimizada para la explotación de canales”. Día 9 de marzo de 2016.

En dicha Ponencia se expusieron los resultados obtenidos en las zonas

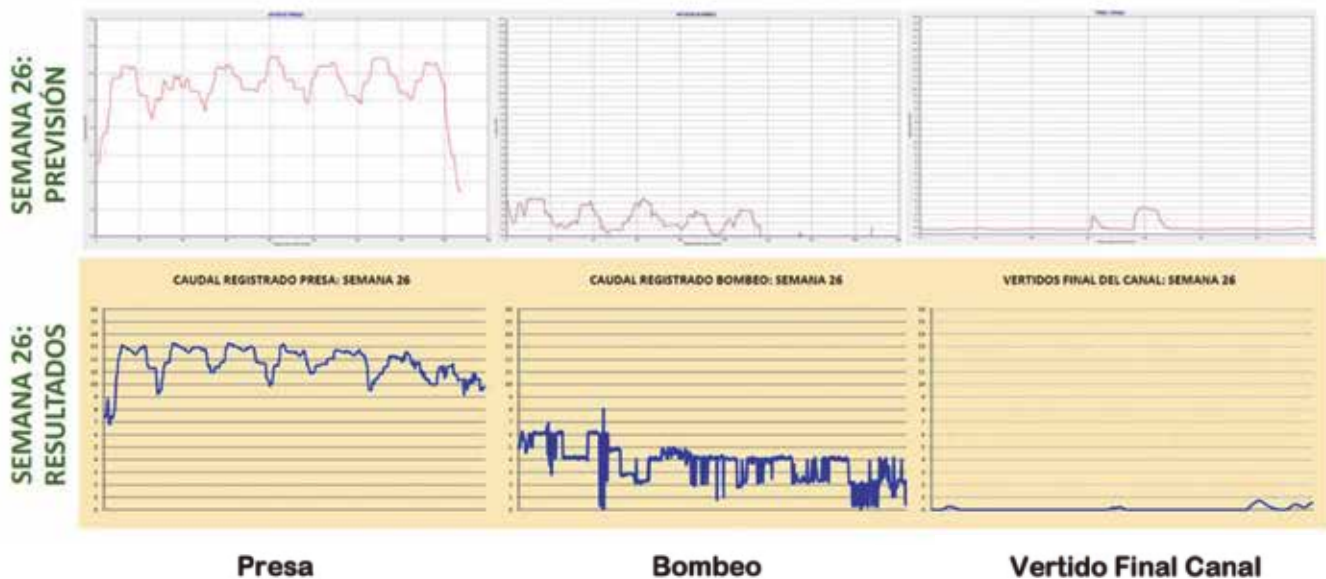


Fig. 4_ Comparación de resultados teóricos con prácticos

donde está implantado RECA en la Confederación Hidrográfica del Tajo.

De las conclusiones de los tests realizados por la CHTajo en las zonas de implantación se puede reseñar que con la utilización de la metodología del tránsito de la onda inversa el ahorro de recurso con respecto al consumo medio de los 10 últimos años es del 20% y respecto al año de máximo consumo es el 32 %.

El ahorro energético de una estación de bombeo gestionada mediante el tránsito inverso de onda es aún mayor que el ahorro de recurso, resultando un ahorro de energía con respecto a la media del gasto de los 10 últimos años de 26% y con respecto al año de mayor gasto un ahorro del 40 %.

La gestión del sistema mediante RECA asegura que no se producen en ningún momento desbordamientos ni carencias de agua, lo que redundará en que no se producen roturas de las instalaciones no habiendo cortes de suministro y esto se traduce en un ahorro económico para los gestores. La CHTajo ha valorado el ahorro producido en ejecución de obras de emergencia con respecto a los 10 años anteriores en un 95%.

4 Sistema Ges-Q

Dados los excelentes resultados obtenidos en canales y la bondad existente entre los resultados teóricos y los prácticos, se decidió plantear el mismo sistema en ríos, que aunque tienen diferencias sustanciales en su geometría con los canales, no dejan de ser a la postre una sección hidráulica por la que circula el agua.

Los primeros ensayos teóricos pusieron de manifiesto que aunque el transporte de ondas difiere de canales a ríos no dejaban de comportarse de igual manera frente a la aplicación del tránsito de la onda inversa. Estos resultados satisfactorios dieron lugar a la puesta en marcha del modelo Ges-Q para el control de los ríos y por ello de la Gestión de Cuencas Hidrográficas. A todo lo expuesto hay que añadir la aparición de un periodo de grandes sequías en 2016 hace aún más necesario el control de los recursos.

Para aplicar el método del tránsito de la onda inversa se hace necesario la modelización hidráulica del río y para ello

se dispone del “motor” del SWMM5 de la EPA que es abierto mediante una DLL.

Hay que dejar constancia de que esta modelización no necesita de una amplia definición geométrica ya que lo que se pretende no es obtener datos muy exactos en todos los puntos del río, sino la obtención de datos fiables en los puntos de control a definir, que forma general pueden ser cada 15-20 km así como lógicamente en los puntos donde en la actualidad existan elementos de control a utilizar (SAIH). Una vez realizada la modelización del tramo de río, se realiza el proceso de calibración del modelo Ges-Q aplicando la teoría del tránsito inverso de ondas y realizando pruebas directas “in situ”. Se obtienen así unas funciones dinámicas de celeridades de ondas para diferentes situaciones así como sus deformaciones y comportamiento en el tránsito físico y temporal por el cauce. Esta fase es de una gran importancia porque determinará la bondad de los resultados teóricos comparados con los reales. A modo de ejemplo exponemos una gráfica obtenida.

Las curvas verde (0%) y violeta (100%) representan la evolución de la deformación de las ondas a lo largo del

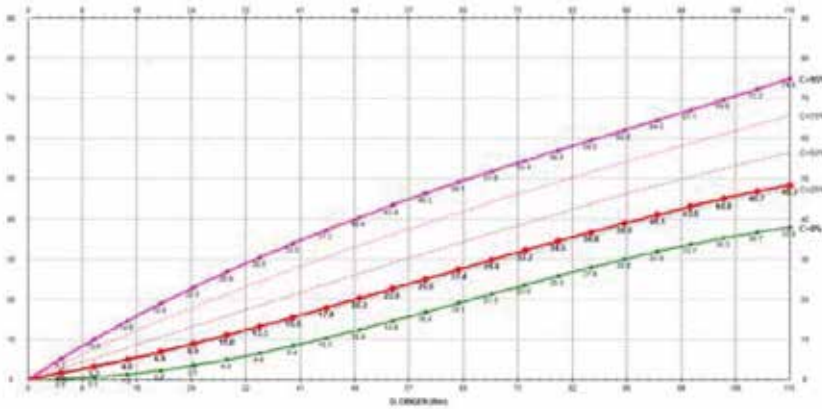


Fig. 5_ Gráfico dinámico de celeridades de onda

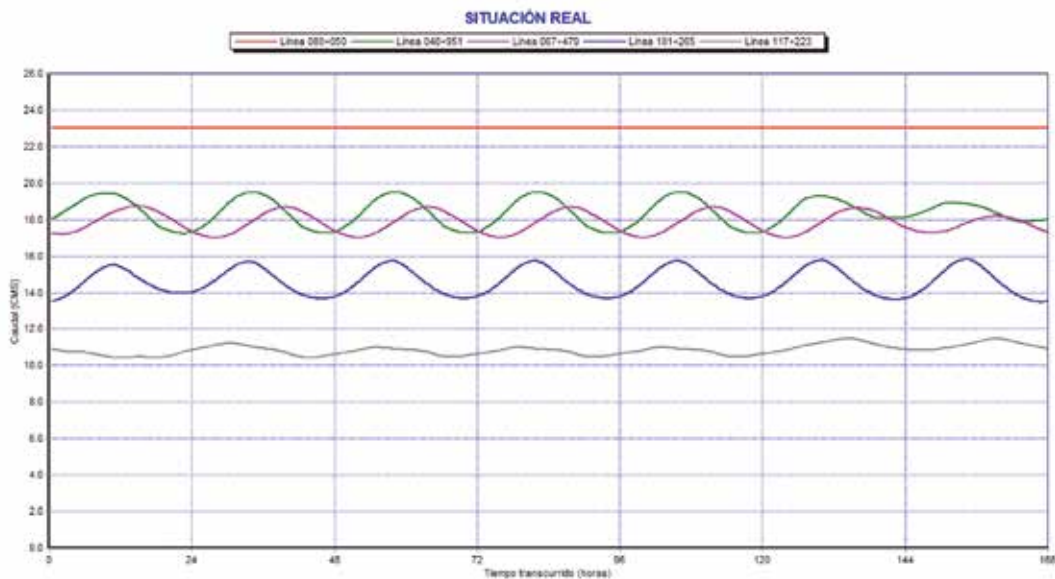


Fig. 6_ Aportación constante desde la presa de 23 m³/s

Volumen semanal aportado por la presa: 13,91 Hm³
 Volumen punto control Aranjuez: 6,56 hm³
 Exceso en Aranjuez : 2,42 hm³ (40 %) < 3,63 hm³

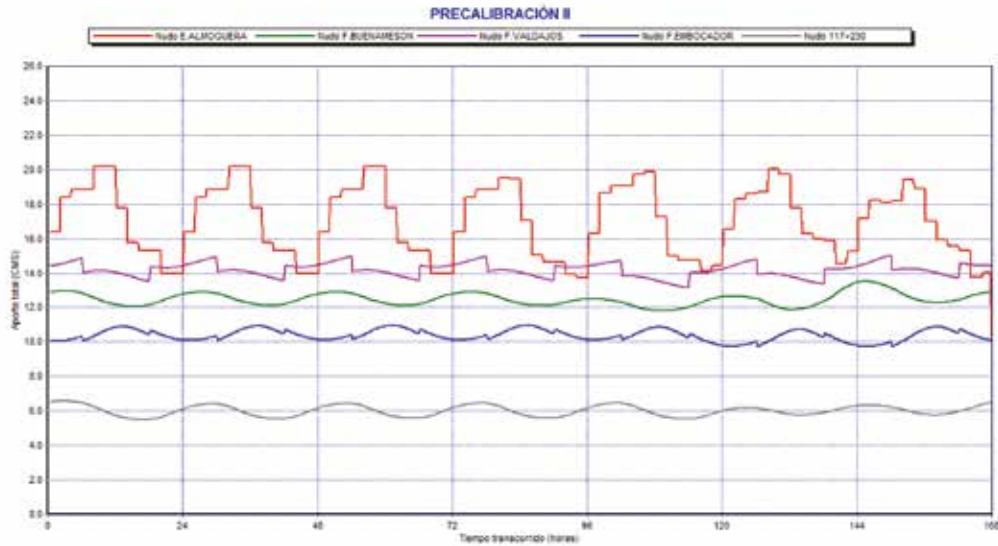


Fig. 7_ Aportación variable según Ges-Q desde la presa de Almoquera

Volumen semanal aportado por la presa: 10.98 Hm³
 Volumen punto control Aranjuez: 3,63 hm³
 Cumplimiento en Aranjuez: 3,63 Hm³ (100%)

recorrido del agua en un tramo de 115 Km entre la Presa de Almoquera y el punto de control establecido en Aranjuez. La curva roja representa el tránsito de la deformación de la onda al 28%.

Es evidente que cada río y cada tramo de río darán lugar a curvas totalmente diferentes por lo que este estudio es necesario realizarlo en cada caso de forma individualizada.

A continuación, se muestran tres gráficos comparativos de precalibraciones. La figura 1 de los resultados de caudal obtenidos en los puntos de control con el funcionamiento real la 2ª semana de julio de 2017. Se muestra que el caudal de aportación (rojo) desde la presa es constante 23 m³/s, resultando un volumen de 13,91 Hm³/semana. Mientras que en el punto de control de Aranjuez (gris), donde el condicionante de caudal medio diario mínimo es de 6 m³/s (equivalente a 3,63 hm³/semana), se ha registrado un caudal medio diario de 10,85 m³/s. Esto supone un exceso de aportación desde la presa del orden del 40%. Este volumen de recurso se podría ahorrar y reservar en el embalse para otros momentos comprometidos, o para otros usos. Y la figura 2, de los

resultados obtenidos para la misma semana con el modelo GES-q con la precalibración I del tránsito de la onda inversa. En rojo se observa el caudal de aportación desde la presa, calculada mediante la teoría del tránsito de la onda inversa, obteniendo un volumen total de aportación de 10,98 hm³. Y obteniendo en el punto de control de Aranjuez un caudal medio de 5,75 m³/s diario, un defecto de volumen en Aranjuez del 4,17%. Mientras que en la figura 3, se observan los resultados para la precalibración II del tránsito de la onda inversa, con caudal medio en Aranjuez de 6,06 m³/s. Cumpliendo el condicionante ambiental en Aranjuez al 100 %.

4.1. Módulo de lluvias de Ges-Q

Se ha incluido el modelo GES-q un módulo para introducir previsiones meteorológicas y calcular la hidrología de las cuencas vertientes. De este modo se podrá gestionar el sistema hidráulico general del tramo del río. A continuación en la figura 6, se muestran los resultados de GES-q para la precalibración II con unas previsiones meteorológicas de lluvias para poder aprovechar la escorrentía directa producida, y ahorrar recurso.

En esta primera fase de prototipo se han conseguido los siguientes objetivos:

1.- El primer objetivo cumplido con GES-q es respecto al funcionamiento de la gestión del río, consiguiendo mantener el régimen del río estable con oscilaciones de caudal entorno a 1,5 m³/s. Esto se ha conseguido haciendo oscilar el caudal de la presa adecuadamente mediante la aplicación del tránsito de la onda inversa.

2.- El segundo objetivo cumplido con GES-q es respecto al ahorro de agua. Se ha comprobado que es posible un ahorro total en una semana de 3 hm³, lo que supone un ahorro del 22%. Este ahorro es posible gracias a las variaciones de caudal desde la presa para cumplir todas las previsiones de demandas, mediante el cálculo de GES-q aplicando el algoritmo del tránsito de la onda inversa.

3.- El tercer objetivo cumplido con GES-q es respecto al desarrollo del módulo de cálculo de hidrogramas de previsión meteorológica para el aprovechamiento de agua teniendo en cuenta las aportaciones por escorrentía directa en los distintos puntos del tramo así como los retornos.

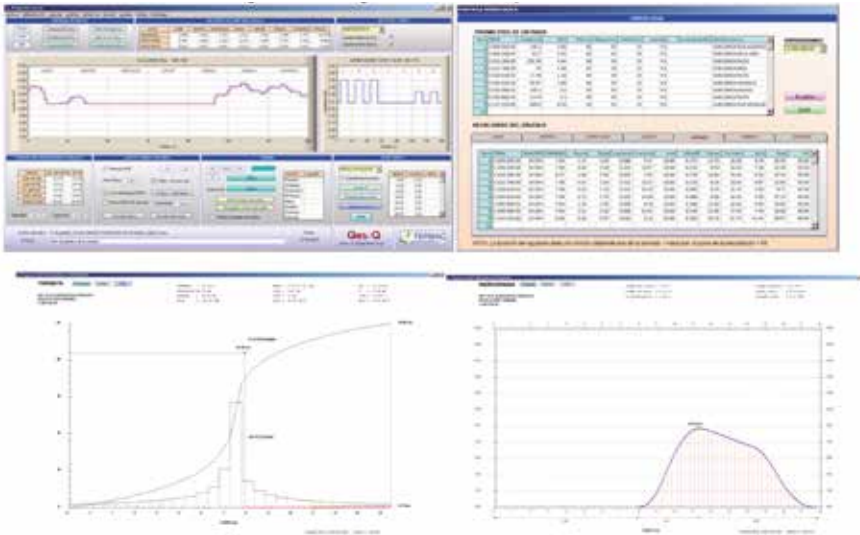


Fig. 8_ Pantalla general de Ges-Q con previsión de llluvias

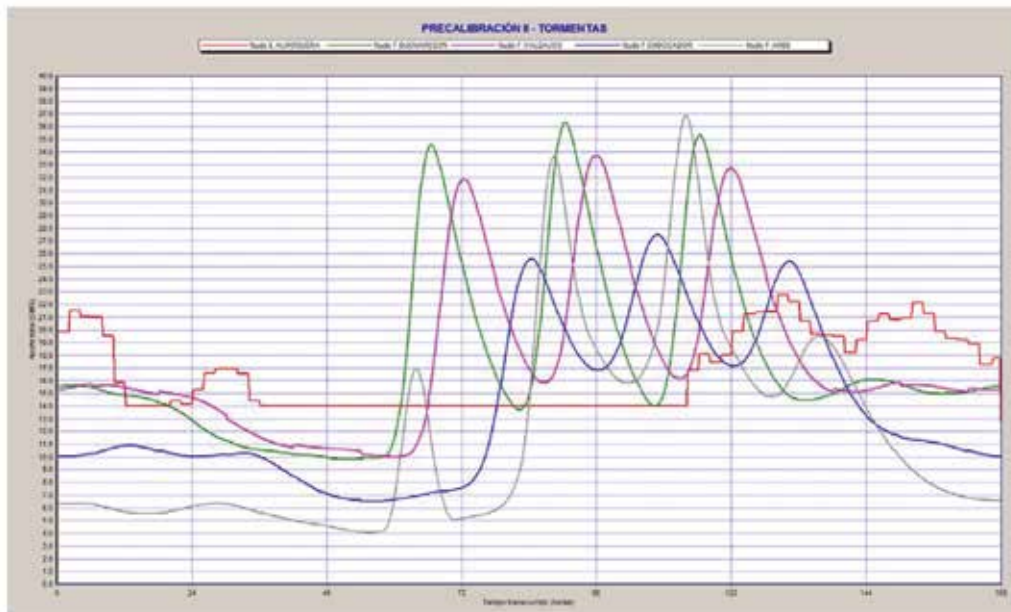


Fig. 9_ Precalibración II simulada con GES-q 2ª semana de julio: con previsiones de lluvia

Volumen aportado: 9,98 hm³
 Volumen punto control Aranjuez: 7,19 hm³
 Exceso en Aranjuez: 3,56 Hm³ (50%)

CUANTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS
(1) Mejora en la estabilidad del régimen hidráulico en un 67% (de 4,5 m3/s a 1,5 m3/s)

(2) Ahorro de agua 22%

(3) Aprovechamiento de las aportaciones de escorrentía directa 12%

OBJETIVOS DE GES-Q

- Un conocimiento aún más exhaustivo y real de las demandas y aportaciones.

- Una gestión en tiempo real del comportamiento del río.

- Correcciones en tiempo real del flujo hidráulico.

- Control medioambiental y de necesidades ecológicas.

□ Ajustar la oferta a la demanda con el consiguiente ahorro.

- Realizar previsiones más ajustadas y planteamiento de planes de actuación.

- Aprovechamiento de las aportaciones por previsión de tormentas.

- Gestión completa tecnificada con las vías de desarrollo futuro abiertas.

- Abrir el río a las nuevas tecnologías.

- Aprovechamiento efectivo de las reservas hidráulicas.

- Conocimiento en tiempo real del Gestor del río y de sus recursos .

- Complemento con los sistemas actuales, SAIH.

- Prevenir (entre 3-5 días) el comportamiento frente a avenidas extraordinarias.

- Mejor previsión interanual de los embalses y por ende mejorar la capacidad real tanto de laminación como de almacenamiento.

- Optimización de los recursos demandados frente a la capacidad real del río.


- Racionalización de los vertidos para producción eléctrica frente a las necesidades aguas abajo.

- Control del gasto real (por tramos) en tiempo real.

- Aprovechamiento de las infraestructuras existentes y sin gasto significativo de implantación.

- Sistema acorde con el siglo XXI y con sus nuevas tecnologías de todo tipo.

Ges-Q aporta un sistema integral de gestión de cuencas, tecnológicamente puntero, de un bien escaso como es el agua. FERMAC ha presentado este proyecto

“Ges-Q. Innovate Decision Support System for the real time hydrologic-hydraulic management and planning of river basins” a la convocatoria SME-INSTRUMENT-2020, obteniéndose el sello de excelencia que otorga la Comisión Europea a los mejores desarrollos y ha sido premiado por MINECO para realizar el estudio de expansión europea del producto. 





M^a FERNANDA
**Serrano
Guzmán**

Ph.D. Ingeniería Civil, Profesor
Ingeniería Civil, Pontificia
Universidad Javeriana Cali
Colombia

DIEGO DARÍO
**Pérez
Ruiz**

Ph.D. Ingeniería Civil, Profesor
Ingeniería Civil, Pontificia
Universidad Javeriana Cali
Colombia



JUAN DAVID
**Estupiñán
Jiménez**

Ingeniería Civil, Pontificia
Universidad Javeriana Cali,
Colombia, Investigador
Semillero Gestión de Obras

ÁLVARO JOSÉ
**Jaimes
Monroy**

Ingeniería Civil, Pontificia
Universidad Javeriana Cali,
Colombia, Investigador
Semillero Gestión de Obras



Aparcamientos de ayer para vehículos de hoy

Reflexión hacia nuevas normas urbano-arquitectónicas

RESUMEN

A nivel mundial se evidencia la densificación de las ciudades con la consecuente congestión vehicular generada por la necesidad de movilidad de las personas y la exigencia de incluir en la oferta de vivienda soluciones para aparcamientos de los coches en las distintas unidades residenciales. En muchos países, la normatividad para construcción de estacionamientos establece especificaciones por fuera del dimensionamiento de los coches que la industria automotriz está produciendo. En esta investigación se analiza esta problemática centrando el estudio de caso en la ciudad de Santiago de Cali. El estudio permite concluir que es responsabilidad de cada gobierno reevaluar los requisitos urbano-arquitectónicos relacionados con el dimensionamiento de aparcamientos definiendo criterios que respondan al dimensionamiento de los coches actuales.

PALABRAS CLAVE

Aparcamiento, normatividad, dimensionamiento

ABSTRACT

Throughout the world, the densification of cities has led to vehicle congestion as a result of mobility requirements and the demand for car parking solutions in all new housing developments. In many countries, the building regulations for the construction of car parks establish specifications for vehicle dimensions that go beyond those currently produced by the motor industry. This investigation examines the problem with a case study of the city of Santiago de Cali. From the study it may be concluded that it is the responsibility of each government to reassess the urban-architectural requirements related to the dimensions of car parking spaces and to define criteria that respond to the sizes of modern vehicles.

KEYWORDS

Parking, regulations, dimensions

1 Introducción

La alta ocupación de áreas en las ciudades está concentrando la población en viviendas organizadas en una unidad arquitectónica homogénea (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Fundación Paz Ciudadana, & Ministerio del Interior, 2003), diseñada con áreas para diferentes usos, siendo uno de éstos, los aparcamientos o estacionamientos.

Los estacionamientos son los espacios destinados a la ubicación de los vehículos en las viviendas o unidades residenciales y pueden ser individuales, colectivos de superficie y colectivos subterráneos (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Fundación Paz Ciudadana, & Ministerio del Interior, 2003). Para el caso de Colombia, país en vía de desarrollo, el Art. 22 de la Ley 657 de 2001 establece que:

“...[...] los parqueaderos destinados a los vehículos de los propietarios del edificio o conjunto podrán ser objeto de asignación al uso exclusivo de cada uno de los propietarios de bienes privados de manera equitativa...[...]” (Ley 675 de 2001, 2001)¹

Justamente, los aparcamientos son espacios públicos de permanencia (Montezuma, Vesga, Medina, & Martínez, 2008) como bien se mencionó, pueden ser de uso exclusivo o compartido (Ayuntamiento de Madrid Instrucción de Vía Pública, 2000), y deberían estar a una distancia mínima de 2.50 m de la vivienda (Casals-Tres, Arcas-Abella, & Pagès-Ramon, 2011).

Existen diferentes disposiciones y normativas asociadas con el espacio mínimo sugerido para estacionamientos o aparcamientos en diferentes países (Tabla 1). Sin embargo, las medidas de los coches que se producen y venden actualmente sugieren que en promedio los vehículos tienen un ancho de 1.757 m (www.medidasdecoches.com, 2018) más 0.30 m en promedio de los retrovisores y entre 88 cm y 100 cm de radio de apertura de las puertas para que un usuario se apeee cómodamente (Balsells, 2004) lo que implica que el ancho mínimo requerido debiera estar entre 2.937 y 3.057 m, respectivamente.

Según las medidas de ancho de aparcamientos de la Tabla 1 y Tabla 2, tan solo las especificaciones en los estacionamientos para vehículos con personas de movilidad reducida cumplirían los mínimos requeridos; es decir, según este análisis, para las condiciones de coches que se distribuyen actualmente, todos

Norma o Estándar	Largo (m)	Ancho (m)	Fuente
Decreto Supremo N° 010-2009-Vivienda, en Perú			(Decreto Supremo N° 010-2009-Vivienda, 2009)
Tres aparcamientos continuos	5.0	2.40	
Dos aparcamientos continuos	5.0	2.50	
Individuales	5.0	2.70	
The planning service en Inglaterra	4.8	2.40	(Department of the Environment, 1999)
Temecula Municipal Code y Atascadero Municipal Code en Estados Unidos, consultados en marzo de 2018	5.4864	2.7432	(http://qcode.us/codes/temecula/view.php?topic=17-17_24-17_24_050 , s.f.) (https://qcode.us/codes/atascadero/view.php?topic=9-4-9_4_117 , s.f.)
Unit 200-2013 (para personas con movilidad reducida)	5.0	3.50	(Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2014)
Normativa accesibilidad Universal OGUC-Chile Síntesis dibujada y comentada (para personas con movilidad reducida)	5.0	2.50 m + 1.10 m para circulación	(Corporación Ciudad Accesible, 2017)
Manual de Accesibilidad para espacios públicos urbanizados del ayuntamiento de Madrid	5.0	2.20 m	(Ayuntamiento de Madrid Área de Gobierno de Desarrollo Urbano Sostenible Dirección General del Espacio Urbano, Obras e Infraestructuras, 2016)
Aparcamientos en Madrid			(Ayto. de Madrid Instrucción de Vía Pública, 2000)
Vehículo grande	5.00	2.40	
Vehículo para personas con movilidad reducida	5.00	3.60	
Guía para la implantación de aparcamientos disuasorios en Andalucía	4.50	2.25	(Colin Buchanan Consultores, 2010)
Reglamento para estacionamiento vehicular en edificaciones, en Santo Domingo	5.00	2.30	(Dirección General de Reglamentos y Sistemas, 1989)

Tabla 1_ Dimensiones (largo y ancho) para aparcamientos en diferentes lugares

Norma o Estándar	Largo (m)	Ancho (m)	Fuente
Decreto 0860 de 1986, en Santiago de Cali			(Decreto 0860 de 1986, 1986)
Vehículo grande	5.00	2.40	
Vehículo pequeño	4.20	2.20	
Garajes individuales dentro de residencias	5.00	2.60	
Decreto No. 1521 de 2008 en Medellín (Colombia)			(Decreto No. 1521 de 2008, 2009)
Público	5.0	2.50	
Privado	5.50	2.30	
Vehículo para personas con movilidad reducida	5.50	3.00	
Decreto 1108 de 2000 en Bogotá (Colombia)			(Decreto 1108 de 2000, 2000)
Público	4.50	2.2	
Vehículo para personas con movilidad reducida	4.50	3.8	
Manual de Señalización Vial Dispositivos Uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas, Bogotá	5.00	2.40	(Ministerio de Transporte, 2015)
Norma Técnica Colombiana NTC-6199 de 2016	5.00	3.70	(NTC 6199, 2016)
Vehículo para personas con movilidad reducida			

Tabla 2_ Dimensiones (largo y ancho) para aparcamientos en diferentes ciudades de Colombia

los aparcamientos deberían tener como mínimo el ancho recomendado para estos casos.

El objetivo central de esta investigación es identificar el cumplimiento de la normatividad existente para dimensionamiento de parqueaderos en unidades residenciales de la ciudad de Santiago de Cali y verificar si estas disposiciones son coherentes con las dimensiones de los vehículos que actualmente circulan en Colombia. Los resultados arrojan propuestas de dimensiones para zonas de parqueo que deben ser actualizadas por la autoridad municipal y nacional competente.

2 Metodología seguida en el estudio

El estudio se realizó en edificios o conjuntos de uso de residencial, que son inmuebles de destinados a la vivienda de personas (Ley 675 de 2001, 2001). En este estudio de tipo explicativo se realizó el levantamiento de dimensiones de los estacionamientos en 167 edificios o conjuntos residenciales de los 3.500 reportados en la ciudad de Cali y sus municipios limítrofes (El País, 2016). Posteriormente, se identificaron los vehículos más vendidos en Colombia y las dimensiones de ancho y largo de los mismos. Con la información recopilada

se propone un dimensionamiento de estacionamientos con las condiciones mínimas para el confort de los usuarios de vehículos, medidas que deben ser estudiadas y validadas en las distintas localidades.

3 Resultados. Hallazgos relevantes

Los estacionamientos objeto de este estudio fueron seleccionados por conveniencia, atendiendo a la ubicación y a la facilidad para el acceso a la información. El revestimiento de estas zonas es permanente y se ha empleado asfalto, concreto o adoquines en su construcción. La Tabla 3 resume las dimensiones mínimas y máximas encontradas en los aparcamientos visitados.

La dimensión más crítica que se encuentra es el ancho mínimo el cual incumplen 61 de las 167 unidades residenciales visitadas. Teniendo en cuenta que 155 unidades residenciales fueron construidas después de 1986, fecha a partir de la cual regía el Decreto 086 de 1986, el estudio reveló que el 36.13%, es decir 56 unidades residenciales, no cumplen con el mínimo señalado en este decreto.

Periodo de construcción	Número de edificios o conjuntos residenciales	Largo (m)		Ancho (m)	
		mínimo	máximo	mínimo	máximo
1960-1970	3	2.00	6.00	1.50	2.40
1971-1980	2	2.25	4.70	1.90	2.50
1981-1990	18	1.20	7.00	1.50	2.50
1991-2000	38	1.10	9.00	1.50	3.10
2001-2010	49	1.20	9.20	1.50	7.00
2001-2017	57	1.10	8.80	1.50	3.10

Tabla 3_ Número de unidades evaluadas

Nota: La dimensión de largo mínimo corresponde a la línea de demarcación.

Coche	Largo (m)	Ancho (m)*1	Fuente
Kia Picanto Ex	3.595	1.895	(AutomovilCol S.A.S. (e), 2011)
Renault Logan	4.340	2.042	(AutomovilCol S.A.S. (b), 2011)
Renault Sandero	4.060	1.994	(AutomovilCol S.A.S. (c), 2011)
Chevrolet Sail	4.290	1.990	(AutomovilCol S.A.S., 2011)
Spark	3.640	1.897	(AutomovilCol S.A.S. (d), 2011)

Tabla 4_ Dimensiones de coches más vendidos en Colombia

Nota: se incluyó un ancho promedio de 0.30 m de los retrovisores para la estimación del ancho

Ahora bien, según la revista Motor, en Colombia los coches más vendidos en el 2017 fueron Kia Picanto Ex, Renault Logan, Renault Sandero, Chevrolet Sail y Spark (Redacción Motor El Tiempo, 2017). Estos autos presentan el dimensionamiento que se señala en la Tabla 4.

Como se observa, según el Decreto 0860 de 1986 de Santiago de Cali, los vehículos indicados en la Tabla 4 perfectamente pueden ocupar las dimensiones mínimas señaladas en los estacionamientos según este decreto. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estas dimensiones no incluyen la apertura de la puerta, razón por la cual, si las zonas de aparcamiento de los coches son en ángulo y no en cordón, requería por lo menos de 2.70 m para abrir con comodidad la puerta del conductor y de 3.50 m para abrir ambas puertas, sin golpear la puerta del coche contiguo.

4 Discusión

La alta densificación habitacional en las ciudades está implicando la construcción de unidades habitacionales verticales que a su vez, exigen aparcamientos los cuales ante la escasa disponibilidad de terreno, difícilmente pueden ubicarse a

2.50 m de las viviendas como lo señala (Casals-Tres, Arcas-Abella, & Pagès-Ramon, 2011). Esto ha motivado que se construyan los aparcamientos en superficie y en subterráneo, localizando los coches en ángulo o en cordón; o, que se destine una edificación completa para estacionamientos. En este último caso, por lo menos en la ciudad de Santiago de Cali, ninguno de los edificios destinados a estacionamiento excede ocho pisos de altura, por lo cual, no se encuentran edificaciones de aparcamientos con ascensor para la movilidad de los carros como lo señala el (Decreto 0860 de 1986, 1986), y en su lugar, se emplean rampas de acceso al área de aparcamientos.

La paradoja que se observa en este estudio es que, aunque desde el 86 existe un Decreto que establece dimensiones para el ancho y largo de aparcamientos, se aprecia que una gran cantidad de edificaciones no cumplen esta norma (Figura 1): un 38.46% de 1990 a 1999; 37.77% de 2000 a 2009; y, 36.13% de 2010 a 2017. Aun así, todas las unidades residenciales cuentan con estacionamiento asignado, en su mayoría ubicado tipo cordón, para uso exclusivo de los inmuebles.

Por otro lado, resulta evidente que las dimensiones de los coches en la actualidad están superando el dimensionamiento mínimo del Decreto 0860 de 1986 para la ciudad de Cali, así

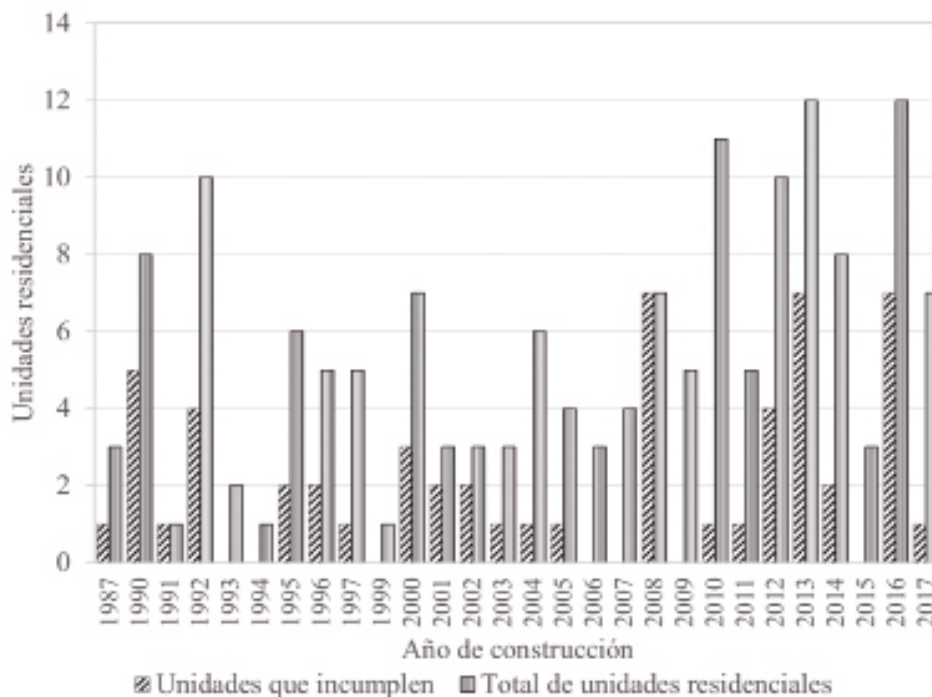


Fig. 1_ Unidades residenciales que incumplen los estándares en dimensiones de aparcamientos en la muestra estudiada

como también, excede los estándares que sirvieron de comparación para el análisis de dimensiones mínimas de aparcamientos en diferentes lugares (Tabla 1 y Tabla 2). Como resultado de este estudio, se plantea que la dimensión mínima que debería tener un aparcamiento debería ser 2.70 m, por lo menos para que el conductor pueda apearse del coche con comodidad. Otra solución pudiera ser que se adoptaran para todos los efectos las dimensiones establecidas para los aparcamientos especiales de personas con movilidad reducida, situación que implicaría un ajuste a las obras de urbanismo a futuro en cualquier conjunto o unidad residencial. Se hace necesario por lo tanto que desde la autoridad gubernamental competente se exija el cumplimiento de condiciones mínimas de accesibilidad y movilidad para los usuarios de aparcamientos públicos y privados.

5 Conclusiones

Le corresponde a la autoridad gubernamental competente exigir el cumplimiento de dimensiones mínimas relacionadas con aspectos arquitectónicos y de urbanismo que provean confort a los usuarios de aparcamientos y demás espacios en las unidades residenciales. En el caso de Colombia, le corresponde a las Curadurías Urbanas velar porque los constructores respeten el requisito de dimensiones mínimas en todos los aspectos relacionados con la movilidad y la accesibilidad. Para el caso de este estudio, en la ciudad de Cali están incumpliendo las normas de dimensiones mínimas el 36.13% de las unidades residenciales.

Por otro lado, resulta imperativo que a nivel mundial se definan los estándares mínimos para dimensiones de aparcamientos de modo que se responda al dimensionamiento de los coches

que actualmente está produciendo la industria automotriz y que son los que están circulando en las vías y usando los aparcamientos de los edificios. Solo mediante una manifestación conjunta probablemente se plantearán nuevas normas cuya implementación debería tener sus políticas sancionatorias debidamente definidas en cada país. ☺

NOTAS

(1) “[...] siempre y cuando dicha asignación no contrarie las normas municipales y distritales en materia de urbanización y construcción...”
Art. 22 Ley 675 de 2001 de Colombia

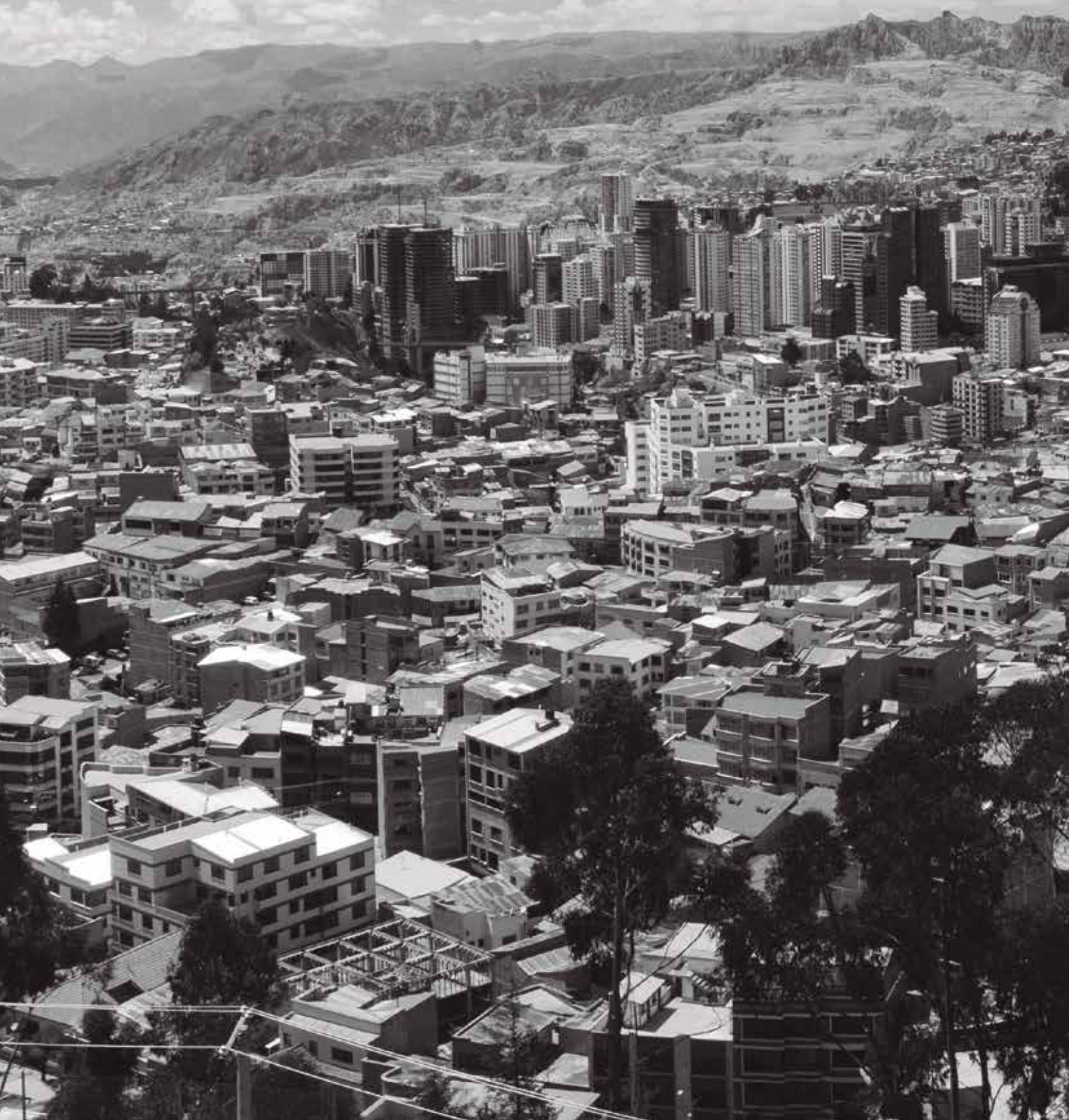
REFERENCIAS

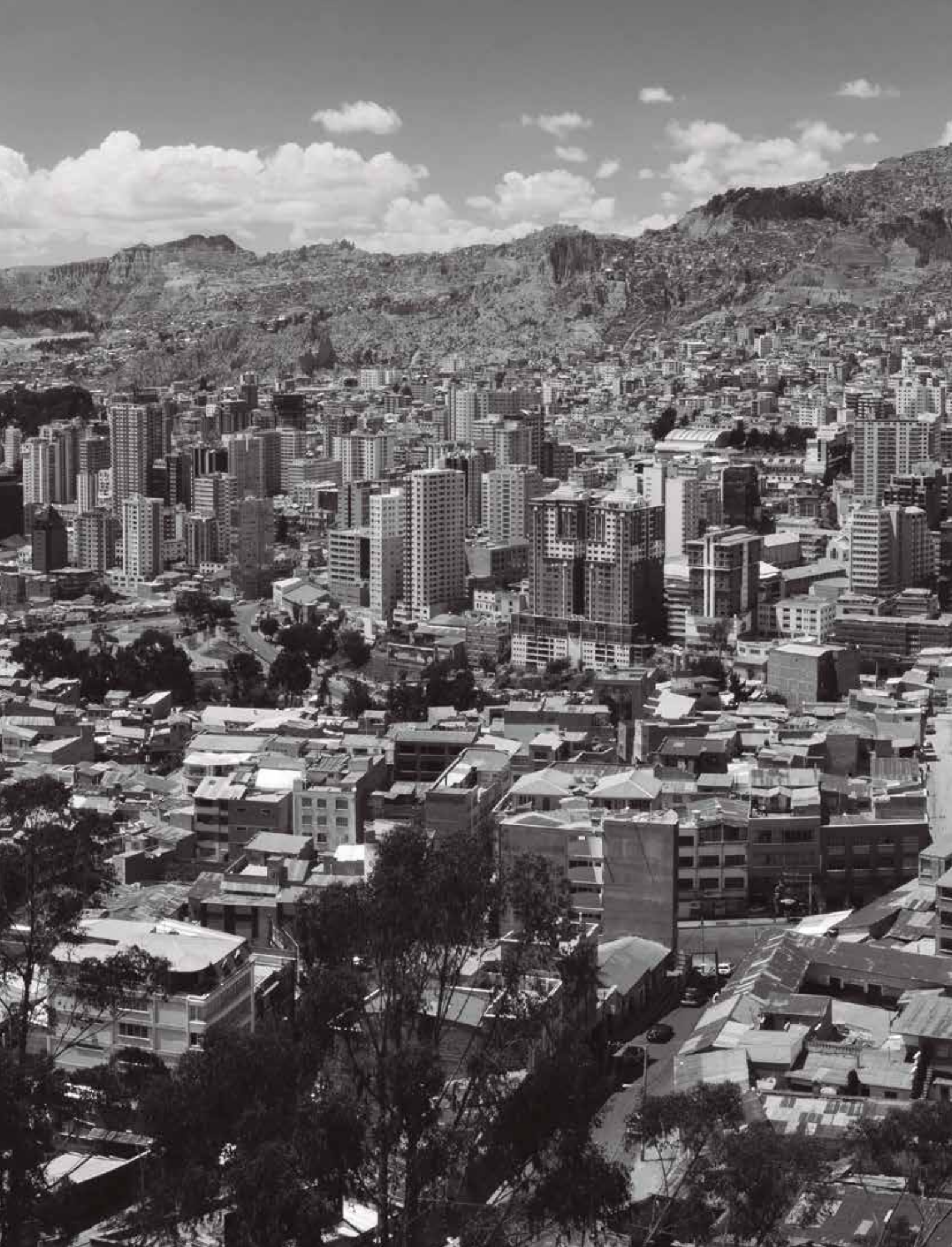
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (30 de Junio de 1992). Decreto 321 de 1992. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Recuperado el 15 de Febrero de 2018, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2107>
- AutomovilCol S.A.S. (b). (2011). Renault Logan. Medellín, Antioquia, Colombia. Obtenido de <https://automovilescolombia.com/vehiculos/renault/logan/fichatecnica/medidas-capacidades>
- AutomovilCol S.A.S. (c). (2011). Renault Sandero. Medellín, Antioquia, Colombia. Obtenido de <https://automovilescolombia.com/vehiculos/renault/sandero/fichatecnica/medidas-capacidades>
- AutomovilCol S.A.S. (d). (2011). Spark. Medellín, Antioquia, Colombia. Obtenido de <https://automovilescolombia.com/vehiculos/chevrolet/spark/fichatecnica/medidas-capacidades>
- AutomovilCol S.A.S. (e). (2011). Kia Picanto Ficha Técnica. Medellín, Colombia. Obtenido de <https://automovilescolombia.com/vehiculos/kia/all-new-picanto/fichatecnica/medidas-capacidades>
- AutomovilCol S.A.S. (2011). Chevrolet Sail. Medellín, Antioquia, Colombia. Obtenido de <https://automovilescolombia.com/vehiculos/chevrolet/sail/fichatecnica/medidas-capacidades>

- Ayuntamiento de Madrid Área de Gobierno de Desarrollo Urbano Sostenible Dirección General del Espacio Urbano, Obras e Infraestructuras . (Julio de 2016). Manual de Accesibilidad para espacios públicos urbanizados del ayuntamiento de Madrid. 443. Madrid, España: MONTEABARIA, S.L. .
- Ayuntamiento de Madrid Área de Gobierno de Desarrollo Urbano Sostenible Dirección General del Espacio Urbano, Obras e Infraestructuras. (Julio de 2016). Manual de Accesibilidad para espacios públicos urbanizados del ayuntamiento de Madrid. 443. Madrid, España: MONTEABARIA, S.L.
- Ayuntamiento de Madrid Instrucción de Vía Pública. (Diciembre de 2000). Ficha 7 Aparcamientos. Obtenido de <http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UDCUrbanismo/PGOUM/InstruccionViaPublica/Ficheros/fic7.pdf>
- Balsells, J. (2004). Capítulo 3 Diseño interior p. 27. Guía de Aparcamientos Urbanos, 120. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3388/40870-5.pdf?sequence=5>
- Casals-Tres, M., Arcas-Abella, J., & Pagès-Ramon , A. (Octubre de 2011). Habitabilidad, un concepto en crisis. Sobre su redefinición orientada hacia la sostenibilidad. Informes de la Construcción, 63(Extra), 21-32. doi:doi: 10.3989 / ic. 11.061
- Colin Buchanan Consultores . (Marzo de 2010). Programa de Sostenibilidad Urbana Ciudad 21 Guía para la implantación de aparcamientos disuasorios en Andalucía. Andalucía, España: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía .
- Corporación Ciudad Accesible. (2017). Normativa accesibilidad Universal OGUC-Chile Síntesis dibujada y comentada. Santiago.
- Decreto 0860 de 1986. (12 de Septiembre de 1986). Gobierno Municipal de Santiago de Cali. Santiago de Cali, Colombia.
- Decreto 1108 de 2000. (28 de Diciembre de 2000). Registro Distrital 2299 del 28 de diciembre de 2000. Bogotá, Colombia.
- Decreto 1108 de 2000. (28 de Diciembre de 2000). Registro Distrital 2299 del 28 de diciembre de 2000. Colombia.
- Decreto No. 1521 de 2008. (2009). Decreto No. 1521 de 2008. Modificaciones a normas específicas para las actuaciones y procesos de urbanización, parcelación y construcción • Departamento Administrativo de Planeación. Medellín, Colombia.
- Decreto Supremo N° 010-2009-Vivienda. (9 de Mayo de 2009). Lima, Perú. Recuperado el 29 de Marzo de 2018, de http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/Norma-A-010.pdf
- Department of the Environment. (1999). Parking Standards. . Inglaterra. Recuperado el 2 de Marzo de 2018, de <https://www.planningni.gov.uk/downloads/parking-standards.pdf>
- Dirección General de Reglamentos y Sistemas. (Diciembre de 1989). Reglamento para estacionamiento vehicular en edificaciones. 66. Santo Domingo, República Dominicana. Recuperado el 12 de Febrero de 2018, de <http://mopc.gob.do/media/1441/r-002-estacionamiento-vehicular.pdf>
- El País. (2016). La mitad de los caleños viven en conjuntos residenciales. El país.
- http://qcode.us/codes/temecula/view.php?topic=17-17_24-17_24_050. (s.f.). 17.24.050 Parking facility layout and dimensions. Temecula, California, Estados Unidos. Recuperado el 5 de Febrero de 2018, de http://qcode.us/codes/temecula/view.php?topic=17-17_24-17_24_050
- https://qcode.us/codes/atascadero/view.php?topic=9-4-9_4_117. (s.f.). 9-4.117 Parking design standards. Atascadero, California, Estados Unidos. Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de https://qcode.us/codes/atascadero/view.php?topic=9-4-9_4_117
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (28 de Febrero de 2014). Unit 200-2013: Accesibilidad de las personas al medio físico. Criterios y requisitos generales de diseño para un entorno edificado accesible. Uruguay. Obtenido de http://www.bps.gub.uy/bps/file/8146/1/unit_200_2013.pdf
- Ley 675 de 2001. (Bogotá de Agosto de 2001). Diario Oficial No. 44.509. Colombia.
- Ley 675 de 2001. (4 de Agosto de 2001). Edificio o conjunto de uso residencial: Inmuebles cuyos bienes de dominio particular se encuentran destinados a la vivienda de personas, de acuerdo con la normatividad urbanística vigente. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Desarrollo Urbano del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. (2015). Manual de Diseñador Urbano. (D. G. Chain, Trad.) Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Desarrollo Urbano.
- Ministerio de Transporte. (2015). Manual de Señalización Vial Dispositivos Uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas. 888. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Fundación Paz Ciudadana, & Ministerio del Interior. (2003). Espacios Urbanos Seguros: Recomendaciones de diseño y gestión comunitaria para la obtención de espacios urbanos seguros. Santiago, Chile. Obtenido de http://www.pazciudadana.cl/wp-content/uploads/2013/07/2003-11-17_espacios-urbanos-seguros.pdf
- Montezuma, R., Vesga, A., Medina, J., & Martínez, O. (Noviembre de 2008). Movilidad sostenible articulada al desarrollo urbano en el marco de revisión Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá . Bogotá, Colombia: Cámara de Comercio de Bogotá, Vicepresidencia de Gestión Cívica y Social, Dirección de Proyectos y Gestión Urbana.
- NTC 4904. (15 de Diciembre de 2000). Accesibilidad de las personas al medio físico. Estacionamientos Accesibles. Norma Técnica Colombiana NTC 4904. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Obtenido de <http://www.mincit.gov.co/loader.php?IServicio=Documentos&IFuncion=verPdf&id=75427&name=NTC4904.pdf&prefijo=file>
- NTC 6199. (7 de Diciembre de 2016). Planeamiento y diseño de ambientes para la educación inicial en el marco de la atención integral. Norma Técnica Colombiana 6199, 88. (I. C. ICONTEC, Recopilador) Bogotá, Colombia. Recuperado el 2 de Marzo de 2018, de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-355996_recurso_1.pdf
- Redacción Motor El Tiempo. (4 de Diciembre de 2017). Top 5 de los carros más vendidos en Colombia.
- www.medidasdecoches.com. (2018). Medidas de coches nuevos de todas las marcas con sus fotos y dimensiones de longitud, anchura y altura. Obtenido de <https://www.medidasdecoches.com/>

Parte III

INTERNACIONAL, PROFESIÓN Y EMPLEO







Bolivia,

clave para las infraestructuras
de América del Sur

Tras 20 años, el pasado mes de agosto, un presidente del Gobierno español, Pedro Sánchez, visitó Bolivia. Durante esa visita, entre los asuntos que se trataron, estuvo muy presente la firma de convenios de colaboración, para sectores como infraestructuras para hidrocarburos y minería, construcción de carreteras, ferroviario, hospitalario, agua, tecnologías de la información o energías renovables.





La visita de este verano ha reactivado las relaciones entre España y Bolivia. Los acuerdos a los que se han llegado pueden tener repercusión en asuntos tan importantes para el desarrollo de Bolivia, como el proyecto de construcción del corredor ferroviario bioceánico, que pretende unir Brasil y Perú a través de Bolivia. Según el presidente Sánchez, España podría destinar a este programa unos 10.000 millones de euros.

Una inversión que incrementará las cifras que se venían barajando hasta el momento. En el año 2016, nuestro país tenía un stock acumulado de 1.471,35 millones de euros. En cuanto al flujo de inversión, el año pasado alcanzó los 94 millones de dólares, “convirtiéndonos en los segundos mayores inversores, solo por detrás de Suecia y por delante de países como Francia, Estados Unidos y Reino Unido”, según datos

de la Embajada de España en La Paz. Los principales sectores de inversión son: hidrocarburos (31,58%), industria manufacturera (21,18%) y minería (20,71%).

Las infraestructuras en Bolivia

En el terreno de las infraestructuras, se han realizado avances importantes en los últimos años. Sin embargo, como afirman desde la Embajada española, “Bolivia tiene detectadas necesidades de inversión en infraestructuras en varias áreas. Por un lado, está la continuidad del proceso de provisión de infraestructuras de agua, alcantarillado y saneamiento básico a la parte de la población que todavía no tiene acceso al agua potable y acceso a la red de alcantarillado, especialmente en zonas rurales. Por otro, el del fortalecimiento de la red de telecomunicaciones, puesto que en las zonas rurales aún no se dispone de cobertura en muchos lugares”.

Villa Tunari, en el departamento de Cochabamba





En el sector de transporte por carretera, Bolivia sigue ampliando y mejorando su red vial. Según un informe de la Oficina Comercial de la Embajada de España en La Paz, el 55 % de los caminos son de tierra. Esto repercute en los costes de transporte por kilómetro, que se encarecen, y también se alargan los tiempos.

En la actualidad, el Sistema Vial Carretero tiene una longitud total de 80.887 kilómetros y está compuesto por:

1) La Red Vial Fundamental (eje La Paz-Cochabamba-Santa Cruz) con una extensión de 15.919 kilómetros y administrada por la ABC, que concentra aproximadamente un 80 % del tráfico nacional y que conecta a las principales ciudades de Bolivia y al país con otros países de Sudamérica.

2) La Red Vial Departamental, con una extensión de 24.531 kilómetros y gestionada por las Prefecturas depar-

tamentales.

3) La Red Vial Municipal con una extensión de 40.437 kilómetros, a cargo de los municipios.

El plan de actuación de la ABC recoge que, entre 2006 y 2017, se ha hecho una inversión de más de 6.500 millones de dólares, con casi 4.800 kilómetros construidos y 141 proyectos concluidos a fecha de agosto de 2018. Se espera que se inviertan más de 8.000 millones de dólares en los próximos años para construir 4.806 kilómetros de carreteras.

En este sentido, desde la Oficina Económica y Comercial consideran que “existen grandes posibilidades en el mercado boliviano, puesto que la mayor parte de las carreteras siguen aún sin asfaltar. Por otra parte, en el futuro será necesario ampliar la red de comunicaciones ya que, en la actualidad, no está totalmente desarrollada y hay muchos pueblos que no están bien co-



Vista aérea de Cochabamba

municados. El principal problema para este desarrollo es tanto la financiación que pueda conseguir Bolivia para poder llevarlo a cabo como la liquidez económica de la que disponga el propio país. Aparte de las constructoras que se presentan a las licitaciones públicas, las empresas exportadoras de maquinaria y materiales para la construcción de infraestructuras también disponen de un gran mercado”.

El sistema ferroviario tiene una longitud de 3.697 kilómetros y está dividido en dos redes que no están conectadas entre ellas, la Red Andina y la Red Oriental. En la actualidad, se están proyectando nuevas vías con el objetivo, a largo plazo, de desarrollar el tren bioceánico, que pretende unir los océanos Atlántico y Pacífico. El Corredor Ferroviario Bioceánico de Integración es un proyecto ferroviario de integración regional que tiene previsto conectar a Brasil, Bolivia y Perú, desde el puerto de Santos (Brasil) al puerto de Ilo (Perú). Ac-

tualmente, Paraguay manifestó su interés de añadirse a este megaproyecto por medio de un ramal que contribuya con carga desde Puerto Carmelo Peralta hasta Roboré, en Bolivia.

En transporte fluvial, se están diseñando inversiones en puertos para poder disponer de una salida al Atlántico a través de la hidrovía Paraná-Paraguay, con una extensión de 3.442 kilómetros desde sus cabeceras en el Puerto de San Luis de Cáceres (interior del Estado de Mato Grosso de Norte-Brasil), hasta el delta de los ríos Paraná a la altura del Puerto Uruguayo de Nueva Palmira (desembocadura del río Uruguay en el río de la Plata).

Proyectos españoles en Bolivia

En la actualidad, Tyspa es una de las empresas que se encuentran allí desarrollando trabajos para mejorar las infraestructuras bolivianas. Cuatro son los proyectos con los que cuentan:

- Consultoría para el diseño del Sistema de Aprovechamiento Hidroeléctrico de la presa de El Carrizal.

- Supervisión del proyecto, construcción y equipamiento “llave en mano” de un Complejo Hospitalario en Villa Tunari, departamento de Cochabamba, de 21.300 m² construidos (en una parcela de 53.500 m²) y 200 camas.

- Asistencia Técnica para la Licitación y Compra de Tres Parques Eólicos en Bolivia.

- Asistencia técnica para el fortalecimiento de la capacidad de las institu-

ciones para implementar planificación y estrategias en el ámbito del tráfico ilícito y seguridad alimentaria.

Por encargo de ENDE (Empresa Nacional de Electricidad de Bolivia), la Asociación AH Carrizal, capitaneada por Typsa, está llevando a cabo el Proyecto Hidroeléctrico Carrizal, cuyo principal objetivo es la generación de energía eléctrica a través del aprovechamiento del potencial hidroeléctrico de los ríos andinos.

Se trata, de un macro proyecto caracterizado tanto por las magnitudes de las obras proyectadas, como por la

Bajo estas líneas:
Ubicación presa El Carrizal

Página siguiente:
Imagen superior_ Análisis de la geometría y alcance del chorro de la presa El Carrizal

Imagen inferior_ Trabajos en El Carrizal



excepcional orografía andina que han condicionado altamente la realización de los trabajos de campo.

El trabajo se inició con la elaboración de los estudios básicos (cartografía, climatología, hidrología, fluviomorfología, sedimentología, hidráulica fluvial, geología-geotecnia preliminar, etc) necesarios para poder abordar un estudio de alternativas en el que se analizaron 26 esquemas de aprovechamiento hidroeléctrico, en los que se barajaba la posibilidad de disponer entre 1 y 4 saltos y sus correspondientes centrales, para lo que sería necesario construir entre 1 y 3 túneles de derivación y sus respectivas tomas.

Los principales componentes de la solución finalmente seleccionada son, una presa, un túnel hidráulico de derivación, tubería forzada, central hidroeléctrica y línea de transmisión. Complementariamente se han proyectado las vías de acceso y campamentos de explotación.

La presa es de hormigón compactado con rodillo (HCR) de 160 metros de altura desde cimiento y, 380 m de longitud en coronación, creando un embalse de regulación de 1.334 hm³. El aliviadero es de labio fijo y de 86 metros de longitud con capacidad para desaguar 7.290 m³/s (T 1.000). El desagüe de fondo está formado por 7 conductos rectangulares de 3 x 3,5 metros situados a distintos niveles con capacidad para desaguar 2.364,9 m³/s.

En el interior del embalse se dispone de una obra de toma para la derivación del caudal de turbinación, mediante un túnel hidráulico de derivación de 5,5 metros de diámetro y 23 kilómetros de longitud y una central hidroeléctrica a superficie que consta de tres turbinas Pelton con capacidad instalada de 366 MW de potencia.

Desde la subestación de seccionamiento, de tipo GIS, se ha proyectado línea de transmisión de 230 kV y 96,1





kilómetros de longitud hasta la sub-estación existente de Las Carreras, donde se conecta con la red nacional.

Además, el proyecto contempla la construcción de unos 51 kilómetros de nuevos caminos de acceso para comunicación con la presa, casa de máquinas y chimenea de equilibrio, así como la rehabilitación y adecuación de unos 67 kilómetros de caminos existentes para acceso a la casa de máquinas.

Finalmente, se ha redactado el estudio de impacto ambiental y elaborado toda la información complementaria para la obtención de la licencia ambiental.

En este proyecto ha estado trabajando hasta hace poco Ángel Barrero, ingeniero de Caminos español. “He estado de forma continua en Bolivia durante la duración de todo el contrato, y ha habido varios compañeros (ingenieros de Caminos, geólogos, topógrafos...) que han estado periodos más o menos largos también en el país”, señala.



Otro de los proyectos en los que trabaja Tyspa es la construcción de un complejo hospitalario en Villa Tunari, en Cochabamba. Desde 2006, el Estado Plurinacional de Bolivia ha impulsado proyectos para contribuir a la erradicación de la extrema pobreza de cara al acceso universal a la salud. Debido a las carencias en este sector, el gobierno central acordó ejecutar un ambicioso plan hospitalario que contempla el diseño construcción y equipamiento de 31 hospitales de segundo nivel, 13 de tercer nivel y 4 institutos de cuarto nivel, distribuidos a lo largo de todo el país.

Imagen superior_ Visita al camino de acceso a la presa por Cabrería (Tarja)

Imagen inferior_ Complejo hospitalario en Villa Tunari, en Cochabamba

Este hospital, de tercer nivel, con 200 camas y una superficie construida de 21.300 m², está ubicado en el término municipal de Villa Tunari, en la zona de “el Trópico” del departamento de Cochabamba, en la parte central de Bolivia, a 310 metros de altitud, en las proximidades de la selva amazónica.

Da cobertura sanitaria a los municipios de Chimoré, Entre Ríos, Shinaota y Puerto Villarroel, entre otros.

La parcela tiene 53.500 m² con topografía regular y relativamente plana, con desniveles máximos de 2,5 metros. El hospital dará servicio a 192.000 habitantes en un área de 29 km² en una región fundamentalmente campesina y con alto índice de pobreza. Se estima que pueda llegar a tener una capacidad de atención de hasta 261.000 personas para el año 2036.

El edificio tiene un diseño claramente horizontal, de baja altura, integrado en una zona con densa vegetación y en un clima con temperaturas templadas-cálidas y con una pluviosidad muy elevada (4.000 mm/año).

Se vertebra con dos pasillos paralelos diferenciando las circulaciones público-servicios que conectan las distintas unidades hospitalarias iluminadas

en torno a patios interiores. Se divide en cuatro sectores: tres de ellos en una sola planta y el sector central –de tres plantas– que contiene las unidades de hospitalización.

Se trata de un proyecto “llave en mano” en el que la empresa contratista, VAMED Engineering GmbH-Sucursal Bolivia, realiza el diseño, construcción, equipamiento y puesta en marcha, mientras que, Tyspa está llevando a cabo la supervisión de la obra, realiza el control técnico, seguimiento y verificación de la idoneidad del diseño, construcción y del equipamiento y hace el acompañamiento durante la puesta en marcha.

La supervisión incluye tres fases diferenciadas: la de diseño (fase de preinversión) con seis meses de duración, la de obra o fase de inversión de 36 meses de duración y la fase de puesta en marcha y gestión de 12 meses.

Construcción al complejo hospitalario en Villa Tunari, en Cochabamba



Los trabajos de Tyspa consisten en supervisar y corregir el proyecto de acuerdo a la normativa y al contrato, realizar seguimiento de las modificaciones exigidas, recopilación de información y asistencia técnica al cliente:

En la primera fase, la de preinversión, la compañía española se encarga del control, evaluación y seguimiento del proyecto, tanto en su dimensionamiento como diseño y calidad del proyecto de ejecución del hospital, así como del control del cumplimiento de la normativa nacional e internacional.

Esta evaluación incluye tres ámbitos: los estudios preliminares (epidemiológico, socioeconómico, prefactibilidad,

plan funcional), el proyecto de arquitectura e ingenierías y el proyecto de equipamiento médico.

En la fase de inversión, hay que llevar el control de ejecución de la obra conforme al proyecto, dentro del tiempo, costo y condiciones contractuales suscritas con el cliente, el seguimiento y fundamentación de los cambios surgidos durante la fase de obra y el control del cumplimiento y vigencia de seguros, garantías con los que el contratista está obligado a contar de acuerdo al contrato.

También en esta segunda fase hay que evaluar las subcontrataciones de ejecución de obra, controlar la idonei-

Construcción al complejo hospitalario en Villa Tunari, en Cochabamba



dad y participación del personal clave del contratista, así como revisar y verificar el cumplimiento de los protocolos y pruebas que sean necesarias para la correcta ejecución de la obra, conforme normativa vigente y el cumplimiento de la normativa sobre medio ambiente y seguridad y salud en obra.

Por último, en la fase de puesta en marcha está previsto el seguimiento, revisión, monitoreo y evaluación del diseño de los tres programas de recursos humanos por parte del contratista, que contemplan la selección, formación, capacitación y transferencia tecnológica para “bata blanca”, “bata gris” y gestión hospitalaria. También en este momento habrá que realizar la revisión técnica de los equipos industriales, médicos, instrumental médico y odontológico además del mobiliario hospitalario para certificar que se encuentran en las condiciones adecuadas para su óptimo funcionamiento, así como un seguimiento, evaluación y acompañamiento de transferencia de conocimiento, gestión técnica y operativa que incluye el asesoramiento en el manejo de los bienes y equipos al personal médico y técnico responsable del hospital para presentar certificación final al cliente.

Actualmente, este proyecto se encuentra en la fase de inversión donde se ha concluido la ejecución de la estructura, con un avance de obra de un 30%. Se prevé que la obra pueda terminarse en el plazo de un año para comenzar la fase de puesta en marcha.

Typsa también ha sido la encargada de la asistencia técnica a la Empresa Nacional de Electricidad de Bolivia (ENDE) durante el proceso de licitación de tres parques eólicos, Warnes, San Julián y El Dorado, en la provincia de Santa Cruz. Este proyecto está financiado por el Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca, a través de la agencia Danida Business Finance (DBF) y cubre el suministro e instala-

ción de los 30 aerogeneradores que componen los parques eólicos de Warnes, San Julián y El Dorado, totalizando 108 MW.

Se ha asegurado el cumplimiento de la normativa de financiación de DBF y las buenas prácticas internacionales de Procurement. Este trabajo conlleva todo un proceso, desde la definición de la estrategia de licitación, la preparación de los documentos para la precalificación, la elaboración de las especificaciones técnicas y la documentación de licitación, la respuesta a las consultas de los ofertantes y la evaluación de las ofertas, hasta la fase final de negociación y finalización de los contratos con el adjudicatario. Finalmente, los trabajos concluyeron con la adjudicación del contrato de suministro a la compañía danesa Vestas, a plena satisfacción de ENDE y DBF, cumpliendo los plazos esperados y obteniendo unos precios realmente competitivos.

Typsa participa además en contratos de asistencia técnica de la Comisión Europea para apoyar a las instituciones bolivianas en la ejecución de sus políticas prioritarias. Una de ellas es la seguridad alimentaria y la lucha contra el narcotráfico, en la que la filial del Grupo Typsa, Agrer, apoya a las autoridades implicadas en la puesta en marcha de los planes y estrategias sectoriales.

Con el objetivo de fortalecer la capacidad institucional en los sectores de desarrollo integral con coca, tráfico ilícito de drogas y seguridad alimentaria para una eficiente gestión del Apoyo Presupuestario Sectorial en Bolivia. El objetivo de la Asistencia Técnica que desempeña Typsa en estos programas es contribuir a una mejor y más efectiva ejecución de las políticas sectoriales en los ámbitos del desarrollo integral con coca, la lucha contra el tráfico ilícito de drogas y la seguridad alimentaria apoyadas por la Unión Europea a través de Apoyos Presupuestarios Secto-



Trabajos en la zona de la presa de El Carrizal

riales (APS). El contrato gestionado por Agrer promueve una mayor capacidad de las instituciones para implementar sus planes y estrategias sectoriales de manera efectiva y contribuye a la sostenibilidad de las políticas en materia macroeconómica y de finanzas públicas. El equipo de Agrer apoya directamente al Ministerio de Gobierno, el Consejo Nacional de Lucha Contra el Tráfico Ilícito de Drogas (CONALTID), el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, el Fondo Nacional de Desarrollo Alternativo (FONADAL) y otras entidades públicas involucradas en el sector de la lucha contra el narcotráfico y el desarrollo integral.

Ingenieros de Caminos, en Bolivia

En el proyecto de El Carrizal ha estado trabajando Ángel Barrero, ingeniero de Caminos. En la actualidad, según señalan desde la Embajada española en Bolivia, “hay muchos ingenieros españoles trabajando aquí, en particular ingenieros civiles, de Caminos y medioambientales, que son los más demandados. Nuestros profesionales están muy bien considerados, ya que disponen, en general, de excelentes conocimientos, además de la evidente ventaja idiomática”. Para ejercer allí, el único requisito es convalidar el título en el Ministerio de Educación boliviana-

no, el órgano responsable del proceso de homologación.

Ángel está especializado en temas de ingeniería del agua (hidráulica, hidrología, obras hidráulicas, etc.). Ha desarrollado su carrera profesional tanto en proyectos nacionales como internacionales, destacando los periodos en los que ha estado expatriado en Brasil y Arabia Saudí, además de Bolivia. En su opinión, “Bolivia tiene un déficit de técnicos especialistas, incluidos los ingenieros de caminos, por lo que suelen estar muy bien valorados en el país por la escasez de los mismos”.

El trabajo conjunto con ingenieros autóctonos es necesario, según su experiencia. “Son necesarios tanto los ingenieros españoles como los del país de destino, pues cada uno aporta una parte del conocimiento. Los ingenieros autóctonos dan un conocimiento de primera mano de normativas, metodologías y formas de trabajar que un ingeniero extranjero a priori no tiene. Por el contrario, puede ser que en el país de destino los ingenieros no dispongan de experiencia o conocimientos técnicos específicos que sí tienen los ingenieros españoles. Adicionalmente, la presencia de ingenieros españoles facilita el desarrollo de los trabajos en los casos que parte de la producción se realiza fuera del país de destino, funcionando como enlace entre el cliente y los equipos de diseño”, señala.

Y añade que “los ingenieros españoles suelen ser más generalistas que los bolivianos, que suelen estar más especializados. Además, quizás los ingenieros españoles disponen de amplia experiencia internacional, y los bolivianos todavía no la tienen. En todo caso, las principales diferencias suelen venir más por temas culturales que por la propia formación académica”.

Según Ángel, las principales diferencias a la hora de trabajar en un país

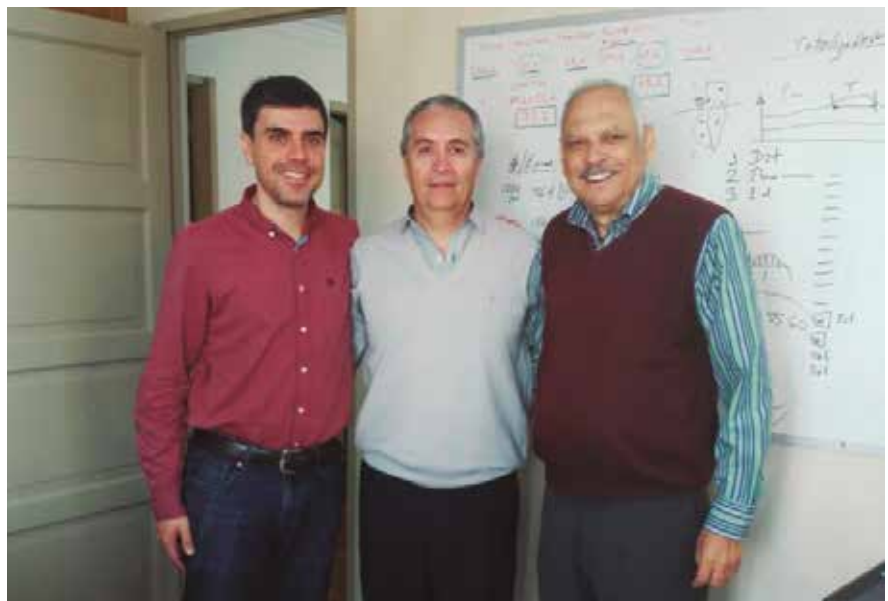
u otras se encuentran en la cultura y en la “idiosincrasia del país. Los trámites en Bolivia suelen ser mucho más lentos y complejos que en España, y esto se nota en el trabajo del día a día. En general, existe una exigencia mucho más elevada que en España para justificar las decisiones técnicas que se toman en un proyecto. Cuestiones que en España se dan por asumidas o responden a criterios de buena práctica ingenieril, en Bolivia no suelen servir y es necesario realizar justificaciones técnicas mucho más elaboradas”.

Respecto al proceso de adaptación al país, el ingeniero de Tyspa considera que “siempre requiere un esfuerzo adicional adaptarse a un nuevo país, con nueva gente y maneras de trabajar y pensar distintas. A pesar de eso, se trata de retos que sacan a la persona de su zona de confort, y que una vez superados, son gratificantes personal y profesionalmente”.

En su opinión, ir a trabajar fuera del país “suele dar puntos de vista muy distintos y enriquecedores. También suele ocurrir que las ‘ataduras’ sociales que uno tiene en su lugar de origen desaparecen, y existe mucha más libertad de improvisación y de mayor tiempo personal”.

Al cierre de este reportaje, Ángel se encuentra en España. “Tenía ganas de volver puesto que, a pesar de ser una experiencia fascinante y enriquecedora, también ha sido una experiencia intensa, con la dificultad de estar lejos de los seres queridos. Suele ocurrir que cuando uno está tanto tiempo fuera, la vida en el lugar de origen sigue adelante y las cosas son diferentes a como se dejaron. O quizás es que la experiencia vivida hace cambiar a la persona, y la visión del mundo es distinta. Porque, efectivamente, estas experiencias profesionales llevan asociada una experiencia vital que marca al individuo, pasando a formar parte del equipaje que cada uno va acumulando”, concluye. 📍

Oficinas de Tyspa en Cochabamba (Bolivia). De izda. a dcha., Ángel Barrero, coordinador proyecto Carrizal Tyspa; Carlos Verdú, experto en equipamiento hidromecánico, y Franklin Ramírez, director de proyecto Carrizal



MARÍA Pérez

“En Bolivia se percibe al ingeniero español como altamente cualificado y culturalmente próximo”



Encargada de Negocios ad interim de la Embajada de España en La Paz

María Pérez Sánchez-Laulhé, nacida en Madrid, es licenciada en Derecho e ingresó en la Carrera Diplomática en 2006. Ha estado destinada en las representaciones diplomáticas de España en Bolivia y en Costa Rica. Ha desempeñado sus funciones en la Secretaría de Estado para la Unión Europea y en la Secretaría de Estado para Iberoamérica, como consejera. Además, ha sido adjunta al director del Gabinete de la Ministra de Sanidad y Política Social, directora del Centro Cultural de España en La Paz y directora del Centro Cultural de España en Costa Rica

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

No tenemos cuantificado el volumen de negocio de las empresas españolas en este sector, pero existen numerosos proyectos ejecutados por empresas españolas, sobre todo en las áreas de infraestructuras civiles, supervisión y consultoría.

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

En Bolivia existen múltiples oportunidades de inversión ya que el país viene apostando por los proyectos de infraestructuras, como pone de manifiesto el hecho de que para 2019 la inversión prevista es de unos 2.052 millones de dólares, lo que supone un 32% del total de la inversión del Estado.

¿Cuál es el proceso para que una empresa española pueda realizar infraestructuras en suelo boliviano?

Una empresa adjudicataria de un proyecto debe acudir, en primer lugar, a Fundaempresa que opera el Registro de Comercio de Bolivia, con la documentación correspondiente, con la apostilla de La Haya. Sería recomendable pedir asesoramiento a la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en La Paz con respecto a todos los trámites burocráticos adicionales.

¿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?

Destacaría sobre todo el Convenio de Doble Imposición entre Bolivia y España, para evitar la doble tributación. Con respecto a los ingenieros de Caminos, no existe ninguna regulación específica, como pudiera ser la homologación directa de títulos.

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

En general, la percepción de las empresas españolas es positiva, gracias a la buena labor que las mismas han desarrollado en los últimos años. A nivel político, las relaciones están en un momento magnífico, como ponen de manifiesto las respectivas visitas del presidente Evo Morales a España y del presidente Pedro Sánchez a Bolivia en el último año. Por último, a nivel de sociedades, las relaciones entre españoles y bolivianos son excelentes, gracias a nuestra afinidad cultural, los vínculos históricos y el idioma compartido.

¿Cómo se valora la mano de obra española en Bolivia?

La valoración es muy buena ya que se percibe que al ingeniero español como altamente cualificado y culturalmente próximo.

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

Los españoles que acuden a La Paz deben tener en cuenta que la ciudad se encuentra a unos 4.000 metros de altura, lo cual puede conllevar un periodo de adaptación. Cabe subrayar que Bolivia es, en general, un país muy seguro y culturalmente fascinante, y que su gente es muy acogedora y hospitalaria.

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

La recomendación fundamental es que acuda a la web del Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, y consulte las "recomendaciones de viaje" para Bolivia, antes de viajar. Asimismo, está disponible en la página web de la Embajada de España en La Paz un apartado específico con recomendaciones prácticas de todo tipo en el caso de vivir en Bolivia. 📍



A black and white photograph of a stack of books. The top book is open, with its pages fanned out, creating a fan-like shape. The pages are white and the edges are dark. The stack of books below is closed, showing the spines and the edges of the pages. The background is blurred, suggesting a library or a bookshelf.

Libros

**RESEÑAS DE LAS ÚLTIMAS
NOVEDADES EDITORIALES**



TERRITORIO Y ESTADOS

Elementos para la coordinación de las políticas de ordenación del territorio en el siglo XXI

Coordinador: Joaquín Farinós Dasí.

Editores: Joaquín Farinós y Enrique Peiró.

Tirant Humanidades.
Valencia. 2018

En la primera línea del libro puede leerse ¿Vale la pena seguir invirtiendo en el tema de la planificación y ordenación del territorio? Cuando la mayoría de los principios por los que aboga la Ordenación del Territorio están cuestionados y en algunos casos directamente orillados, ¿tiene sentido volver a insistir en la importancia de estos principios? La respuesta se puede encontrar en la misma Introducción del libro: hay que insistir. Hay que abrir nuevas ventanas por las que entren nuevos pensamientos, más capacidades y mejores desempeños.

Esto es lo que pretende este libro. Que sus lectores encuentren en esos tres campos capítulos que en algunos casos les permitan descubrir y en otros, contrastar su pensamiento, sus capacidades y sus desempeños, con los que el numeroso y elegido grupos de expertos en Ordenación del Territorio, expresan en estas páginas.

El libro, coordinado por Joaquín Farinós, catedrático de análisis geográfico regional de la Universitat de València y director de la cátedra de Cultura Territorial y publicado por Tirant-humanidades, presenta una estructura que se podía

denominar coral, que en absoluto resulta extraña en este tipo de publicaciones. En él han intervenido cincuenta y un autores de diferentes nacionalidades y especialidades, que aportan en treinta y siete capítulos organizados en cuatro áreas temáticas, sus reflexiones y experiencias fruto de su dedicación en esta materia de la Ordenación del Territorio.

El primero de los bloques, titulado “Territorio y sociedad o de como producir territorialidad”, está integrado por once capítulos, que abordan nuevas formas de entender y conceptualizar el territorio. De esta forma y de forma muy resumida, en los capítulos de este bloque se plantea un amplio abanico de cuestiones de base sobre nuevas orientaciones de la Ordenación del Territorio, como es la consideración del sistema territorial como un sistema complejo y con un elevado grado de incertidumbre, lo que hace necesario abordar su análisis con nuevas herramientas y perspectivas (Capítulos 1 a 4). En otro capítulo, el quinto, se plantean los cambios en los modos de acción colectiva derivados de una pérdida de peso de la capacidad de regulación de los estados y la aparición de nuevos y potentes agentes públicos

y privados con capacidad de intervenir sobre el territorio. Igualmente se puede encontrar en este primer bloque, dos capítulos que entran en las relaciones entre la Ordenación del Territorio y la economía. En uno de ellos (Capítulo 6), tras revisar las teorías económicas clásicas con mayor peso territorial, vislumbra nuevas oportunidades para la participación de los actores territoriales. El Capítulo 7 entra en la consideración del potencial del marketing territorial como un instrumento a disposición del territorio para promover nuevas estrategias de desarrollo y el Capítulo 8 estudia la cuestión de los diferentes significados que se dan a los términos empleados por la UE en sus documentos sobre la Ordenación del Territorio y la “capacidad generativa” de éstos; es decir, su potencial creativo dentro de los marcos políticos existentes o para la elaboración de nuevas políticas.

Hay un capítulo, el noveno, que analiza el papel de la cartografía en los estudios territoriales, tomando como base la publicada en los trabajos de la UE. La hipótesis de la que parte es que las representaciones cartográficas no son en ningún momento aportaciones neutrales al conocimiento de los territorios, de manera que un mapa no es sino la expresión de una visión. De la observación cuidadosa de lo que está y de lo que no está en ellos se pueden conocer lo que se esconde detrás de la mera representación de la información.

Este primer bloque finaliza con dos capítulos que abordan, bajo diferentes puntos de vista, la problemática de la toma de decisiones y su racionalidad. En el décimo capítulo se estudian las pautas que guían la toma de decisiones de los gestores públicos y el debate sobre su racionalidad desde la perspectiva del técnico o del científico. En el último capítulo, el once, puede leerse una reflexión sobre la experiencia del autor en la práctica de la planificación territorial y urbana centrada en Grecia y, por tanto, con el inevitable trasfondo de la crisis que desmantela dicho país. En él se pone de manifiesto la distancia que separa la planificación

y la implementación real de los planes, con la retórica oficial y la necesidad de unas vinculaciones más estrechas entre la planificación económica y territorial y un mayor protagonismo de la sociedad civil, en la línea que aparece en varios capítulos de este mismo bloque.

Los bloques II (Capítulos 12 a 23) y III (Capítulos 24 a 29) están dedicados a exponer cuestiones relacionadas con la práctica de la Ordenación del Territorio en Europa y en otros países no europeos, mientras que el Bloque III, centra estas cuestiones en España.

En el Bloque II, titulado “La práctica de la Ordenación del Territorio en Europa y a nivel internacional”, se pueden encontrar dos capítulos (el 12 y el 21) que entran en consideraciones en relación a la planificación territorial en el conjunto de la UE. El resto caracterizan casos concretos de diferentes países.

Por lo que respecta al primero de estos dos capítulos, estudia el tema de la incertidumbre actual que afecta a la propia UE y la dificultad que supone para la misma Unión implementar unas bases de planificación territorial sobre esta incertidumbre, acrecentada la reafirmación del control de los estados sobre sus territorios. De esta forma, la planificación europea se dirige ahora más hacia la exploración de futuros alternativos que a establecer uno deseable, sin que el autor vea en un futuro un cambio en este status quo. El otro capítulo, el 21 del libro, se concentra en el análisis en la planificación en los territorios transfronterizos, ofreciendo una cara más optimista en tanto que aun reconociendo el problema que actualmente suponen las estructuras estatales para la integración europea, ve en los planes transfronterizos los crisoles de la integración UE como ensayos a pequeña escala de una futura y deseable integración entre países.

El resto de capítulos de este Bloque II está dedicado a distintos países de la UE y dos, Australia y China, con dinámicas, problemas y perspectivas diferentes

a las europeas, pero que por eso mismo, resulta interesante conocer. En el caso de los europeos se ha estudiado los casos de Holanda, Francia, Alemania, Italia, Polonia, Portugal, Suecia, Gran Bretaña, para lo que se ha seguido un guion básico de cuestiones, que entraba en la definición del esquema de planificación de cada país y de su evolución en los últimos años, así como en los aspectos más relevantes que han condicionado los planes y la influencia de la política europea sobre ellos. La conclusión principal es que aparecen problemas comunes, como pueden ser la crisis económica y los procesos de desregulación, y que se vislumbra una reorientación de objetivos hacia el desarrollo económico, la competitividad y la regulación de las áreas urbanas; aunque sin que se pueda afirmar que existan unas bases comunes en cuanto a objetivos y estrategias.

Los casos de Australia y China se mueven en órbitas y problemáticas que aunque no resultan muy diferentes a las europeas en cuanto a la naturaleza de los problemas, sí en cuanto a su magnitud, sobre todo en el caso chino. En este país se ha producido en las últimas décadas un acelerado proceso de urbanización derivado de la liberalización económica, que no ha incidido sobre el esquema del proceso de planificación, que se encuentra todavía muy centralizado, con una sociedad civil que tiene muy restringida su capacidad de intervención y con unos objetivos que se mantienen todavía en la línea del crecimiento económico. En el caso de Australia, con una larga tradición en la planificación metropolitana, la planificación regional y estatal es mucho más reciente, obediendo en la actualidad a una orientación estratégica, federal y de carácter comprensivo.

Para el caso español se reserva el Bloque III, Territorio y Sociedad. Práctica y efectos de la Ordenación del Territorio en España, que aborda en seis capítulos, diferentes orientaciones, situaciones y perspectivas de la Ordenación del Territorio en España.

En el bloque pueden leerse capítulos que analizan cuestiones relacionadas con la legislación estatal y autonómica, como es el caso del Capítulo 24, en el que su autor pone de manifiesto que el actual sistema institucional español no hace sino dificultar el desarrollo de los potenciales endógenos con que cuentan cada territorio, poniendo varios ejemplos de esta fricción. En el capítulo se proponen una serie de cambios, que permita eliminar la impronta centralizadora derivada de la Constitución del 78, que se ha venido manteniendo de una u otra forma desde la Constitución de 1812.

En esta misma línea de análisis de la legislación, se mueve el Capítulo 26, que se estudia la coordinación entre el planeamiento territorial y urbano, tomando como ejemplo la actual legislación valenciana y su evolución en los últimos años. En este caso, el problema fundamental es la inexistencia de un planeamiento comprensivo, con una planificación sectorial no coordinada con la territorial, pero que sin embargo, incide directamente sobre ella, por ejemplo, la de infraestructuras. Descoordinación que se da tanto a nivel del Estado como de las comunidades autónomas. La nueva regulación legal sobre los acuerdos de las Conferencias Territoriales y la constitución de las Comisiones Territoriales de Coordinación, pueden ayudar a cambiar esta situación, siguiendo los modelos de coordinación alemán o italiano.

En el Capítulo 25 se parte de la renuncia de facto de las instituciones a la ordenación y a sus objetivos fundamentales vinculados al bienestar de la población. Frente a esta situación, emplean el concepto de espacio geográfico flexidimensional para ayudar a comprender la nueva organización. Las nuevas territorialidades y sociedades precarizadas y frágiles, pueden contrarrestarse a través de modelos públicos y políticas fuertes pero flexibles, en las que a través de la frónesis y la consideración del espacio flexidimensional se puedan proponer y desarrollar nuevas políticas de ordenación que hagan frente a la situación actual.

Los dos capítulos siguientes (27 y 28) son extensas reflexiones sobre la práctica de la Ordenación del Territorio seguida en España en los últimos decenios. En el primero se repasan, prácticamente desde el primer tercio del pasado siglo, los principales hitos en Ordenación del Territorio, tanto en el campo de la legislación como en el de la planificación, entrando en la enumeración de sus principales debilidades y sus causas, así como en la propuesta de un conjunto de buenas prácticas que pueden ayudar a hacerles frente. En el segundo capítulo se hace un estudio cronológico del contenido de los planes de Ordenación del Territorio de ámbito regional redactados hasta el momento por las comunidades autónomas españolas, centrándose especialmente en el tratamiento que dichos planes dan al modelo territorial. Una de las conclusiones del trabajo es que aunque en todos ellos hay un elevado grado de coincidencia en la normativa y objetivos, existen divergencias en su desarrollo y en particular a la hora de establecer un modelo territorial.

El último capítulo, el 29, de este Bloque III, es un extenso trabajo organizado en cuatro partes, sobre el desarrollo legislativo y planificador en Ordenación del Territorio y Urbanismo en España, bajo de premisa de que la práctica de la Ordenación del Territorio, transversal, integrada, compleja y sistémica, se enfrenta a importantes obstáculos, como pueden ser el de la asignación de responsabilidades entre administraciones, la visión de la ordenación como una política sectorial más o la relación entre la práctica de las dos disciplinas. En el capítulo se revisan las legislaciones autonómicas sobre urbanismo, ordenación y sectorial con incidencia en las anteriores, que permite valorar a las CC.AA españolas en función de su producción legislativa y de instrumentos de OT, planteando finalmente una serie de propuestas de actuación.

El cuarto y último bloque (Capítulos 30 a 37) se ha titulado “Cómo posicionar a las nuevas generaciones en la Ordenación del Territorio. Compromiso, lealtad o

mercado” y tiene como objetivo aportar visiones de futuro de la Ordenación desde distintas perspectivas. La primera que se considera tiene que ver con la formación, tanto la universitaria del futuro geógrafo (Capítulo 30) como del especialista en ordenación territorial (Capítulo 31). En el primero se estudia el papel de la Geografía frente a aspectos tales como la globalización, la competitividad o la sociedad del conocimiento y el nuevo rol que en consecuencia debe jugar. En una segunda parte y derivado de lo anterior, incide en los requerimientos exigibles actualmente a un geógrafo y la aportación que debe tener la enseñanza universitaria en ellos. En el capítulo siguiente se realiza un análisis de los desafíos a los que se enfrentará en el futuro, la planificación en Europa. Uno de los aspectos sobre el que más se incide es el de la diversificación de los beneficiarios teóricos de los planes (sociedades granulares), con un escenario de pérdida de peso de las funciones clásicas de los estados. Como resultado, ya no se podrá hablar de unos problemas de planificación típicos ni, como consecuencia, de soluciones típicas. Sobre estos principios, tres aspectos que el autor considera claves para poder hacer frente a dichos desafíos son el de los sistemas o formas de planificación; el de la enseñanza de la planificación y el de la investigación que se desarrolla en torno a la planificación.

El Capítulo 32 siguiente, hace hincapié en el peso actual y futuro de las ciudades como nodos del crecimiento de los países, y de cómo los viejos esquemas para su planificación basados en las intervenciones públicas han sido sustituidos por sistemas de cooperación entre agentes. El autor desarrolla las nuevas prácticas de planificación urbana aplicadas en Holanda, auspiciadas por la Agenda Urbana de la UE y su impacto en la planificación territorial. En esta línea de carácter urbano, aunque centrado en el tema de los riesgos naturales, se mueve también el Capítulo 33, en el que se expone el papel de la planificación para mitigarlos, tomando como ejemplo las actuaciones puestas en marcha en la ciudad de

Nueva York dirigidas a convertirla en una ciudad resiliente frente al impacto de huracanes y tormentas tropicales.

El Capítulo 34 hace una reflexión sobre el desarrollo de sociedades resilientes. Escrito en la Grecia de la crisis, propugna la necesidad de que la planificación territorial favorezca el desarrollo de una resiliencia social, aunque teniendo en cuenta las interrelaciones que en la práctica se dan entre los diferentes sistemas territoriales. La mejora de la resiliencia en alguno o algunos de ellos, puede condicionar la resiliencia de otros sistemas. Estas interacciones cruzadas y en bastantes ocasiones antagónicas, dificulta la práctica de una planificación espacial orientada hacia una resiliencia colectiva, con el riesgo de que puede acabar siendo un instrumento en mano de ciertas instituciones para asegurar su propia resiliencia.


El Capítulo 35 explora en la consideración del espacio como un recurso, integrado por elementos potencialmente capaces de dinamizar las economías locales. Dentro de estos elementos, los patrimoniales son especialmente importantes, pese a lo cual en la planificación del territorio las administraciones han marginado sistemáticamente las representaciones patrimoniales no tradicionales, o que se alejan de los cánones clásicos de valorización del territorio del modelo capitalista. Con una visión más integral y plural del patrimonio permite identificar otros elementos patrimoniales elementos, tangibles e intangibles, resultado de la historia del territorio.

Los dos últimos capítulos, el 36 y el 37 hacen un estudio prospectivo, el primero para el espacio suramericano y el segundo para el europeo. En el primero, su autor estudia las políticas de Ordenación del Territorio en veinte países suramericanos y sus dinámicas de cambio en relación con los cambios políticos y económicos que se han dado en ellos. Parte del concepto clave como es el de territorialidad, al entender que bajo esta idea es donde se producen los puntos

de encuentro entre las políticas de ordenación y los cambios políticos y económicos. En el capítulo se establecen agrupaciones de estados con características y comportamientos semejantes, señalando, por último, que la Ordenación del Territorio, con una visión sistémica y como política pública y cómo una estrategia de desarrollo, puede ayudar a la territorialización de nuevas visiones de desarrollo y a superar una concepción sectorial y fragmentada del desarrollo y de su gestión.

El capítulo 37 último de este bloque y del libro, se exponen los principales hitos que han marcado la política territorial europea en las últimas décadas, para continuar con un análisis prospectivo, con horizontes 2030 y en 2050, de la UE y sus regiones, en un contexto poco favorable para la UE. Por un lado, la emergencia de países no europeos que en el futuro muy próximo serán los nuevos referentes del desarrollo económico y comercial; y por otro, la reaparición en la propia Unión de los Estados-nación "...cada Estado quiere ser una nación y cada nación tener su Estado". Este análisis prospectivo realizado a partir de multitud de variables (tendencias demográficas, económicas, en la urbanización, en el transporte, en las demandas energéticas y la influencia sobre todas ellas de los desarrollos en tecnología digital) y sus resultados, llevan al autor a los dos apartados finales del capítulo. El primero dedicado a fijar la orientación que debe guiar a la Europa del futuro que, de manera muy resumida, debería ser buscar una Europa abierta y policéntrica. El último apartado, "La Europa de las ciudades, ¿Nuestra última utopía?", es una reflexión personal y poco optimista sobre la Europa del futuro a la vista de su historia reciente y su evolución previsible.

Es evidente que en estas pocas líneas es imposible resumir una publicación de más de 1.200 páginas, con una excelente bibliografía que acompaña a cada capítulo. Con total seguridad se habrán quedado multitud de ideas importantes sin exponer o el resumen realizado de

algún capítulo no se ajustará a lo que al autor le hubiese gustado resaltar. Valga sin embargo este intento, como ejemplo de lo que puede encontrarse en el libro y del esfuerzo ímprobo tanto por parte de los autores como del coordinador de la obra. Un esfuerzo que se ha dirigido, como puede verse en las últimas líneas de la Introducción, "a alimentar inquietudes y encontrar aliados en la causa de la política territorial y de los instrumentos de ordenación como elementos imprescindibles de la acción pública, democrática, mediante los que hacer posible de forma sostenible e inteligente, la vida digna de los ciudadanos y ciudadanas del mundo". Esta es una buena declaración de intenciones. Sólo queda por esperar que el libro ayude a que se hagan realidad.  **Enrique Antequera Terroso. Ingeniero de Caminos. Profesor de la Universidad Politécnica de Valencia**

MÁSTER INTERNACIONAL EN TECNOLOGÍAS DIGITALES E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

INICIO ENERO 2019



El Máster en Tecnologías Digitales e Innovación en Ingeniería que realizamos conjuntamente con la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), está dirigido a ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y a profesionales de la ingeniería o de otras disciplinas no centradas específicamente en las tecnologías de la información y la comunicación, interesados en reforzar su carrera profesional con nuevas competencias en el ámbito digital.

Su estructura modular, abierta y progresiva, permite a cada alumno seleccionar el itinerario de módulos que considere, con un plazo máximo de 3 años para cursar la totalidad del programa docente. En este sentido, ofrece las siguientes titulaciones: Máster (60 ECTS), Diploma de Especialización en Tecnología Digital en Ingeniería (30ECTS), Diploma de Experto Universitario en Innovación Digital en Ingeniería (15 ECTS), y a su vez un certificado de Actualización Profesional para cada uno de sus módulos.

Al tener las plazas limitadas, si estás interesado en reservar tu plaza, hazlo antes del 30 de noviembre próximo mediante el envío de carta de motivación con un breve currículum a: master.tic@ciccp.es. ■

www.ciccp.es

ORGANIZADO POR:



Colegio de
Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos

Con la colaboración de:



Fundación
Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos

FONDOS DE INVERSIÓN PREMIER

Decida el rumbo de sus inversiones.

Gestifonsa Cartera Premier 10, F.I. (Nº REG. CNMV: 5157)

Categoría CNMV: Renta Fija Mixta Internacional.

Política de inversión: Fondo de fondos con inversión máxima del 10% en activos de renta variable.

Comisiones:

Gestión: 0,40% (*)

Depositaria: 0,10%

Perfil de riesgo CNMV

< Potencialmente
menor rendimiento >
< Menor riesgo >

Potencialmente
mayor rendimiento >
Mayor riesgo >

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

(*) Cuando la rentabilidad de la deuda española a 2 años sea inferior al 0,75%. Cuando sea igual o superior al 0,75% e inferior al 1,00%, la comisión será del 0,60% y cuando sea superior al 1,00% la comisión será del 0,80%.

Gestifonsa Cartera Premier 25, F.I. (Nº REG. CNMV: 5155)

Categoría CNMV: Renta Fija Mixta Internacional.

Política de inversión: Fondo de fondos con inversión máxima del 25% en activos de renta variable.

Comisiones:

Gestión: 0,75% (*)

Depositaria: 0,10%

Perfil de riesgo CNMV

< Potencialmente
menor rendimiento >
< Menor riesgo >

Potencialmente
mayor rendimiento >
Mayor riesgo >

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

(*) Cuando la rentabilidad de la deuda española a 2 años sea inferior al 0,75%. Cuando sea igual o superior al 0,75% e inferior al 1,00%, la comisión será del 0,90% y cuando sea superior al 1,00% la comisión será del 1,10%.

Gestifonsa Cartera Premier 50, F.I. (Nº REG. CNMV: 5156)

Categoría CNMV: Renta Variable Mixta Internacional.

Política de inversión: Fondo de fondos con inversión máxima del 50% en activos de renta variable.

Comisiones:

Gestión: 1,15% (*)

Depositaria: 0,10%

Perfil de riesgo CNMV

< Potencialmente
menor rendimiento >
< Menor riesgo >

Potencialmente
mayor rendimiento >
Mayor riesgo >

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

(*) Cuando la rentabilidad de la deuda española a 2 años sea inferior al 0,75%. Cuando sea igual o superior al 0,75% e inferior al 1,00%, la comisión será del 1,30% y cuando sea superior al 1,00% la comisión será del 1,40%.

IMPORTANTE: Rentabilidades pasadas no garantizan rentabilidades futuras. Para invertir en estos productos es necesario tener conocimientos y experiencia en los Mercados conforme a la Normativa MiFID. Existe riesgo de pérdida de capital invertido. Las cifras y datos contenidos en este anuncio no constituyen recomendación de compra o venta de una inversión y tienen estricto contenido publicitario. Los Fondos de Inversión disponen de un folleto informativo y documento con los datos fundamentales para el inversor (DFI) que pueden consultarse en las oficinas de Gestifonsa SGIIC SAU, Nº Registro Administrativo CNMV-123, C/ Almagro, 8-5ª planta, 28010 Madrid, en la página web del Grupo Banco Caminos-Bancofar www.bancocaminos.es, en el apartado Gestifonsa y en la página web de la Comisión Nacional del Mercado de Valores (www.cnmv.es). La Entidad Depositaria de los Fondos de Inversión es Banco Caminos SA, Entidad de Crédito registrada en el Banco de España con el código de entidad 0234. Estos fondos pueden no ser adecuados para inversores que prevean retirar su dinero en un plazo inferior a 2 años.

Banco Caminos Madrid

Calle Almagro, 8 y 42 • 28010 Madrid • Tel. 91 310 95 50
info@bancocaminos.es

Banco Caminos Barcelona

Vía Augusta, 153 • 08021 Barcelona • Tel. 93 277 06 00
barcelona@banccamins.cat