

ThinkHub



Fundación
Caminos

memoria de actuaciones

Junio 2018

Contenido.

El ThinkHub de la Fundación Caminos,	1
TH01-Una nueva movilidad,	19
TH02-La disrupción tecnológica,	29
TH03-Los servicios climáticos,	41
TH04-Aire y agua en la ciudad,	53
TH05-Moverse en la gran ciudad,	61
Jornada01-El vehículo autónomo y conectado,	75
Anexo - Currículos de los miembros,	77

El ThinkHub de la Fundación Caminos

En el Patronato de la Fundación Caminos del 19 de mayo de 2017 y de acuerdo con el encargo recibido del Presidente Juan Santamera, el patrono de la Fundación Miguel Aguiló presentó el ThinkHub, con una breve alocución que se resume a continuación.

El Colegio, en un documento de diciembre de 2013, titulado *La formación de la imagen del Colegio. La comunicación de ideas. El Think Tank. La Fundación*, señalaba las tareas a acometer en relación con la Comunicación, la Imagen y el pretendido Think Tank. El documento comienza con unas atinadas precisiones sobre comunicación e imagen, que se podrían caracterizar o resumir así:

En cuanto a la Comunicación, se trata no sólo de transmitir, sino de:

- elaborar y definir sus contenidos
- madurar y perfeccionarlos
- proyectar la imagen de la profesión hacia el público, para engarzar con la sociedad civil

En cuanto a la Imagen, se debe incluir la totalidad de las facetas profesionales,

- ingenieros como actores políticos
- engarce con el mundo empresarial
- implicación en humanidades
- participación en desarrollo económico

El carácter inicial del documento propicia una cierta ambigüedad entre las funciones del ThinkTank y las de la propia Funda-

ción. Este documento intenta separar y precisar las funciones del ThinkTank o núcleo de pensamiento, como allí se define, de las más ejecutivas a ejercitar por otros órganos del Colegio o de la propia Fundación Caminos.

Una interpretación -estricta aunque más precisa- de ese documento fundacional seleccionaría las funciones a asignar al ThinkTank como las más próximas al núcleo más 'teórico' o conceptual, dejando las más prácticas a otras divisiones o servicios de la Fundación. En síntesis, el ThinkTank debería inspirar y fundamentar las directrices de la Fundación para facilitar su puesta en práctica por otros órganos.

Esa función debe ejercerse con una estructura proporcionada a las funciones y medios de la propia Fundación, sin incurrir en una dotación excesiva de instalaciones y personal. Una vez definida la línea de trabajo por el Patronato, el ThinkTank debe emprenderla sin hipotecar ni comprometer el futuro de la Fundación en proyectos de coste o plazos excesivos. Debe dotarse de una estructura sencilla y flexible, capaz de adaptarse a los ineludibles cambios de contexto y perspectivas que la profesión habrá de afrontar en los próximos años.

De acuerdo con esa idea inicial y tras funcionar durante un año, se han consolidado la denominación, funciones, estructura y metodología de trabajo para ese núcleo de pensamiento de la Fundación que se incluyen a continuación, seguidas de una lista de los miembros que componen actualmente el ThinkHub y de un resumen de los trabajos realizados. En los capítulos siguientes se incluyen los documentos completos y los programas de las jornadas.

ThinkHub

La **denominación** Tank sugiere la idea de depósito o recipiente de pensamiento, como conjunto de gente aislada y dedicada a pensar. Se prefiere la idea de Hub, como concentración de flujos de conocimiento que se canalizan o dirigen hacia objetivos concretos.

La idea de Hub implica más gestión y menos inmovilización de recursos, abriendo la posibilidad de buscar talento compartido a movilizar en momentos y destinos específicos. Eso permite compatibilizar la cooperación habitual, voluntaria y gratuita de un grupo seleccionado de ingenieros de caminos y otros profesionales para la crítica y la síntesis de estudios preparatorios remunerados, encargados a especialistas de reconocido prestigio en cada tema.

Su principal **función** es de soporte para proyectar continuamente la profesión en las coordenadas intelectuales, culturales y sociales del país. Eso incluye las tareas de:

- generar procesos profundos de reflexión y síntesis, por medio de debates, simposios, reflexión colectiva y tomas de temperatura
- promover y decantar posiciones profesionales colectivas
- señalar caminos de innovación con una prospectiva que permita la anticipación de la ingeniería en el proceso social
- potenciar su influencia como grupo de presión
- dar soporte teórico y práctico a la apertura e internacionalización de la profesión
- fomentar la concepción integral de la profesión, con el cultivo de los vínculos entre ingeniería y cultura en el actual contexto complejo y pluridisciplinar.

Su **estructura** se estableció a partir de una asamblea o grupo amplio de unos quince a veinte profesionales de reconocido criterio y seleccionados, no tanto por su especialidad tecnológica, como por sus reconocidos criterio, amplitud de miras y capacidad de afrontar diferentes disciplinas. Su función es criticar, debatir, precisar y priorizar los contenidos de temas y documentos que se elevarán al Patronato y a la Opinión Pública, como reflexión del colectivo profesional.

Dentro de ese amplio grupo que se reunirá cada dos meses, una junta de cinco o seis personas lo hará más frecuentemente para proponer los temas, solicitar los estudios previos y preparar los documentos de síntesis para su examen por la asamblea. Para ello contarán con una pequeña célula de apoyo formada por un director-gestor y dos ayudantes-becarios, cuyo perfil y funciones se irán precisando según demande el funcionamiento del ThinkHub.

Metodología-Términos de referencia

Con objeto de ayudar en la elaboración de ideas y propuestas para el debate, el THINK HUB CAMINOS va a encargar a profesionales expertos en las materias correspondientes, ciertos documentos de trabajo. Dichos Documentos deben seguir estos Términos de Referencia Generales:

Se trata de Documentos Introdutorios en cada Tema que contengan al menos:

- La definición de sus elementos constitutivos centrales
- Los factores que frenan e impulsan su evolución
- Los Centros de I+D, y referencias clave, que se propone para contactar
- Los efectos generales en la creación/adaptación de la infraestructura física
- Los efectos en el territorio a nivel de prospectiva general: Sostenibilidad social, económica y medioambiental
- Las Necesidades de gestión que se generan
- Una Prospección de Hitos futuros

Al ser documentos introductorios, se trata de documentos de trabajo para el THINK HUB CAMINOS, para a partir de ellos obtener una visión actualizada del tema de que se trate, y organizar la reflexión y los debates internos y externos a los que se podrá convocar a los redactores.

Por tanto, se trata de presentar los contenidos sintéticos, sin afán de cerrar los temas, ni de exhaustividad, ni pretensiones de publicación.

Para cada Tema se elaborarán unos Términos de Referencia Específicos.

A efectos de mantener la dinámica del trabajo los documentos se presentaran a los dos meses de acordado el encargo.

Formalmente los documentos no tendrán más de 20 páginas más gráficos y fotos si son necesarios.

Los redactores de los documentos, profesionales expertos en la materia, se seleccionarán entre empresas de ingeniería, constructoras y proveedores, y centros de investigación universitarios, de la industria correspondiente.

Metodología – Entrega y Publicación

En síntesis, el proceso de debate y aprobación de los temas tratados por el ThinkHub es el siguiente.

Los documentos de los expertos son recibidos y repartidos entre los miembros de la Junta, que realizan una primera lectura con sus autores para valorar si se ajusta a los requisitos del encargo y solicitarle que, en caso contrario, introduzca los cambios necesarios. No se trata de correcciones, sino de ajustes de enfoque y longitud a realizar por el autor del documento.

En general, suele tratarse de acortar los documentos presentados para que la versión final se aproxime a las tres mil palabras establecidas como estándar. Esta labor suele requerir dos o tres semanas y, según la experiencia acumulada, los autores quedan más satisfechos con la versión acortada que con la inicial.

En la siguiente reunión mensual, la Junta examina los nuevos documentos y decide si se presentan al pleno del ThinkHub. En caso de que no se requieran correcciones adicionales, el documento es editado en el formato definitivo y enviado a los miembros del pleno para ser discutido en la siguiente de sus reuniones bimensuales. Si no hay consenso, el autor se hace cargo de nuevo del documento y procura modificarlo de acuerdo con los términos de la discusión o con los criterios marcados por la Junta.

El formato elegido para los documentos es flexible. De acuerdo con el autor, el título se adecúa a la línea de trabajo del ThinkHub, evitando reiteraciones y subrayando matices con un subtítulo. También recibe un número correlativo de formato THxx, y se añaden ‘ladillos’ o pequeños epígrafes situados al margen para facilitar una idea de su contenido. En principio, la sucesión de ladillos es algo similar a una enumeración de los temas tratados aunque, en ocasiones, construye un verdadero resumen del contenido.

Nuestra experiencia con las figuras es ambivalente. Por un lado, parecen deseables por su capacidad de sintetizar, datos, esquemas o tendencias. Por otro, la potencia de los textos bien escritos las convierte, a veces, en innecesarias o las otorga un carácter trivial sin que consigan mejorar lo escrito. Sin embargo, su carencia hace más ardua la lectura de los textos, de manera que no nos ha resultado fácil ponernos de acuerdo sobre su conveniencia.

Los documentos son enviados a los miembros del ThinkHub, para ser debatidos en las reuniones plenarias. Las modificaciones y correcciones son anotadas y el texto es alterado para que refleje la opinión conjunta de sus miembros. Esta labor es realizada por alguno de los componentes de la Junta y, si supone cambios profundos, remitida informalmente a otros miembros de la Junta para consensuar el texto resultante. En caso contrario, el documento es simplemente retocado y se convierte en definitivo.

Los documentos definitivos son entonces remitidos al Presidente de la Fundación Caminos, con copia al Vicepresidente y al Secretario General, para que cuando lo considere oportuno los envíe a su vez a los Patronos. Cuando eso ocurre, el ThinkHub envía una copia al Director de la Revista de Obras Públicas para su publicación.

Miembros del ThinkHub

Álamo, Carlos del*

Coello, Joaquín

Eisman, Julio

Esteban Chapapría, Vicent*

Fernández Lafuente, Franchis*

Gómez de Mendoza, Josefina

Lanza, César

Losada, Iñigo

Martín Jurado, Pedro

Otaola, Pablo*

Perales, Sara*

Serrano, Antonio*

Suárez, Benjamín

Trigueros, José

Vassallo, José Manuel

Patrono Comisionado

Aguiló, Miguel*

* Comisión ejecutiva.

Currículos en Pág. 77

Trabajo realizado

En principio, la temática a afrontar desde el ThinkHub se centró en tres grandes áreas de interés para la profesión de los Ingenieros de Caminos, señaladas por los Planes estratégicos elaborados por el Colegio: la ciudad, el cambio climático y las nuevas técnicas digitales. Un cuarto ámbito, referente a la energía, fue identificado en la anterior reunión del Patronato de la Fundación Caminos, celebrada el 17 de noviembre de 2017.

Para la **puesta en marcha** de este ThinkHub Caminos, se eligió un primer tema de estudio en torno a las *Implicaciones del Vehículo Autónomo*. Su interés surge del conjunto de nuevas posibilidades de utilización del automóvil y de su enorme repercusión en el terreno de juego de los ingenieros de caminos, más que de los cambios de los vehículos en sí mismos.

TH01-Una nueva
movilidad

El posible desarrollo de la conducción autónoma implica muchas cuestiones relativas al entorno del automóvil, a su sistema de propulsión, al intercambio de datos con las calles y vías de comunicación, a los sistemas de utilización compartida, al transporte público y a muchos otros temas de gran repercusión sobre la ciudad.

Se pidieron tres artículos previos y dos ponentes de la junta redactaron un primer borrador de síntesis, que fue debatido en mayo de 2017, unos días antes de la celebración del Patronato antes mencionado y fue posteriormente corregido para su discusión en la siguiente asamblea.

El esquema definitivo incluyó los siguientes apartados:

TH01-Una nueva movilidad, la llegada del vehículo autónomo

Una nueva movilidad. Cambios importantes e ineludibles. Autónomos, eléctricos y compartidos. Efectos inciertos sobre la movilidad. Transporte público, privado o híbrido. Ocio sin cansancio para los ocupantes. Invertir en calles y carreteras. Menos con-

ductores. Ventajas para la periferia, aumento de la dispersión. Una larga e híbrida implantación.

TH02-La disrupción tecnológica

Este primer tema suscitó la necesidad de tratar específicamente varias técnicas digitales, a menudo llamadas ‘disruptivas’, que han irrumpido en el escenario profesional demostrando una enorme capacidad de alterar las maneras tradicionales de ejercer la profesión en prácticamente todas las especialidades de la ingeniería civil. Se trataba de enunciar e introducir las principales técnicas y de añadir alguna reflexión suplementaria sobre su incidencia en el empleo y la competitividad, así como una anticipación de sus posibles plazos de implantación.

El esquema definitivo del segundo documento, quedó así:

TH02-La disrupción tecnológica.

La importancia y presencia del cambio. La aceleración del cambio. El problema del desempleo tecnológico. Las nuevas realidades. Pensamiento digital, disrupción e inmediatez. Nuevas realidades, nuevas demandas. La nueva forma en que la humanidad trabaja. En qué está ya presente la disrupción tecnológica. Máquinas que replican tareas. a) Inteligencia Artificial (IA), robótica y big data. Datos y análisis. b) Internet de las cosas (IoT). La nueva conectividad. El vehículo autónomo. La gran batalla. Blockchain, impresión 3D y 4D y otras tecnologías. Nuevas garantías en transacciones. Materiales que cambian su forma. Una nueva fórmula, el trabajo colaborativo. El necesario apoyo de la ingeniería. Necesidad de los datos. Inteligencia artificial e ingeniería. Las implicaciones en la economía y el mercado de trabajo. Efectos en la competitividad y en el empleo. ¿Qué plazo tenemos? En un plazo muy corto.

TH03-Los servicios climáticos

El tercer tema abordado se dirigió directamente a las posibles oportunidades de trabajo profesional que genera la coincidencia en el tiempo del Cambio Climático junto a la disponibilidad de

nuevas bases de datos y nuevas técnicas digitales para su tratamiento.

El esquema-resumen del tercer documento resultó ser:

TH03-Los servicios climáticos: una oportunidad para la Ingeniería Civil.

Los servicios climáticos: del acceso a las bases masivas de datos a la generación de información útil. Al aumentar la disponibilidad de datos, los Ingenieros pueden reducir incertidumbres e inseguridades de su quehacer. El reto de convertir las bases de datos en información útil. Aunque hay progresos, el dominio de los datos solo se logrará desde el contexto y la tecnología de Ingeniería Civil, generando especialistas en Servicios Climáticos. Servicios Climáticos e Ingeniería Civil. La Ingeniería depende de la información climática y los nuevos datos permiten generar nuevos servicios, muy eficientes y de gran impacto en otros sectores. Copernicus: La mirada de Europa sobre la Tierra. Para ofrecerlos, el ingeniero ha de implicarse en el manejo del ingente volumen de datos digitales hoy disponible y aplicar la minería de datos y otras técnicas, para sacar patrones y ver anomalías entre grandes volúmenes de datos. Información climática y ciclo de vida de las Obras Públicas. Durante todas las fases de su vida útil, la Obra Pública está vinculada estrechamente a los datos climáticos y su manejo y funcionalidad dependen de predicciones, que la nueva irregularidad exige sean más precisas. Los servicios climáticos en la ingeniería de costas y puertos. En puertos y costas se ha integrado mejor la información de largas series de datos del estado del mar, gracias a la minería y mapeado de los datos, para mejorar la construcción y mantenimiento de las obras, y para la gestión posterior de los riesgos a largo plazo. El camino hacia la implantación. Nuevos datos y técnicas proporcionan oportunidades, pero es necesario preparar la transición, planeando un esfuerzo colaborativo de la profesión.

TH04-Aire y agua
en la ciudad

El cuarto tema a tratar implicaba directamente a la ciudad, en particular a la incidencia del cambio climático en la calidad del agua y del aire. Al abordarlo, se puso de manifiesto la gran importancia de las emisiones de gases por los motores de combustión y los obligados cambios que su tratamiento implicará sobre la movilidad. Por ello se decidió dividir el documento en dos, uno dedicado al tema inicial y otro a la lucha contra la contaminación y su incidencia en la movilidad.

Como resultado de ello, el resumen del cuarto documento es:

TH04-Aire y agua en la ciudad, frente a un clima más extremo e irregular

Aire y agua en la ciudad. Más ciudades y cada vez más grandes producen una concentración que deteriora el aire y el agua, y esos daños se agravan por un clima extremo e irregular, pues aguaceros y vendavales no quitan el daño de sequías y calmas sino que generan daños crónicos y accidentes a menudo fatales, en el agua, los seres vivos, las obras públicas y los edificios, de mayor gravedad en la ciudad que en el campo. Los ingenieros deben ser agentes relevantes, e involucrarse en la mitigación de impactos, como profesionales, por su formación, competencia, capacidad digital y liderazgo.

TH05- Moverse
en la gran ciudad

Por su parte, el documento centrado en los cambios que producirá la lucha contra la contaminación en la movilidad y en el transporte público, quedó con el siguiente resumen:

TH05- Moverse en la gran ciudad. Un derecho a salvaguardar en la lucha contra la contaminación

Hay que mitigar la contaminación, sin limitar la movilidad, ni el crecimiento de la ciudad, que es gobernado por el transporte. Prohibir los viajes aumentaría la desigualdad, pero debemos cambiar el uso del coche, eliminar sus emisiones y mejorar el transporte público, con estaciones y prestaciones más eficientes de Metro y ferrocarril, corredores dedicados al transporte público de superficie, y una gestión público-privada de oferta y

demanda más tecnológica. En zonas poco accesibles, el automóvil es indispensable, pero debe usarse de otra manera y conectarse con el transporte público. Limitar su uso no debe retrasar el objetivo de ‘cero emisiones’, eliminando primero el diésel y luego los motores de combustión, para generalizar los vehículos eléctricos públicos y privados. Es urgente regular el suministro eléctrico y empezar a construir la red, empezando por la ciudad, donde la contaminación es más grave.

Además, de estos documentos, cuyo texto completo se incluye en los siguientes capítulos, está en elaboración un sexto documento sobre Energía. Tras varias reuniones preliminares, se identificaron varios temas concretos de interés en este ámbito y se decidió empezar con la energía distribuida. Hay un primer documento inicial, ya analizado en una reunión de la Junta celebrada a finales de abril, que está siendo modificada por su autor para debatirse en el pleno del ThinkHub que se celebrará el próximo mes de julio. El esquema provisional de ese sexto documento es:

TH06- La generación distribuida (esquema provisional)

TH06- La generación distribuida (esquema provisional)

Objeto. El sector eléctrico tradicional. De dónde venimos y dónde estamos. Nuevo entorno del sector eléctrico. Las tecnologías disruptivas. Retos; Descarbonizar, Digitalizar Descentralizar. Pero también: Disrupción y Democratización. Producir la electricidad donde se va a consumir representa importantes ventajas. En los sistemas residenciales hay margen de reducción de “otros costes blandos”. Existen grandes diferencias de precio entre mercados nacionales. Existen diversas modalidades de autoconsumo. Almacenamiento distribuido. Almacenar energía para ponerla a disposición del sistema eléctrico cuando la necesite. Movilidad eléctrica. Gestión de la demanda. Agregadores y nuevos modelos de negocio. La energía inteligente se basa en: Generación distribuida, agregación, y gestión de la demanda. Resiliencia. Los fenómenos atmosféricos adversos son más extremos y frecuentes. Las minirredes con generación distribuida

aumentan la resiliencia. El mundo en desarrollo. Confluencia de tecnologías. Conclusiones.

Tras el informe sobre la transición energética elaborado por la comisión de expertos, el debate sobre la energía adquiere nuevos perfiles y se segmentará. Ello hace previsible una mayor reflexión y una serie de nuevos documentos sobre energía.

Jornadas y Difusión

Desde el primer momento se hizo patente el interés suscitado por los documentos mencionados en los profesionales relacionados con esa área temática, tanto ingenieros de caminos como de otras ramas de la ingeniería y otras profesiones. Para explotar ese interés y afianzar la presencia de la Fundación Caminos como interlocutor interesado en esos temas, se decidió organizar una primera jornada técnica de debate sobre el vehículo autónomo.

El programa de esa jornada, que se incluye después de los documentos en la página 75, fue elaborado y coordinado por los autores del primer texto de base, utilizado para elaborar el documento TH01. Su esquema consistió en una explicación inicial del documento, realizada por los coordinadores, seguida de dos mesas redondas formadas por profesionales del sector, que analizaron el impacto del vehículo autónomo. La primera se ocupó del impacto en la ciudad y su movilidad y la segunda de la carretera, el vehículo y los sistemas de comunicación.

La proyección del interés de la Fundación por el tema del documento se hace más potente y visible con la realización de jornada, gracias a la intervención de otros profesionales del sector. El hecho de que las instituciones y las empresas comenten el documento y debatan sobre sus conclusiones es tremendamente eficaz para asentar su impacto.

De hecho, el que haya un documento suficientemente elaborado como eje de la Jornada otorga densidad a las intervenciones de las empresas e instituciones participantes. Pues éstas se ven obligadas a referirse al documento y van más allá de la dispersa práctica habitual de que cada uno hable de lo suyo.

Recíprocamente, la celebración de jornadas de este tipo proporciona nuevos motivos para sucesivos documentos sobre temas relacionados, consolidando las áreas de interés. En el caso concreto del Vehículo autónomo –en general y con una

cierta amplitud, de la movilidad urbana- sirvió para espolpear el posterior documento TH05 y una nueva jornada en octubre.

Por su parte, el documento TH03-Servicios climáticos ha dado pie para organizar una jornada sobre el tema, a celebrar después del verano, que será coordinada por el autor del texto de partida para el documento. En principio, este maridaje entre jornadas y documentos parece prometedor, aunque obliga a los colaboradores del ThinkHub a realizar gran cantidad de trabajo.

En paralelo a todo ello, está previsto publicar íntegramente todas las intervenciones de las jornadas en números extraordinarios de la Revista de Obras Públicas.



ThinkHub

Fundación
Caminos

Junio 2017

TH01-Una nueva movilidad, la llegada del vehículo autónomo

El vehículo autónomo ha impulsado un proceso de innovación que va mucho más allá de la evolución tecnológica, afectando directamente a la economía, el territorio y la sociedad. Las consecuencias de su implantación son prometedoras a la vez que inciertas. Están abiertos interrogantes clave como la incidencia del vehículo autónomo en el consumo de energía, el empleo y la ordenación del territorio; así como la manera en que las personas asumirán el cambio y a qué velocidad se producirá la transición. Esas incertidumbres han generado una enorme inversión en investigación de fabricantes, sistemas y regulación.

Al margen de estos interrogantes, es cierto que -de un modo o de otro, antes o después, pero, en cualquier caso, de manera ineludible-, se van a producir importantes cambios que no se deben ignorar. Cuanto mejor se esté preparado, mejor se podrán acometer los retos y aprovechar las oportunidades, tanto en la propia movilidad como sobre los efectos negativos del modelo actual de transporte, acelerando, por ejemplo, su obligada descarbonización. El vehículo autónomo abre innumerables oportunidades para la ingeniería civil -especialmente en

Cambios
importantes e
ineludibles

cuanto al equipamiento de las vías de comunicación y a la planificación y coordinación de la movilidad-, con implicaciones para el transporte de personas y mercancías, las ciudades y el territorio, la seguridad vial, el mercado de trabajo, el consumo energético y la regulación.

Nuevas y constantes mejoras en las características de los vehículos, como sistemas de propulsión y guiado, han devenido en una automatización cada vez mayor. A ello se une el proceso de digitalización y el cambio de usos, sobre todo de los privados. Los cambios en las demandas sociales son verdaderamente notables y veloces. El vehículo eléctrico, el compartido o el autónomo, son nuevos modelos y formas.

Autónomos,
eléctricos y
compartidos

Los vehículos autónomos se caracterizan por su capacidad para desplazarse de manera independiente debido a que disponen de un conjunto de herramientas, como el láser, radar, sistema de posicionamiento global y visión artificial, para percibir su entorno y tomar decisiones en consecuencia. Desaparecerán algunas limitaciones de movilidad por dificultades para conducir físicas o de edad, y se producirán numerosos cambios en el transporte y la movilidad. Tal y como ha ocurrido con la mayoría de los cambios tecnológicos, la revolución no está tanto en el desarrollo tecnológico en sí, como en sus implicaciones en el modo en que la sociedad y las personas se organizan, se relacionan y entienden su vida.

Casi con toda probabilidad, la mayoría de los vehículos autónomos del futuro serán vehículos eléctricos. Además, incorporarán combinaciones de tecnologías y técnicas innovadoras ya disponibles de detección del entorno, que permitirán la conducción con niveles de automatización crecientes, en un único vehículo o con varios encadenados, con sistemas avanzados de propulsión con fuentes de energía alternativas, de organización de viajes compartidos, de aparcamiento automatizado..., todo ello controlado cada vez más de manera digital. Los vehículos autónomos podrán comunicarse con otros vehículos de su en-

torno y con el viario y reaccionar a raíz de protocolos preestablecidos. En consecuencia, no se trata solamente de un vehículo “conectado”, sino de un vehículo cooperativo (con el entorno, la meteorología...) Todo ello hará seguramente necesaria la existencia de nuevos centros de control o sistemas de organización remota.

En cuanto a la movilidad, los vehículos autónomos plantean cuatro cuestiones: a) si los kilómetros recorridos por los vehículos aumentarán o no; b) cuáles serán los efectos en la capacidad de las carreteras y la congestión; c) qué ocurrirá en la competencia con el transporte público, tanto en el ámbito urbano como interurbano; y finalmente, d) qué efectos tendrán en la seguridad viaria y la protección frente a incidentes.

La mayoría de estudios afirman que el vehículo autónomo implicará un crecimiento de la movilidad medida en vehículos x km. Los costes del transporte por viaje serán inferiores, lo que incrementará la demanda de movilidad tanto de personas como de mercancías. En segundo lugar, personas que antes no podían conducir podrán usar un vehículo. Los vehículos autónomos llevarán a cabo también recorridos en vacío. La posibilidad de emplear el tiempo disponible en el vehículo para ocio, trabajo, etc. supondrá una menor resistencia a viajar.

Efectos inciertos sobre la movilidad

El volumen de tráfico en cada tramo definirá automáticamente el intervalo entre vehículos y su velocidad, mejorando la capacidad del viario. Las innovaciones introducidas por el vehículo autónomo respecto a la conducción manual hacen previsible un considerable aumento de la capacidad de las carreteras, lo que implicaría la posibilidad de acomodar un flujo mayor de vehículos antes de llegar a la congestión. La propia automatización del vehículo, además, permitirá una mejor elección de rutas y una mayor información a los usuarios sobre el momento adecuado en que comenzar su viaje.

Por contra, se considera que cuando un pasajero no conduce está menos dispuesto a admitir aceleraciones y frenados brus-

cos, lo que condicionaría la posibilidad del vehículo de poder hacer maniobras forzadas, limitando la capacidad del viario, especialmente en ámbitos urbanos. El balance final del número de vehículos en el viario por unidad de tiempo, esto es, el volumen de tráfico, es incierto debido a los viajes en vacío y a otras incertidumbres.

Es muy posible que la conducción autónoma suponga un impacto muy importante en el transporte público. Cuando los altos niveles de automatización estén disponibles a costes razonables, aparecerá el concepto de taxi autónomo, que será un híbrido entre el transporte privado y el transporte público. Pero hay dos aspectos que van a influir de manera determinante en la competencia entre ambos: a) las personas que no conducen van a tener un acceso mucho más sencillo a un vehículo y b) el vehículo particular se va a hacer mucho más económico que ahora.

El coste de adquisición de un vehículo autónomo será superior al de un vehículo convencional, pero el coste por kilómetro de usar un vehículo autónomo se va a reducir muy considerablemente debido fundamentalmente a que: primero, el vehículo estará parado menos tiempo, lo que reducirá su coste de depreciación por kilómetro; segundo, la conducción autónoma limitará considerablemente el consumo de combustible; tercero, la menor siniestralidad podrá reducir también el coste de los seguros; y, finalmente, el coste laboral del conductor será inexistente.

En la medida en que el transporte público utilice adecuadamente su capacidad disponible siempre será más eficiente que el vehículo privado. En rutas con débil demanda el transporte público será menos competitivo frente al vehículo autónomo, que además tiene la ventaja, frente al transporte público masivo, de ofrecer servicios puerta a puerta. Así, parece previsible que el transporte público masivo se quede reducido a líneas con elevada demanda de tráfico -entre grandes ciudades con mucha po-

blación o en áreas urbanas muy densas- en las que se pueda aprovechar su capacidad manteniendo frecuencias atractivas.

Finalmente hay que señalar que la conducción autónoma surge como una de las mayores promesas para mejorar la seguridad viaria, aunque de manera general se admite que seguirá habiendo accidentes. Otros modos de transporte que han incorporado, ya a día de hoy, sistemas de automatización mayores a los de la carretera, como es el caso del transporte por ferrocarril o del transporte aéreo, han visto reducidos sustancialmente los accidentes. Los vehículos autónomos disminuirán sustancialmente el impacto del factor humano en la seguridad viaria al evitarse los riesgos del cansancio, la distracción o el consumo de alcohol, que son los tres factores responsables de casi la mitad de los accidentes que se producen en las carreteras de los países desarrollados.

Ocio sin
cansancio para
los ocupantes

No cabe duda de que se van a poder reducir las limitaciones regulatorias (permiso de conducción, multas,...) y físicas de los pasajeros (personas de edad, niños, inválidos...). Durante los viajes los pasajeros podrán dedicar su atención a lo que deseen (trabajar, leer,...) reduciéndose la fricción de la distancia/tiempo que han supuesto, salvo en el ferrocarril, tiempos muertos. En consecuencia, aumentará la productividad y la disponibilidad de tiempo de ocio. Un vehículo autónomo, por el mayor equipamiento a bordo, tendrá un coste de adquisición superior a los vehículos convencionales, si bien este sobrecoste será decreciente y fácilmente compensado por los ahorros en costes de operación respecto al vehículo convencional.

El vehículo autónomo de alquiler por uso, y con la posibilidad de ser compartido, hará innecesaria su propiedad privada, por lo que cabe esperar que el parque total se reducirá. Según los expertos solo serán necesarios uno de cada tres vehículos actuales. Existirán empresas propietarias de flotas de servicio público, a partir de las cuales el vehículo autónomo aparecerá en poco tiempo allí donde se demande, y pasará a ocupar una po-

sición intermedia entre el vehículo privado con conductor y el transporte colectivo. Con ello, el concepto actual de aparcar y del aparcamiento cambiará al no ser de propiedad, incluso con la eliminación de la necesidad de aparcar puesto que será también una operación automática, quizá sin pasajeros, y se reducirán los espacios dedicados a aparcamiento y estacionamientos.

Invertir en calles y
carreteras

Parece evidente que serán necesarios cambios en el viario, tanto en equipamientos como en sus condiciones de uso y regulación, que serán de distinta naturaleza según sea urbano o interurbano. Así, la señalización horizontal, pintura de guiado y su mantenimiento, la señalización vertical, los equipos y sensores, los paneles de información variable y su mantenimiento. Se deberá acometer la nueva evaluación de la capacidad viaria y de su gestión y muy probablemente el establecimiento de carriles gestionados segregados, especialmente durante el periodo de transición o de coexistencia de vehículos autónomos y tradicionales.

A nivel de las ciudades se deberán reasignar nuevos espacios de aparcamiento en lugares urbanísticamente adecuados para el almacenamiento de flotas. La distribución de mercancías en las ciudades es también otra actividad que se transformará y producirá cambios en las ciudades. Debido a la agilidad en los procesos económicos de decisión empresarial, el automatismo llegará antes al transporte colectivo (carriles Solo Bus, Bus Rapid Transit,..), incluso al transporte pesado por carretera. El vehículo autónomo pesado se integrará con el creciente automatismo de la manipulación de la carga y en particular con los sistemas que ya operan, por ejemplo, con los contenedores en los puertos y las terminales logísticas.

Menos
conductores

La irrupción del vehículo autónomo tendrá un impacto importante en la competitividad y en el empleo. La principal consecuencia en la competitividad vendrá derivada de dos aspectos: la reducción de los costes del transporte y la ya comentada posibilidad de emplear el tiempo para otras actividades mientras se

viaja. Se producirán implicaciones en el empleo por la reducción de conductores de flotas empresariales y de taxis, y en autoescuelas, a cambio de nuevos empleos en la creación de redes y centros de control y en la gestión de los mismos y de las flotas. El sector de mantenimiento del viario y de las flotas, sin embargo, no deberá registrar cambios en el número de empleos, que será prácticamente equivalente.

La mayor conciencia medioambiental está llevando a que la investigación en el ámbito de la automoción se dirija hacia la búsqueda de nuevos mecanismos de propulsión que contaminen lo menos posible. De ellos, el que más importancia ha adquirido es el vehículo eléctrico, cuya comercialización y venta se está extendiendo en los últimos años en los países desarrollados. Con todo, el resultado final del consumo energético total es incierto, ya que dependerá del equilibrio de dos fuerzas contrapuestas: el previsible incremento de la movilidad que hará crecer el consumo de energía; y la mayor eficiencia energética de la conducción inteligente desde varios puntos de vista.

El abaratamiento del transporte redundará en una mayor competitividad de las regiones periféricas y una mayor actividad del sector turístico. El vehículo autónomo generará también una importante actividad de investigación y desarrollo en múltiples aspectos, como protocolos de comunicación, software de control, sensorización, etc.

Ventajas para la periferia, aumento de la dispersión

La aparición de los medios de transporte motorizados dio lugar a un cambio radical en la forma de las ciudades, que hasta entonces habían sido muy compactas, pasando a extenderse alrededor de las vías de acceso al centro urbano. La dispersión de las áreas habitadas ha sido criticada en los últimos años por los problemas de segregación, congestión, consumo de energía y falta de calidad en el medioambiente urbano que ha generado. El vehículo autónomo incrementará esa dispersión, mejorará la accesibilidad a los pequeños núcleos de población y facilitará la movilidad en el ámbito rural. Habrá cambios importantes de to-

Una larga
e híbrida
implantación

do tipo en entornos urbanos, por ejemplo, en los espacios viarios, que podrán ser reutilizados, así como los espacios de aparcamiento obsoleto y la gestión de búsqueda de aparcamiento privado.

Sin duda se tratará de un proceso transitorio más o menos largo según los mercados, durante el cual los vehículos con automatismo creciente coexistirán con otros vehículos convencionales y sistemas de comunicaciones incompletos. El grado de implantación dependerá del desarrollo complementario de los siguientes factores: a) desarrollo de los aspectos organizativos y regulatorios; b) procesos de autorizaciones legales; c) certificación de vehículos, sistemas y viario, y d) adaptación de los seguros a las nuevas responsabilidades.

Existen aspectos a garantizar, como el desarrollo de las redes de comunicación adecuadas y protegidas ante posibles ataques informáticos. Otros apuntan a las diferencias de disposición y los cambios de objetivos de la industria del automóvil, los lobbies, el mercado bursátil y financiero, así como a la posición de los transportistas por carretera y de las empresas con flotas de reparto. La necesidad de nueva regulación se hace patente con la aparición/evolución de las empresas de servicios y la modernización de las prestaciones de servicios de transporte.

Prospectivamente los expertos indican que en el año 2040 los Vehículos Autónomos representarán un 30% de la flota total, un 40% de los vehículos x km recorridos y un 50% de las ventas, alcanzando su periodo de madurez total en el año 2050, cuando el uso del vehículo autónomo será la práctica generalizada.

Las acciones a considerar serán numerosas. Parece necesario promover la colaboración entre las empresas de automoción, los responsables del viario, del tráfico, de las comunicaciones, y del sector de los seguros, asegurar la interoperabilidad sin fronteras, entre otras. El periodo de implantación se estima en estos momentos en unos 25 años y es imprescindible gestionarlo. Incluso se puede plantear una moratoria en las grandes inver-

siones ligadas al vehículo convencional y al ferrocarril de mercancías.

Dado que la mejor forma de predecir el futuro es creándolo, los ingenieros de caminos tienen claros campos de actuación en este proceso, desde la planificación, el proyecto, construcción y el mantenimiento de obras y equipamientos asociados al proceso, la gestión del tráfico y las flotas, el urbanismo, la regulación a aplicar elevando a norma los procesos empresariales coadyuvantes, la definición de estándares en las comunicaciones, redes, centros, vehículos, viario, protocolo. Deberán estar atentos.



Fundación
Caminos

ThinkHub

Febrero 2018

TH02-La disrupción tecnológica

La importancia y presencia del cambio

Las innovaciones tecnológicas crecen a un ritmo acelerado. La ingeniería, la producción, el consumo, los modelos empresariales y de negocios están cambiando hacia fórmulas nuevas. Hoy día, siete de las ocho empresas de mayor valor en el mundo son tecnológicas y continuamente se crean nuevas empresas disruptoras. El aumento extraordinario de la capacidad de procesar datos y el empleo de algoritmos avanzados que permiten tratarlos, está acelerando la disrupción tecnológica. A ello ayuda la popularización de internet (que llega ya a más de la mitad de la población mundial y cuyo coste se ha reducido), el uso de los *smartphones* y su capacidad de acceso a información, y los sensores capaces de conectar a internet cualquier instrumento.

La aceleración de
cambio

Las grandes bases de datos, los sistemas automáticos de recogida continua de información, la instrumentación digital de alta resolución, los nuevos sensores remotos, los sistemas de información geográfica, los potentes ordenadores, etc. Son elementos que permiten nuevas formas de abordar y plantear el trabajo en ingeniería civil relativo a la modelación, diseño, planificación y gestión de los sistemas. Y, sin duda, van a afectar de forma

decisiva a la ingeniería futura y al campo laboral porque la disrupción tecnológica transforma el mercado laboral, destruyendo puestos de trabajos y, a la vez, creando otros y nuevas oportunidades. La educación adquiere en ese contexto un protagonismo extraordinario en la medida que es instrumento de adaptación.

El problema del
desempleo tecnol-
ógico

La ingeniería civil ha realizado su actividad durante muchos años acompañando a la tecnología y a los nuevos modelos de gestión. Ahora se enfrenta a nuevos productos digitales muy competitivos y que constituyen una realidad contrastada que está impulsando la creación de riqueza y empleo. Las empresas del *software* y digitales han desarrollado marcos de referencia y metodologías de gestión ágiles, especialmente útiles para desarrollar la actividad en entornos complejos, con equipos multidisciplinares que se organizan con gran autonomía, donde se necesita tener resultados pronto, los requisitos no están bien definidos o sufren cambios importantes durante la ejecución de los proyectos y donde la innovación, competitividad, flexibilidad y la productividad son fundamentales.

Las nuevas realidades

Pensamiento
digital, disrupción
e inmediatez

Las nuevas demandas de la sociedad -especialmente las relativas a la movilidad, la sostenibilidad, calidad de vida, adaptaciones al cambio climático, etc.-, tienen una naturaleza y complejidad que las hace estar muy condicionadas para la aplicación de la metodología científica convencional. La observación y los modelos que de ellas se derivan se exigen para ser eficientes con las nuevas tecnologías. La información disponible es tan elevada y pertinente (procedente de centros globales de información específica muy competentes) que recomienda superar los métodos clásicos y utilizar nuevos instrumentos: *big data*, realidad virtual y aumentada... Todo ello lleva a que muchas actividades profesionales (también la ingeniería) estén pasando de ser un ámbito profesional de toma de decisiones expertas con base en pocos datos, muy específicos y contextualizados, a

disponer de datos masivos de múltiples procedencias, significativos parcialmente todos ellos, y con calidades y cualidades diferentes (textos, imágenes, vídeos, etc.).

Así, se ha hecho preciso complementar los métodos y modelos tradicionales, e incluso reformularlos o aplicar la lógica difusa, que permite explotar la tolerancia a la imprecisión que ocurre en situaciones y problemas reales. La lógica difusa es de gran valor en situaciones donde: a) es prácticamente imposible tener un modelo que represente la complejidad adecuadamente o materializarlo cuando la información es insuficiente, b) muchos modelos requieren simplificar excesivamente el problema real dejando de representar con la fidelidad necesaria el contexto de interés, y c) la complejidad del fenómeno y de los modelos impide obtener soluciones con suficiente precisión, de forma rápida y con costes razonables.

Nuevas realidades, nuevas demandas

No es que los modelos tradicionales no sean necesarios y útiles, sino que simplemente pueden complementarse eficazmente. La creciente complicación de los fenómenos que es necesario tratar y de la actividad profesional a desarrollar, otorga cada vez más importancia a los dos postulados más básicos de las teorías de la complejidad: la complejidad de lo uno y la unicidad del todo. El hilo conductor de una ingeniería moderna ya no son las partes sino el todo, lo cual no quiere decir que las partes (mecánica de sólidos, suelos, de fluidos, ciencias de la tierra, de los materiales, etc.) no sean importantes y deban evolucionar incorporando aquellos avances científicos y tecnológicos más pertinentes, que permitan integrarlas en la visión totalizadora de su objeto de estudio.

Se han implantado los equipos multidisciplinares, buscando mayor productividad y eficiencia en un contexto cada vez más complejo e incierto, tanto desde el punto de vista económico y productivo, como social y ambiental. Los cambios afectan hoy principalmente a un todo que es cada día mucho más amplio, interrelacionado, complejo y diverso, de forma que la compe-

La nueva forma en que la humanidad trabaja

tencia profesional ya no se puede alcanzar uniendo (ni adicionando, ni integrando) las partes que han sido señas de identidad profesional. El cambio tecnológico tiene un gran impacto en todo el mundo, que se visualiza principalmente en las áreas económicas: a) crecimiento; b) productividad; c) inversión, y d) empleo. Por ello se afirma que la disrupción tecnológica tendrá grandes influencias, no sólo en la industria, sino también en la forma en que la humanidad trabaja y descansa, ambientales (huella ecológica y de carbono, sostenibilidad) y sociales (consumo, control social...).

En qué está ya presente la disrupción tecnológica

Máquinas que replican tareas

La disrupción tecnológica está suponiendo la digitalización de los procesos o de las cadenas de valor a partir de la idea de utilizar las tecnologías de comunicación para implementar, integrar o hibridar diferentes procesos de ingeniería y negocio, permitiendo que la planificación, gestión y producción opere de una manera eficiente y flexible con bajos costos y alta calidad. Las tres tecnologías esenciales que se consideran son: a) la inteligencia artificial (IA) y derivadas; b) internet de las cosas (IoT), y c) el vehículo autónomo. Otras importantes son *blockchain*, la energía distribuida, inteligencia compartida en sistemas abiertos y la impresión 3D y 4D.

a) Inteligencia Artificial (IA), robótica y *big data*

Datos y análisis

La IA es la aplicación de sistemas computacionales en máquinas que permiten replicar tareas hasta ahora efectuadas por humanos. Se suele distinguir entre IA “general”, que intenta replicar la inteligencia humana, e IA “estrecha”, que comprende la optimización de tareas sencillas del día a día por parte de una máquina. Las variedades de IA comprenden desde la deducción, razonamiento y solución de problemas, la representación de conocimientos, la robótica (que incluye manipulación y movimiento), la planificación, el procesamiento del lenguaje, la percepción (visión artificial) y la inteligencia social, además de la

destacable “*machine learning*”, con las redes neuronales. La IA puede implementarse hoy con el uso de telefonía móvil. La robótica colaborativa está produciendo unidades cuyas capacidades están evolucionando de manera espectacular. Cada vez son más flexibles y autónomos y trabajan colaborativamente con los humanos.

La acumulación masiva de datos permite su análisis y procesamiento a través de la IA, facilitando la toma de decisiones, aunque también la IA es capaz de simular situaciones virtuales a partir de reglas básicas que generan conocimientos inductivos. El *big data* es un término que hace referencia a una cantidad enorme de datos tal que supera la capacidad del software convencional para ser capturados, administrados y procesados en tiempo razonable. Por ello se emplean diferentes métodos para su procesamiento, como por ejemplo la asociación, que trata de encontrar relaciones entre diferentes variables con un análisis causa-efecto para así poder realizar predicciones, el *data mining*, que utiliza procesos estadísticos para identificar patrones e igualmente producir predicciones, la agrupación (*clustering*) que divide grandes grupos de personas en colectivos menores, el análisis de textos, etc. Las tecnologías generan un gran volumen de datos e internet permite su transferencia y almacenamiento masivo, así como proporcionar nuevos e innovadores métodos de análisis y conocimientos al interpretarlos con inteligencia artificial en el contexto de una aplicación objetivo.

b) Internet de las cosas (IoT)

Se denomina así al mecanismo por el que sensores y transmisores están conectados por redes a sistemas informáticos y se comunican entre sí. Ello ha sido posible por el abaratamiento de los sensores y el acceso a internet. Estos sistemas permiten monitorizar y gestionar el estado y las acciones de objetos y seres vivos que estén conectados y aprender de dicha interconexión. Así, IoT consiste en dar inteligencia a los diferentes dispositivos enriqueciéndolos con la informática integrada y conec-

La nueva conectividad

tándolos, permitiendo que interactúen tanto localmente como centralizadamente, creando oportunidades para obtener conocimientos nuevos. Sus aplicaciones más claras son para el sector de la seguridad y del transporte, con la diagnosis preventiva de errores del vehículo, seguridad, información de rutas, etc., así como en la optimización de ciudades en temas, entre otros, de tráfico, seguridad, contaminación y gestión de recursos.

El vehículo autónomo

El vehículo conectado y autónomo no es más que la punta del iceberg de un conjunto de nuevos paradigmas técnicos, tecnológicos y sociales relacionados con la movilidad. Además de los beneficios más tópicos y típicos (siniestralidad, tiempos, optimización de uso, reducción de necesidades, contaminación o de recursos, etc.) supondrá una gran oportunidad para el transporte y los servicios relacionados, sobre todo para el transporte público de todo tipo (urbano, sanitario, etc.), y para las infraestructuras físicas e inteligentes que necesitarán las ciudades y el tráfico masivo, o las zonas rurales, la conexión más básica y el bienestar de las personas.

La gran batalla

El vehículo conectado autónomo no constituye sólo un reto tecnológico (5G y la demora en la propagación y transmisión de información en una red, latencia, por ejemplo), sino, y especialmente, un gran cambio en el acceso y utilización de los recursos y de los servicios públicos y privados que condicionará profundamente el comportamiento cotidiano de los ciudadanos. Hoy se registra una gran batalla entre Apple, Uber, Google a través de su filial Waymo, General Motors-Lyft, Ford, Tesla y Daimler por liderar el mercado del vehículo autónomo, estando ya desarrollado desde hace años en el campo del vehículo guiado.

Blockchain, impresión 3D y 4D y otras tecnologías

Nuevas garantías
en transacciones

Surgida a raíz del *bitcoin*, *Blockchain* ofrece una nueva manera de abordar la construcción de una base de datos. Efectivamente, se trata de una base de datos transaccional globalmente

compartida descentralizada que facilita transacciones e interacciones *peer-to-peer* sin la necesidad de ninguna autoridad de confianza u operador intermediario. Protegida criptográficamente, organizada en bloques hiperreplicados de transacciones relacionados entre sí matemáticamente, resiliente e inalterable, se podría convertir en una alternativa/sustitución de las actuales bases de datos donde los agentes concernidos (sensores incluidos) alimentarían la base de datos de manera automatizada quedando registro indeleble de estos inputs de la base de datos.

La impresión 3D y 4D son técnicas de fabricación para crear objetos imprimiendo capas de material (al principio plástico, pero ahora también metal y gel) a partir de modelos digitales. En la impresión 4D la cuarta dimensión es el tiempo y ello supone que los objetos impresos cambiarán su forma de forma autónoma y se autoensamblarán por su capacidad de memoria. Parece que las implicaciones más fuertes se producirán sobre la edificación (con el uso de materiales 4D para fachadas y techos que reaccionen a la luz y el calor), el comercio y el transporte (con mercancías que cambien de volumen), en el uso de infraestructuras que dispongan de tuberías programables y adaptables, etc. Ya se utiliza ampliamente para la disposición de piezas o instrumentos de mantenimiento.

Materiales que cambian su forma

La nube es un nuevo paradigma que permite almacenar información masiva y ofrecer servicios de computación a través de la red. Cada vez más las organizaciones comienzan a utilizar *software* (sin ser expertos en ello), y la nube les permite acceder, almacenar, recuperar y compartir datos desde cualquier lugar o dispositivo, lo que proporciona mayor libertad y flexibilidad en los entornos de trabajo. Los sistemas ciberfísicos conectados requieren conceptos y tecnologías fiables que garanticen la seguridad, privacidad y protección del conocimiento que de ellos derivan. Por ello son cruciales comunicaciones fiables y seguras.

La simulación se utiliza en muchas fases de ingeniería, y se generalizará y utilizará más sobretodo en procesos y operaciones de fabricación en planta. Proporciona datos en tiempo real para poder reflejar el mundo físico con un modelo virtual, incluyendo productos, máquinas y comportamientos humanos. La realidad virtual y aumentada convierte el entorno físico en digital creando objetos virtuales en tiempo real. El usuario aprende a solucionar problemas en un entorno virtual seguro, antes de hacerlo en el real.

Una nueva fórmula, el trabajo colaborativo

El trabajo en equipo no es suficiente en la nueva situación. El trabajo colaborativo en sistemas abiertos configura los equipos de manera flexible según los proyectos y promueve entornos de comunicación fluida, crea espacios en los que todos y cada uno de los profesionales que intervienen pueden expresar sus puntos de vista y aportar valor con sus propuestas, así como detectar nuevas oportunidades. Las instituciones y organismos del sector de la construcción y la edificación (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. El BIM forma parte de unas estrategias nuevas de trabajo colaborativo y digital, y constituye una primera manifestación en la práctica profesional de la ingeniería actual, interrelacionando los mundos ciber y físico con la simulación, estandarización y la automatización.

El necesario apoyo de la ingeniería

Los datos han servido siempre para la validación, la experimentación, la simulación, la planificación, el diseño, la gestión y cualquier otra actividad de la ingeniería. Son elemento sustancial a la hora de potenciar (en cantidad y calidad) la capacidad de razonamiento y la toma de decisiones. Se convierten, además, en fundamentales para buscar y extraer conocimientos nuevos, si bien siempre se plantean algunas preguntas: ¿qué datos son imprescindibles?; ¿cómo se pueden obtener?; o

¿cómo se pueden utilizar en un proyecto de ingeniería tradicional o disruptivo?

La mejor forma de encontrar una respuesta coherente con la situación es acudir a alguna de las propuestas operativas: simulación, estandarización, automatización y tecnología. Y todo ello desarrollado con un pensamiento digital y disruptivo en un contexto donde la inmediatez lo dirige todo. La simulación no es más que trasladar objetos reales al mundo virtual, donde se puede experimentar con ellos alterando las reglas de funcionamiento (multifísica) sin ningún riesgo físico. Lo que es nuevo es la disposición de muchos datos, que hoy día es abrumadora.

Necesidad de los
datos

La estandarización es la síntesis de las reglas de buenas prácticas. La automatización se consigue mediante el control de los objetos físicos a través de productos de software, integrando sensores y capacidades de comunicación inalámbricas. La modelización y simulación proporcionan datos masivos, la estandarización les da credibilidad y genera confianza y finalmente la automatización introduce la IA en la toma de decisiones. Y, en cualquier caso, todo ello gracias a la tecnología.

Los motivos por los que las herramientas propias de la IA constituyen instrumentos de apoyo a la labor de la ingeniería con un enorme potencial son:

Inteligencia artificial e ingeniería

- Están diseñadas para obtener un máximo partido de la estructura de hardware de los ordenadores.
- A diferencia de los métodos de programación algebraica y modelos lineales clásicos, no son excesivamente sensibles a los posibles fallos o errores en la información.
- Contemplan siempre distintas posibilidades, y son capaces de dar respuestas “probabilísticas”.
- Van mejorando con el tiempo, conforme se incrementan y mejoran las bases de datos, y conforme se ejecutan en diversas situaciones y contextos.

- Se pueden ir actualizando de forma sencilla conforme evoluciona la experiencia, sin afectar “formalmente” a la estructura de la información y de los programas. Por lo tanto, no tienen por qué quedarse obsoletos, sino más bien al contrario.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han introducido con éxito en diferentes ámbitos y para el acceso a las bases de datos nacionales e internacionales en distintas áreas de la ingeniería civil, y el acceso a la información en general. En otros campos quizás haya retraso en lo referente al conocimiento de la llamada “matemática blanda”, técnicas de “*data mining*” y conocimientos básicos de *hardware* y redes informáticas.

Las implicaciones en la economía y el mercado de trabajo

Efectos en la competitividad y en el empleo

La disrupción tecnológica tiene un impacto importante en la competitividad y en el empleo. Los impactos sobre diferentes sectores (seguros, gestión de activos y de patrimonios, el transporte, el sector inmobiliario, etc.) son y serán amplios. Los efectos sociales pueden centrarse en cuatro aspectos: a) la desaparición de trabajos y la creación de nuevos puestos; b) el crecimiento de la productividad; c) el impacto en la educación, y d) los efectos sobre la desigualdad. Las perspectivas de empleo para los años 2015-2020 estimadas en “*The future of jobs*” por el *World Economic Forum* indican que en arquitectura e ingeniería habrá una variación positiva de empleo evaluada en casi 340.000 nuevos empleos, si bien en el sector de la construcción y la extracción la variación será negativa y de casi 500.000 empleos. A pesar de los temores que cualquier cambio plantea en las personas, los beneficios, aunque repartidos desigualmente, alcanzan a toda la población. Se puede afirmar que los índices de calidad de vida (tasas de mortalidad infantil, de alfabetización, porcentajes de la población en situación de pobreza, etc.) han mejorado a lo largo de los últimos 100 años.

Las empresas muestran mayor resistencia al cambio tecnológico que las personas, lo que hace necesario que se transformen adaptándose al cliente mediante la transformación de modelos de negocio, de producto y la manera de trabajar, optimizando procesos utilizando las tecnologías y la automatización.

¿Qué plazo tenemos?

El denominado ciclo de expectación de Gartner indica en qué situación se encuentra una determinada tecnología y en cuántos años se prevé que alcance la que se denomina meseta de productividad, una vez ha sido lanzada y ha sobrepasado diferentes fases en el tiempo como son el pico de expectativas sobredimensionadas, el abismo de desilusión y la rampa de consolidación. La *machine learning*, principal derivada de la IA, y la IoT se espera que alcancen dicha meseta de productividad en un plazo de 2 a 5 años, *blockchain* en 5-10 años y la impresión en 4D en más de 10 años. Algunos trabajos han evaluado qué sectores se verán más afectados por la IA en los próximos cinco años. Así, han establecido cinco niveles de efectos previsible: nada, poco, moderadamente, amplio y grande. En los sectores de la energía, de la construcción y del transporte se registrará un amplio efecto.

En un plazo muy corto

Fuentes

De la Torre, I.; Torralba, L. (2017): “*La disrupción tecnológica ya está aquí*”. ARCANO. Disponible en: <https://research.arcanopartners.com/documentos> [Consultado 06-11-2017].

Suárez Arroyo, B. (2017): “La profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y el uso masivo de datos”

García Bartual, R. (2017): “Grandes bases de datos e ingeniería”

Navas, S. et al. (2017) “Análisis del riesgo de inundación mediante técnicas estadísticas avanzadas”. V Jornadas de Ingeniería del Agua. A Coruña.

Vázquez, R. et al. (2017) “IoT aplicado a los sistemas de agua urbana”. V Jornadas de Ingeniería del Agua. A Coruña.



Fundación
Caminos

Marzo 2018

ThinkHub

TH03-Los servicios climáticos: una oportunidad para la Ingeniería Civil

Del acceso a las bases masivas de datos a la generación de información útil

Tras los trabajos sobre el vehículo autónomo y la disrupción tecnológica, el ThinkHub Caminos, en su búsqueda de oportunidades para la ingeniería de caminos, analiza el nuevo concepto de “servicios climáticos” y su aplicación mediante la generación de información útil a partir del tratamiento de bases masivas de datos.

Al aumentar la disponibilidad de datos, los Ingenieros

Actualmente se vive en la sociedad un momento de expansión de la disponibilidad de datos, tanto por la creciente monitorización de la realidad, como por la posibilidad de difusión universal de la misma. Se cuenta, por tanto, con una nueva familia de plataformas y necesidades informativas, que crean oportunidades antes inexistentes.

La ingeniería civil no puede ni debe permanecer indiferente ante esta nueva revolución basada en la información. Muy especialmente cuando la mayor parte de su actividad se centra sobre el

pueden reducir incertidumbres e inseguridades de su quehacer

territorio, cada vez más monitorizado y, más aún, cuando la información adecuadamente gestionada puede llevar a una reducción notable de las incertidumbres, inseguridades y deficiencias asociadas al antiguo marco de uso, que se ha visto obligada a utilizar durante décadas.

El reto de convertir bases de datos en información útil

Aunque hay progresos, el dominio de los datos solo se

Sin embargo, y aunque en algunos sectores se han hecho importantes progresos, la ingeniería de caminos se encuentra lejos de conseguir el máximo aprovechamiento de este nuevo marco de trabajo. Esta situación se debe a varios motivos:

- Existe un cierto déficit de interés por parte de nuestros profesionales sobre la disponibilidad, género, características, heterogeneidad e incertidumbres asociadas a los datos existentes, así como sobre la existencia y accesibilidad a los proveedores de servicios de datos relevantes para nuestra actividad profesional. De igual modo, el conocimiento adquirido en nuestra formación sobre monitorización, sensórica y minería de datos es limitado.
- La necesidad de seleccionar de entre los datos disponibles, aquellos que realmente constituyan una información relevante y oportuna que permita reducir las incertidumbres, mejorar la eficiencia y seguridad o elevar la rentabilidad económica, requiere de un conocimiento contextual y una tecnología aplicada que difícilmente pueden ser generada por los usuarios últimos o por especialistas fuera del sector de la ingeniería civil.
- La transformación de estos datos en información aplicable se realiza muy a menudo a través de un proceso de des-escalado (downscaling) que proporciona al usuario la información para una ventana temporal y espacial que no coincide con la disponible en los datos fuente. Para ejecutar esta función se aplican técnicas que generalmente quedan lejos del conocimiento co-

logrará desde el contexto y la tecnología de Ingeniería Civil,

mún de los usuarios, aunque sus bases forman parte del corpus formativo de los ingenieros de caminos.

- Finamente, los procesos en que los datos existentes constituyen una información relevante con valor añadido presentan problemas de readaptación y monitorización continua. Eso requiere una supervisión y mantenimiento constantes, que a veces no depende de nuestro marco de actividad, como la información meteo/climatológica, pero sí en otros casos, como la monitorización de las Obras Hidráulicas durante su vida útil.

Las cuestiones anteriores llevan directamente a la necesidad de cubrir la demanda de especialistas dentro de nuestra profesión que sean capaces de generar productos y servicios específicos para su aplicación en nuestras actividades profesionales.

generando especialistas en Servicios Climáticos.

Servicios Climáticos e Ingeniería Civil

El clima y la meteorología es uno de los ámbitos en los que diferentes sectores de la sociedad demandan una gran cantidad de información y son altamente dependientes de la misma. Algunos de estos sectores son energía, agua, agricultura, transporte, salud, pesca, turismo, seguros, gestión de riesgos, adaptación y mitigación del cambio climático. Independientemente del hecho de que algunos de ellos están íntimamente ligados a la ingeniería civil, en general, nuestra profesión es altamente dependiente de la información meteorológica y climática.

La Ingeniería depende de la información climática,

Durante décadas, los servicios meteorológicos han generado, normalizado y distribuido información meteorológica y climática que ha sido obtenida tanto a través de observaciones como del desarrollo de modelos numéricos de procesos océano-atmosféricos. En general, esta información ha sido suministrada como un servicio genérico. Sin embargo, la generación de información ad-hoc dotaría de un alto valor añadido a administraciones públicas y empresas, incluidas aquellas que enmarcan su actividad en la ingeniería civil.

y los nuevos
datos permiten
generar nuevos
servicios,

Es en este contexto en el que aparece el concepto de servicios climáticos. Este concepto es relativamente reciente y como recoge AEMET, de acuerdo con la Comisión Europea, se define como *“la transformación de datos relacionados con el clima, conjuntamente con otra información relevante, en productos adaptados a las necesidades de explotación tales como: proyecciones, predicciones y tendencias; análisis, informes y dictámenes; análisis económicos, evaluaciones (incluidas evaluaciones tecnológicas) y buenas prácticas; desarrollo y propuesta de soluciones; y cualquier otro servicio relacionado con el clima que pueda ser útil para la sociedad en general”*. Los servicios climáticos integran la información climática en la toma de decisiones, la gestión de riesgos, la planificación, las decisiones operativas...

Cualquiera de las definiciones consideradas implica la elaboración de una información adaptada a las necesidades de un agente específico y, por tanto, los servicios climáticos están claramente orientados al usuario y, por ende, al mercado. Pueden presentarse como predicciones numéricas entregadas a modo de un producto final, como estudios de diagnóstico de escenarios elaborados ad-hoc, o incluso como metodologías de generación implantadas en soporte virtual para una explotación directa por el usuario con un cierto grado de supervisión experta.

muy eficientes y
de gran impacto
en otros sectores.

Dado el impacto que el desarrollo de servicios climáticos puede tener sobre diferentes sectores estratégicos, en el marco de las estrategias de fomento de la competitividad desarrollada bajo los auspicios de la Comisión Europea, se ha identificado la necesidad de cubrir la enorme brecha existente entre las fuentes de datos climáticos disponibles, suministradas generalmente por organismos oficiales, y la información específica de valor añadido requerida por los agentes públicos y privados para rentabilizar esa información a través de su actividad y, para ello, se ha desarrollado el *European Research and Innovation Roadmap for Climate Services*.

De todo lo anterior es fácil concluir que la ingeniería civil tiene un enorme potencial de convertirse en un gran usuario de servicios climáticos. Sin embargo, la implantación de esta aplicación concreta del conjunto de oportunidades que ofrece el acceso a grandes bases de información, pasa necesariamente por la implicación de los ingenieros de caminos en la concepción e implementación de los servicios climáticos en la ingeniería civil.

Para ofrecerlos, el ingeniero ha de implicarse en el manejo

Copernicus: La mirada de Europa sobre la Tierra

En este contexto, estamos viviendo una auténtica revolución con la aparición de grandes programas y plataformas de generación de observaciones y servicios. Un claro ejemplo es el programa Copernicus, promovido por la Unión Europea y dedicado a la observación y monitorización de la Tierra con el objetivo de analizar el planeta y su medio ambiente en beneficio de los ciudadanos europeos.

El programa Copernicus pone a disposición de administraciones públicas, empresas, centros de investigación y ciudadanos un ingente volumen de datos para ser transformados en información sobre nuestro planeta y lo hace de manera abierta y gratuita. Para ello, integra las observaciones realizadas por los satélites “Sentinels”, el primero de los cuales fue lanzado en 2014, los datos provenientes de misiones anteriores y un gran número de sistemas de medición in situ. Esta cantidad masiva de datos es la base de los servicios Copernicus, que aspiran a transformarlos mediante su tratamiento e integración con otras fuentes de datos no climáticas, para generar información de valor añadido para la agricultura, medio ambiente, energía, cambio climático, seguridad, transportes aéreo, terrestre y marítimo o planificación urbana y regional, entre otros.

del ingente volumen de datos digitales hoy disponible

Copernicus es, solo un ejemplo, aunque quizás uno de los más importantes, para mostrar las nuevas oportunidades ofrecidas a los diferentes agentes de la ingeniería civil para obtener importantes beneficios de las bases masivas de datos. Sin embargo, las plataformas de adquisición de datos son un elemento nece-

y aplicar la minería de datos y otras técnicas, para

sario, pero no suficiente. La generación de información en forma de servicios específicos pasa, entre otras cosas, por la aplicación de técnicas y metodologías desarrolladas ad hoc tales como la minería de datos.

Minería de datos

Todos los procesos anteriormente descritos se basan fundamentalmente en la gestión de grandes bases de datos. La extracción de la información relevante, a partir de grandes volúmenes de datos para su uso posterior en aplicaciones concretas, ha dado lugar al desarrollo de la minería de datos. Éste es un campo de la estadística y las ciencias de la computación cuyo objetivo es identificar patrones significativos en grandes volúmenes de datos obtenidos instrumental o sintéticamente.

sacar patrones y
ver anomalías
entre grandes
volúmenes de
datos.

Para ello, la minería de datos hace uso de métodos de la inteligencia artificial, el aprendizaje automático o la estadística. Estos métodos se aplican para realizar el análisis automático o semi-automático de grandes cantidades de datos con el fin de extraer patrones, generar grupos de registros de datos o clusterización, la determinación de registros poco usuales como la detección de anomalías y el establecimiento de dependencias a través de reglas de asociación. Por tanto, su aplicación en la ingeniería civil de hoy y en una ingeniería civil basada en la gestión de ingentes volúmenes de datos es esencial. La minería de datos debería pasar, por tanto, a forma parte del corpus formativo del ingeniero de caminos.

Información climática y ciclo de vida de las Obras Públicas

Durante todas las
fases de su vida
útil, la Obra Pública

Para entender el potencial de los servicios climáticos en la ingeniería civil es necesario que seamos capaces de percibir la simbiosis existente entre la información climático / meteorológica y las diferentes fases del ciclo de vida de cualquiera de las Obras Públicas o actividades en el ámbito de la ingeniería civil.

La actividad de la ingeniería civil se ve afectada y muchas veces amenazada por las condiciones climáticas en diferentes escalas temporales. La generación de servicios climáticos específicos para la ingeniería civil ofrece la posibilidad de rentabilizar la disposición de información relevante y oportuna a través de la adaptación a corto, medio y largo plazo de sus actividades e inversiones a las condiciones climáticas y/o meteorológicas.

Durante el estudio de viabilidad, diseño y proyecto de cualquier obra pública es esencial contar con bases de datos históricas de las variables océano-atmosféricas relevantes en series temporales de longitud suficiente (varias decenas de años) para garantizar una caracterización adecuada de las condiciones medias y extremas. Lamentablemente esta información no está siempre disponible a partir de observaciones, especialmente en muchos de los países y localizaciones en los que trabaja la ingeniería española. Eso obliga a complementar y/o sustituir los datos provenientes de observaciones, con modelos numéricos que los extiendan espacial y temporalmente a costa de una mayor incertidumbre.

está vinculada estrechamente a los datos climáticos

Durante las fases de construcción y operación o explotación la demanda de información debe cubrir diferentes escalas temporales. Desde el nowcast, que ofrece predicciones de variables meteorológicas relevantes a horizontes de 2 o 6 horas, hasta la predicción de corto plazo que extiende estas proyecciones a días, este tipo de sistemas operacionales son sumamente útiles, por ejemplo, para la construcción de obras marítimas o fluviales o para la explotación de otras Obras Públicas.

Más recientemente, se ha desarrollado la predicción estacional que permite realizar predicciones a meses vista, evidentemente con un menor nivel informativo y de fiabilidad que los sistemas operacionales de corto plazo. Estos sistemas, que aún no se han implementado en aplicaciones para la ingeniería civil, pueden ser sumamente útiles para la planificación de medios y recursos a varios meses vista. Es también relevante el análisis

y su manejo y funcionalidad dependen de predicciones,

intra-anual, es decir, aquel que analiza aspectos tales como la estacionalidad de variables relevantes tales como la precipitación o la temperatura. A más largo plazo, el análisis de la variabilidad entre décadas es también importante, especialmente por las posibles consecuencias que los patrones climáticos de gran escala pueden tener sobre las precipitaciones extremas, sequía y las consecuencias que produce sobre los intereses del sector de la ingeniería civil.

que la nueva
irregularidad exige
sean más preci-
sas.

Muchas de nuestras Obras Públicas extienden su vida útil durante varias décadas y, por tanto, la ingeniería civil precisa del conocimiento necesario para entender el efecto que las variaciones climáticas de largo plazo, y más concretamente el cambio climático, puede tener sobre ellas y su explotación. Sin embargo, gran parte de la información disponible en cualquiera de las escalas temporales o espaciales requeridas, está lejos de constituir un servicio para el ingeniero de caminos si previamente no se transforma adecuadamente para ello.

Los servicios climáticos en la ingeniería de costas y puertos

Existen algunas áreas de la ingeniería civil en las que se han dado pasos importantes para asimilar la creciente capacidad de adquirir, almacenar y gestionar datos para generar información relevante, y están empezando a hacer uso de las oportunidades que la creciente información climática y meteorológica pone a su disposición. Dentro de la ingeniería civil, la ingeniería de puertos y costas es una de las disciplinas que ya está implementando algunos servicios climáticos, que pretenden informar las diferentes fases del ciclo de vida de cualquier infraestructura o actuación en la costa.

En puertos y
costas se ha
integrado mejor la
información

Así, por ejemplo, a día de hoy, la fase de diseño y proyecto incluye información climática (olas, viento, corrientes, niveles) obtenida a partir de la integración de instrumentos in situ, como boyas y mareógrafos, con datos de satélite o instrumentos vir-

tuales obtenidos a partir de modelos numéricos de reanálisis. Ninguna de estas bases de datos es completa, pero la integración de los datos de las diferentes fuentes, permite elaborar bases calibradas y validadas de datos geolocalizados, y series temporales históricas de varias décadas. Para la caracterización climática en aguas profundas se utilizan técnicas de minería de datos que reducen la dimensión del número de datos, sin perder la información sobre los parámetros fundamentales que determinan los patrones climáticos.

Contar con 60 años de datos de oleaje en boyas virtuales desplegadas a lo largo de la costa española supone contar con más de 500.000 estados de mar horarios en cada una de las boyas situadas en aguas profundas. La propagación de toda esa información hasta la costa requeriría miles de ejecuciones numéricas para estudiar cómo se transforma el oleaje desde aguas profundas hasta la bocana de un puerto.

de largas series de datos del estado del mar,

Para ello, se utilizan técnicas de minería de datos, como mapas autorganizativos (SOM), que exploran e identifican dentro de la base de datos completa, cuáles son aquellos que mejor caracterizan las condiciones del mar en una ubicación determinada. Esto simplifica considerablemente la dimensión del problema al reducir la propagación de 500.000 ejecuciones a centenares. Más aún, las técnicas estadísticas permiten, a partir de este número limitado de propagaciones, reconstruir las series temporales completas de tal modo que pueden generarse boyas virtuales en la bocana de los puertos, o en cualquier ubicación en la costa, con 60 años de datos horarios. Esta información es esencial para atender a las fases de diseño y proyecto, pero también para el análisis del proceso constructivo y ofrece ya una clara ventaja en la fase de licitación para aquellas empresas que hacen un uso eficiente de esta información.

gracias a la minería y mapeado de los datos,

Durante el proceso de construcción, analizado en la fase anterior y en el que se puede obtener información sobre eventos extremos, estacionalidad de las condiciones del mar o ventanas

para mejorar la construcción y mantenimiento de las obras, y

temporales y persistencias para unas condiciones dadas, también se puede hacer uso de los sistemas operacionales de predicción inmediata (nowcast) y a corto plazo. La integración de estas predicciones a horizontes de 72 horas, con el modelado de la interacción del mar con las Obras Públicas en construcción, y con la información sobre los medios y umbrales de operación de maquinaria, permite optimizar los recursos en obra y garantizar la seguridad de las operaciones, reduciendo los riesgos e incrementando los beneficios.

Una vez finalizada la obra, los sistemas operacionales que integran la información meteorológica y de las operaciones en el puerto pueden ser aplicados para optimizar su explotación, como ya se está desarrollando en puertos importantes, y proporciona un instrumento relevante para la gestión de riesgos por eventos extremos.

para la gestión posterior de los riesgos a largo plazo.

En el largo plazo, las consecuencias del cambio climático sobre la costa, y especialmente sobre los puertos y las obras costeras, pasa por la determinación de las proyecciones de los cambios en aquellas variables climáticas que son relevantes para las actividades portuarias. Al margen de la obligatoriedad de elaborar un plan de adaptación al cambio climático que impone la nueva Ley de Costas en los terrenos concesionados a las Comunidades Autónomas, fundamentalmente puertos, o el requisito de considerar el efecto del cambio climático en las evaluaciones ambientales, es necesario hacer énfasis sobre el hecho de que la mayor parte de los bancos multilaterales y fondos que financian las Obras Públicas está introduciendo la evaluación de las consecuencias del cambio climático y los eventos extremos a lo largo de la vida útil de sus inversiones, como requisito indispensable en la planificación de nuevas Obras Públicas o en la ampliación y modificación de las existentes.

Este ejemplo que se describe aquí para el sistema portuario puede ser fácilmente extensible a ciudades, aeropuertos, carreteras y otras grandes Obras Públicas pero, aunque existen

iniciativas, la ingeniería de caminos está todavía muy lejos de sacar pleno partido de las nuevas oportunidades que se están generando.

El camino hacia la implantación

Es evidente que la irrupción de nuevas técnicas de monitorización, la aparición de grandes programas como **Copernicus**, las capacidades de generación sintética de datos, de su almacenamiento y la gran accesibilidad a los mismos ofrecen una gran cantidad de oportunidades a la ingeniería civil. De hecho, en gran medida, supone un cambio radical en los recursos disponibles para hacer ingeniería que debe llevar a la ingeniería de caminos a cuestionarse si esta revolución requiere un replanteamiento importante de los objetivos, métodos y técnicas con los que actualmente acometemos nuestro trabajo.

Nuevos datos y técnicas proporcionan oportunidades,

En el pasado ya se han producido cambios sustanciales, como la aparición de la computación que, manteniendo los fundamentos esenciales, ha supuesto un cambio radical en la manera de afrontar la ingeniería de caminos. La profesión supo adaptarse en ese momento y trasladar esa innovación a la sociedad mejorando considerablemente nuestra capacidad de diseñar, proyectar, construir y explotar Obras Públicas de manera más eficiente y segura.

Sin embargo, estamos ante un cambio que supone mucho más que la introducción de una nueva herramienta. Por ello, es necesario preparar a nuestros profesionales y especialmente a nuestros estudiantes para hacer una transición racional y efectiva hacia la implantación de nuevas disciplinas, como '**Servicios climáticos e ingeniería civil**', que deben ser construidos durante la próxima década e integrados plenamente en nuestras regulaciones y recomendaciones, metodologías, procesos de planificación, proyecto, construcción, explotación y mantenimiento, conduciendo a una reducción de las incertidumbres y a un incremento en la seguridad y eficiencia de nuestra actividad.

pero es necesario preparar la transición

planeando un
esfuerzo colabo-
rativo de la profe-
sión.

Las acciones a considerar para hacer efectivas esta implementación y transición son múltiples y afectan a nuestras Escuelas, empresas y administraciones. Pero, sin duda, la generación de bases de datos masivas y los procesos para convertirlas en información útil y relevante para su aplicación en la ingeniería civil pasan por un esfuerzo colaborativo de la profesión que debe planificarse y realizarse sin pausa, dada la vertiginosa velocidad a la que se están produciendo los cambios en este campo.



Fundación
Caminos

Mayo 2018

ThinkHub

TH04-Aire y agua en la ciudad, frente a un clima más extremo e irregular

El número de ciudades no para de crecer y cada vez son más grandes. Roma fue la primera ciudad de más de un millón de habitantes y Londres tardó 18 siglos en superarla. En 1851 era la ciudad más grande del mundo con dos millones, el doble de la siguiente, París. En 1900 había 30 ciudades con más de un millón de habitantes, pero ahora son más de 400 y las mayores siguen creciendo: en 2050 el número de personas que viven en ciudades será más del 70% de la población mundial. Y cada vez es más importante su papel económico, cultural y social: en Europa, las ciudades aportan el 85% del PIB, suponen un porcentaje aún mayor de la producción cultural y ofrecen más bienes públicos y mejores condiciones de vida que lo rural.

Más ciudades y
cada vez más
grandes

Por su población, movilidad y pulso económico, las ciudades son contribuyentes clave a las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI) y contaminantes climáticos de vida corta (CCVC), así como a la alteración de caudales y calidad del agua de los ríos donde se asientan. La concentración de efectos favorecida por su creciente densidad los agrava, sin que se tomen las medidas adecuadas para mitigarlos y corregirlos. Todo

ello convierte a las ciudades en puntos clave de los impactos y vulnerabilidades del cambio climático.

producen una concentración que deteriora el aire y el agua,

El aumento de población, número y tamaño de las ciudades exige más recursos naturales y produce mayor deterioro ambiental por una triple vía. Primero, aumenta el número de fuentes de contaminación, o de individuos que la producen. Segundo, estos urbanitas o habitantes de la ciudad llevan un modo de vida que incrementa la generación unitaria de contaminantes, tanto de residuos sólidos, como de agua residual vertida a los ríos o al mar, y de gases de combustión emitidos a la atmósfera. Tercero, porque la mayor cantidad de emisiones y vertidos se devuelve de forma concentrada a unos receptores naturales - aire y agua- cuya capacidad de dilución es limitada y disminuye drásticamente en condiciones climáticas de calmas y sequías.

Hay más fuentes, cada una produce individualmente más emisiones contaminantes y el conjunto emite esos residuos de forma concentrada. La concentración agrava los problemas ambientales, pues contaminar es alterar la pureza o condiciones de algo y, por tanto, es una cuestión de grado. De hecho, se mide y se combate según el porcentaje de alteración, en concreto, la cantidad de contaminante por unidad de volumen del medio alterado y el número de días o veces que se repite esa alteración. Y, en cuanto a las soluciones:

- la solución primaria siempre fue diluir o dispersar el contaminante
- la siguiente, mitigar sus efectos con filtros o depuradoras
- ahora es obligado reducir las fuentes urbanas de contaminación
- en el futuro más o menos inmediato será imprescindible eliminar las emisiones

Estos problemas de contaminación son serios, bien conocidos y potencialmente controlables, pero resultan agravados por un clima cada vez más extremo e irregular. Este incremento de episodios extremos y de la irregularidad del clima es menos conocido por el público que el aumento a largo plazo de los valores medios de temperatura, de gases de efecto invernadero o del carbono en la atmósfera. Pero la alteración del régimen de precipitaciones o movimientos del aire tiene efectos complementarios a los anteriores, de gran significación para la ciudad, que se manifiestan en un doble sentido, que multiplican el tipo y gravedad de los riesgos en la ciudad.

y esos daños se agravan por un clima extremo e irregular,

Por un lado, aumentan las necesidades de almacenamiento de recursos naturales para la ciudad, en forma de embalses o de acuíferos subterráneos. Por otro, cuando el caudal medio diario del río receptor es constante, la dilución del agua contaminada permanece estable. Pero si el caudal deja de ser regular y aumentan las sequías, los efectos de la mayor contaminación durante estos períodos no son compensables por el exceso de agua de las inundaciones. La resiliencia o capacidad de adaptación del medio natural frente a esa alteración perniciosa es limitada, y la acumulación de situaciones adversas puede superarla y producir daños irreversibles.

pues aguaceros y vendavales no quitan el daño de sequías y calmas

De igual modo, los efectos de una acumulación de días de 'calma chicha' no se eliminan con mayor número de vendavales. Aunque limpia la atmósfera y nos permite respirar de nuevo, la llegada del viento no cura ni corrige el daño infringido por la contaminación a las personas, animales y plantas que viven en la ciudad. Les alivia y les permite recuperarse, pero el daño se queda en forma de enfermedad respiratoria crónica o como mutación del polen para sobrevivir a cambios radicales que multiplica y agrava las alergias.

Como aún no sabemos almacenar el aire en grandes volúmenes, la irregularidad del régimen de vientos -gobernado por la frecuencia de ciclones y anticiclones- exige como única solución la

sino que generan daños crónicos y accidentes a menudo fatales,

reducción de las emisiones de gases contaminantes. El habitualmente llamado 'buen tiempo' imperante en nuestro país, con sol y viento en calma durante la mayor parte del año y lluvias concentradas en cortas épocas, empieza a convertir en crónicas las restricciones de abastecimiento, el mal estado de los ríos y los episodios de grave contaminación del aire de algunas grandes ciudades españolas.

Además, si la lluvia que termina con la sequía es torrencial, sus efectos pueden ser igualmente dañinos. De nuevo la concentración es la clave: si llueve en una hora lo que en años anteriores llovía en un día, la serie de precipitaciones diarias no se altera, pero el alivio se transforma en tragedia para la ciudad. Los sistemas de evacuación del agua de lluvia y las depuradoras no se diseñan para el volumen de precipitaciones, sino para los caudales a evacuar, que resultan multiplicados por 24 si todo cae en una hora o por 100 si lo hace en unos 15 minutos. Si un barrio se inunda cada cien años, se podrá vivir con ello, pero si ocurre varias veces al año, como en algunas ciudades españolas, no basta con movilizar ayudas, es imprescindible preparar la ciudad para minimizar los daños.

Y cuando ese exceso de agua, generado por lluvias torrenciales, llega a las depuradoras, arrastra consigo los residuos de aceites, combustibles fósiles y suciedad acumulados durante la sequía en las calles, pues en las ciudades españolas no es común la existencia de redes separadas para aguas pluviales. Para evitar daños de difícil reparación, las depuradoras alivian esos caudales y los vierten directamente al río, generando cargas contaminantes impensables en cualquier otro régimen. Esas dosis de contaminación destruyen o alteran gravemente a los seres vivos instalados en los ríos, haciendo imposible su recuperación cuando terminan los caudales torrenciales.

Por su parte, cuando el ansiado viento llega como vendaval, sus devastadores efectos en árboles y edificios resultan en fatales accidentes para los ciudadanos. Y las posibles soluciones son

en el agua, los seres vivos, las obras públicas y los edificios,

algo más complejas que talar árboles defectuosos o tirar cornisas en mal estado. Hay especies arbóreas cuyo sistema radical es muy superficial y, aunque estén en perfecto estado, no aguantan el empuje lateral de fuertes vientos. Es probable que las condiciones de viento más extremas exijan un diferente tipo de podas, más ajustadas a la dureza extrema que habrán de soportar los árboles. Y hay sistemas de cubiertas muy ligeras que no podrán afrontar la succión generada por vendavales tan fuertes y tendrán que ser abandonadas.

Cuando esas condiciones extremas de lluvia o viento ocurren en el campo, sus efectos no parecen tan peligrosos, pero es frecuente que devengan en graves riesgos para las ciudades situadas aguas abajo. En las grandes ciudades ribereñas, las inundaciones son cada vez mayores y más frecuentes. En Zaragoza, por ejemplo, el Ebro inunda ciertos barrios todos los años y no sirve de mucho aducir que eso venga ocurriendo desde hace siglos. Con los abundantes datos hoy disponibles, no parece probable que la situación remita, más bien tiende a agravarse.

de mayor gravedad en la ciudad que en el campo.

Frente a estos problemas ¿qué estamos haciendo? La corriente principal de la ciencia del clima y de la formulación de políticas están públicamente representadas por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático - IPCC y las sucesivas Conferencias de las Naciones Unidas - COP (la de París en 2015 es COP 21). Cada país tiene sus Estrategias o Planes de Adaptación al Cambio Climático -PNACC, que se desarrollan mediante Programas de Trabajo (en España 2006, 2009 y 2013 y se vigilan con Informes de Seguimiento (2008, 2011 y 2014).

Entre otras medidas, el Programa de 2014 incluía unas 'acciones de gobernanza' dirigidas a coordinar a las administraciones, establecer vías para la participación de los agentes más relevantes, promover asociaciones y partenariados, y aumentar la interacción entre ciencia, planificación y gestión. Además, está pendiente una Ley de Cambio Climático y Transición Energética,

con acciones a realizar hasta 2030, cuyo anteproyecto se debía haber publicado en el primer trimestre de 2018.

En España, tanto el cambio climático como estos planes son bien percibidos por los ciudadanos: el 90% cree que el cambio climático está ocurriendo ya, y el 75% cree probable que en los próximos años se manifiesten sus efectos, como sequías, inundaciones, incendios o problemas en zonas costeras. La mayoría apoya la idea de que debemos anticiparnos a sus posibles consecuencias, pero se consideran poco o nada informados en estas materias.

Los ingenieros deben ser agentes relevantes, e

Además de comportarse como buenos ciudadanos, muchos ingenieros -en particular los de caminos- poseen conocimientos básicos y capacidades de actuación, en principio suficientes para sentirse ‘agentes relevantes’ y destinatarios lógicos de esas acciones de gobernanza. En documentos anteriores de este ThinkHub se mencionaron estas cualidades y su necesaria puesta al día para la prestación de Servicios Climáticos en general (TH03), así como las posibilidades de mejora de los problemas ambientales de la ciudad derivadas de la nueva Movilidad (TH01).

Por todo ello, los ingenieros de caminos tienen el deber cívico y la oportunidad profesional de involucrarse en esas tareas de mitigar los problemas ambientales del aire y el agua en las grandes ciudades. Unos problemas agravados por la creciente irregularidad del clima y por la multiplicación de situaciones extremas. La creciente frecuencia de calmas, vendavales, sequías y lluvias torrenciales, su más larga duración y el aumento de sus valores extremos exigen su actuación decidida y urgente.

involucrarse en la mitigación de impactos, como profesionales,

Se trata de materias de su competencia, para las que los ingenieros están no solo cualificados sino también obligados a actuar. Deben concienciar a los ciudadanos y a los poderes públicos del actual agravamiento de unos problemas ambientales que cada vez serán más difíciles de tratar. Quizás no valgan las soluciones históricas frente a la actual complejidad, pero deben

trabajar junto con otros profesionales para desarrollarlas, comunicarlás, hacerlas viables y conseguir su realización.

Las reuniones y congresos relacionados con el cambio climático en la ciudad han multiplicado los temas y posibilidades de trabajo en estas cuestiones relacionadas con el aire y el agua, y van centrando las prioridades de investigación y la agenda de las tareas más urgentes. Entre ellas, destacar la importancia de la ciudad y las redes de ciudades como soporte de interacción entre instituciones políticas, profesionales y académicas; mapear los datos de distribución y alcance de los GEI y CCVC; definir las necesidades de investigadores y participantes en los servicios climáticos; vincular los actuales datos a las políticas de mitigación; precisar las aportaciones ambientales de las diversas tecnologías de la nueva movilidad; concretar los efectos reales de la contaminación en los ciudadanos; optimizar el número y ubicación de las estaciones de medición para mejorar el conocimiento de la contaminación; impulsar innovaciones sociales para aumentar la resiliencia...

Para esas tareas disponen de nutridas bases de datos de inmediata utilización, de nuevos sistemas de mapeo y tratamiento digital de esos datos y de unas redes sociales de gran potencial de comunicación. Con ello podrán hacer partícipes de esas nuevas soluciones a sus destinatarios y a sus representantes políticos, para compartirlas y establecer prioridades conjuntas de actuación. Bastará encauzar la conciencia cívica y ambiental, adquirida en su formación, con su indudable capacidad profesional, hacia las nuevas oportunidades y exigencias de la gran ciudad. Solo han de ponerse a ello.

por su formación,
competencia,
capacidad digital
y liderazgo.



Fundación
Caminos

Junio 2018

ThinkHub

TH05-Moverse en la gran ciudad, La lucha contra los gases de combustión no debe reducir la movilidad

Es ya urgente conseguir un aire limpio en la ciudad. La lucha contra los gases de los motores de combustión de los vehículos es una tarea perentoria. Sin duda, la gran ciudad tiene muchos problemas importantes por resolver y la movilidad vive una revolución de serias implicaciones en las vías de comunicación, los modos de transporte y los vehículos. Pero la contaminación del aire causa muchas muertes¹ y genera enfermedades crónicas en los ciudadanos, haciendo inhabitables los espacios públicos que son elementos esenciales de la ciudad. En esa atmósfera no se puede vivir.

Es urgente limpiar el aire para proteger la salud de los ciudadanos,

Este grave situación está siendo abordada con políticas compulsivas que, además de ineficaces, pueden agravar los problemas sanitarios y reducir las posibilidades de moverse por la

¹ Según la OMS, actualmente se producen tres millones de muertes al año en todo el mundo por contaminación atmosférica.

ciudad. Por una parte, los gobiernos municipales se ven obligados a prohibir, mientras los poderes regionales y estatales miran para otro lado. Para compensar, los municipios proponen acciones puntuales y las demás administraciones prometen una regulación más restrictiva.

y es importante garantizar la movilidad para no destruir la ciudad.

Por otra parte, las potentes industrias del automóvil y los combustibles inundan los medios de noticias confusas y publicidad **sesgada**. Mientras, muchos urbanistas dejan de lado el problema y se limitan a exigir un nuevo modelo de ciudad: **compacidad frente a dispersión, menos recorridos, ciudades de proximidad, bicicletas en vez de automóviles, compartir frente a poseer, la ciudad del futuro frente a las molestas e insostenibles ciudades de hoy.** Industrias y profesionales intentan seguir en sintonía con las preocupaciones ambientales de los ciudadanos pero la situación actual no cambia, el *status quo* se mantiene.

Frente a ello, resulta imprescindible introducir racionalidad y priorizar las actuaciones sobre las ciudades actuales. El orden lógico es primero la salud y luego la ciudad. Lo urgente es eliminar la contaminación del aire, lo importante es mejorar la ciudades. Lo primero es condición necesaria para acometer lo segundo, aunque con toda seguridad no sea suficiente. Y es urgente porque, tras la reducción generada por la crisis económica, el tráfico vuelve a crecer, mientras el clima se vuelve extremo e irregular.

Ambas tareas son viables en coste y plazo gracias al vehículo eléctrico.

Para acometer esa tarea urgente existen soluciones tecnológicas viables a corto plazo, basadas en el vehículo eléctrico, que **no exigen inversiones públicas ni cambios en el planeamiento urbano. Tampoco exigen cambiar sustancialmente las maneras de vivir de los ciudadanos, ni su forma de usar la ciudad. Se trata solamente de cambiar los vehículos, tanto particulares como públicos, a un ritmo suficiente para eliminar los gases, pero asumible por las economías privadas y públicas. Esa política solo requiere ideas claras y determinación política.**

Ante actuaciones puntuales y propuestas utópicas de escasa o nula incidencia sobre la contaminación actual, pero capaces de perjudicar los flujos vitales de la ciudad y su futura evolución, parece necesario recordar que

la movilidad es un derecho irrenunciable del ciudadano

y todos los profesionales involucrados en la ciudad tienen el deber de protegerla.

Esta afirmación se basa en razones esenciales del individuo y de la ciudad, forma parte de los principios fundamentales del derecho y está incluida entre los criterios inspiradores de la planificación del transporte. Todo esto no es nuevo, aparece desde hace tiempo en los textos de referencia de los pensadores, está consagrado en la Constitución y es un punto de partida en las propuestas europeas sobre la ciudad futura y su transporte.

La libre movilidad es un derecho constitucional,

Entre los derechos fundamentales, la Constitución española trata vivienda y movilidad conjuntamente y al mismo nivel. El artículo 19 afirma: *los españoles tienen derecho a elegir libremente su residencia y a circular por el territorio nacional*. Y el artículo 139.2, remacha: *Ninguna autoridad podrá adoptar medidas que directa o indirectamente obstaculicen la libertad de circulación y establecimiento de las personas...*

Uno de los primeros párrafos del Libro Blanco del Transporte de la Unión europea de 2011 afirma que *la opción de restringir la movilidad no se plantea*. En el siguiente párrafo define su potenciación como objetivo: *obtener modelos de transporte, capaces de transportar conjuntamente hasta su destino volúmenes de carga mayores y mayor número de viajeros utilizando la combinación de modos más eficiente*. Y enseguida reconoce que eso incluye *el transporte individual, que ha de utilizarse para los últimos kilómetros del viaje y realizarse con vehículos no contaminantes*, y que *una parte de la movilidad urbana y del diseño de*

respetado en la planificación del transporte,

infraestructuras debe facilitar los desplazamientos a pie y en bicicleta.

y no es una necesidad social a resolver, sino un derecho político a proteger.

Con ello, la movilidad no es una necesidad a resolver, sino un **derecho a proteger**. Eso impide entenderla como un asunto de **gobernanza**, pues no estamos en el terreno de lo social, sino en lo político. En *La condición humana*, Hannah Arendt explica que la lógica de la necesidad conduce al terreno prepolítico de lo social, típico de la organización doméstica privada, de la familia y la nación, que alberga y hace propio el concepto de gobernar y ser gobernado. La lógica del derecho nos lleva al territorio de lo público, de la libertad entre iguales que se localiza en la esfera política de la polis.

Todo ello recoge la idea fundamental -de antiguas raíces- de que residencia y movilidad son igualmente esenciales para la ciudad. Para Haussmann y Cerdá los flujos son tan importantes como las pausas en la planificación de la ciudad. Para Paul Ricoeur, habitar es algo más que establecerse en el hueco de una casa: su ejercicio se compone de pausas, ritmos y movimientos de relación con el mundo. Eso incluye otros seres, otras casas y una movilidad que va definiendo espacios de uso común, cuya concreción histórica es la ciudad. Henri Lefebvre afirma que *la aspiración creciente a una movilidad sin rupturas... figura hoy como uno de los derechos a vivir la ciudad*.

Tampoco vale pensar en ciudades de menor tamaño,

En ese mismo libro *El Derecho a la Ciudad*, Lefebvre aclara que **debemos ocuparnos de la ciudad actual, conflictiva y dialéctica, no de lo urbano como proyecto o utopía**. La defiende como **escenario de encuentro para la construcción de la vida colectiva, más allá del hábitat en soledad y entroncado con otras ciudades para volcarse hacia el mundo**. Sus ideas y sus libros no proponen acciones ni remedios concretos, pero reafirman la necesidad de entender la ciudad actual, con su complejidad y contradicciones.

Por todo ello, no vale pensar en unas ciudades ideales o distintas, se trata de moverse libremente y con facilidad en las ciuda-

des actuales, aunque a muchos les parezcan equivocadas o excesivas. Tampoco es solución tratar de frenar o prohibir su crecimiento, porque la formación de la ciudad es un proceso lento, casi orgánico, fruto del cruce de diversos intereses y voluntades muy potentes, en un contexto de condiciones y valores de gran fortaleza y suficiente volatilidad para invalidar cualquier intento de control.

Hace un siglo, Patrick Geddes ya estableció que los límites de la ciudad no están en las rayas administrativas, ni en los obstáculos físicos sino, precisamente, en el tiempo necesario para alcanzar el centro. De hecho, la población de la gran ciudad engloba a cuantos pueden disfrutar de su atractivo (o sufrir con sus problemas) y no solo a quienes viven dentro de sus límites administrativos, a estos efectos totalmente irrelevantes. Eso significa que la ciudad llega hasta donde alcanzan sus sistemas de transporte o, en términos actuales, que la ciudad crece en función de su movilidad.

ni en detener su crecimiento, que es gobernado por el transporte.

Y ésta cambia aceleradamente por efecto de diversas tecnologías concurrentes, capaces de extender desmesuradamente su alcance y de alterar radicalmente las maneras de ejercerla. En los 1920, la electrificación de los trenes fue la clave de su extensión, al hacer compatible el Metro y la ciudad en los trayectos internos, y permitir prolongarlo a suburbios y ciudades vecinas, con menores transbordos y tiempos de viaje. Un siglo después, el vehículo eléctrico -tanto el automóvil como el autobús- parece inaugurar una nueva serie de transformaciones de la ciudad, al permitir nuevas formas de gestión y uso compartido sin agravar uno los efectos perniciosos de la movilidad, en concreto la contaminación del aire.

Si tratar de limitar la ciudad parece un vano intento, igualmente vana es la pretensión de que la gente se mueva menos. El enunciado 'hay que limitar los viajes innecesarios' es ahora un lugar común, pero no debe convertirse en un mandato para prohibir moverse. Si alguien prefiere un empleo cercano y peor remunera-

Hay que mitigar la contaminación, sin limitar la movilidad,

rado, a otro mejor pero situado más lejos, tiene pleno derecho de elegirlo. Pero sería una imposición que, deseando lo contrario para mejorar su nivel, no lo pueda hacer porque la ida y vuelta al trabajo tenga una duración excesiva.

Y tendría la categoría de crimen social que se le imponga perderlo porque el aire de la ciudad estaría más contaminado si viaja. La obligación de quienes se ocupan de la ciudad, tanto sean políticos, como administradores o técnicos, es garantizar que lo pueda hacer, sin perturbar por ello la salud y el confort de sus convecinos. Limitar la posibilidad de viajar no deviene en una mejor manera de vivir, en tanto supone la privación de un componente esencial del habitar y la negación de un derecho.

Prohibir los viajes
aumentaría la
desigualdad, pero
debemos cambiar
el uso del coche,

Impulsar el tipo y uso actuales del automóvil destruye la convivencia. Pero prohibir el automóvil implica perpetuar las graves desigualdades de accesibilidad de las zonas urbanas más desfavorecidas. Es muy fácil prohibir el automóvil, pero, si eso no se acompaña de drásticas medidas de mejora de la eficiencia del transporte público, el perjudicado siempre será quien vive en la periferia, quien tiene menos recursos, quien tiene que buscar trabajo lejos de su casa porque allí no hay nada.

Frente a ello, la promesa de una 'ciudad nueva' de menor movilidad obligada es un sinsentido para esos ciudadanos. Pedirles que se conformen con viajes cotidianos, de más de una hora para ir y otro tanto para volver, es una afrenta. Y sugerir que usen la bicicleta para contaminar menos es ya un escarnio. Si insistimos en esas soluciones, no solo haremos el ridículo, sino que, como ingenieros formados para resolver esos problemas, traicionamos nuestra profesión.

eliminar sus emi-
siones y mejorar
el transporte
público,

Esta consideración de la movilidad como un derecho lleva consigo varios tipos de tareas. Primero, es obligado conseguir un sistema eficiente de transporte público, capaz de dar servicio a una holgada mayoría de ciudadanos. Segundo, debemos facilitar su conectividad con los vehículos privados de quienes viven donde no llega ese transporte público de manera eficiente en

costes y prestaciones. Tercero, tanto los vehículos privados como los públicos deben minimizar las emisiones de carbono y gases contaminantes. Por supuesto, el coste de las medidas anteriores debe ser lo menor posible, atendiendo a la eficiencia, debe repartirse adecuadamente entre usuarios y vecinos, garantizando su equidad, y no debe hipotecar el futuro, asegurando que sea sostenible para la ciudad.

Primero, en cuanto al transporte público debemos lograr una oferta que cumpla estándares de prestaciones homologables con otras ciudades europeas. No se trata de que haya tantos kilómetros de Metro o tantos autobuses por persona o unidad de superficie. Se trata de exigencias funcionales del tipo ‘debe existir un acceso al sistema de transporte público a menos de tantos minutos de cualquier residencia’; o no se aprobará la construcción de una fábrica, oficina o lugar de diversión que no tenga acceso al transporte masivo a menos de tantos metros’; o también ‘la conectividad de las líneas de Cercanías y Metro debe garantizar dos o menos transbordos para viajeros de otros municipios al centro, y un transbordo para viajeros en la zona central’. Los objetivos de prestaciones del transporte público de las principales ciudades y su grado de cumplimiento son bien conocidos, y se dispone de estándares generalmente aceptados, por lo que existen suficientes referentes para fijarlos.

La columna vertebral del transporte público son los ferrocarriles, no tanto por el hierro de los carriles, sino por disponer desde antiguo de corredores urbanos reservados para su exclusiva circulación. Las heridas y cambios culturales que supuso la expropiación de esos corredores todavía siguen vivas en el imaginario de cada ciudad. Constituyen un ‘tesoro público’, pues costaron mucho, arruinando unos barrios mientras daban vida a otros, y cualquier reversión de propiedad por una pretendida dejación de uso debe ser evitada.

con estaciones y prestaciones más eficientes de Metro y ferrocarril

Para el interior de la ciudad, la solución óptima es que estos corredores reservados sean subterráneos. Hoy día la construc-

ción de túneles es más rápida, más barata y causa menos accidentes y destrozos que antaño, gracias a las tuneladoras. Por ello, el Metro es ahora más asequible en términos relativos y sigue siendo el modo de transporte más adecuado para las grandes ciudades. Sin embargo, algunas no querrán o no podrán afrontar su coste, prefiriendo utilizar modos de transporte de superficie que requieren menor inversión.

corredores dedicados al transporte público de superficie,

En superficie, los carriles deben evitarse en tanto suponen un obstáculo formidable a otros tráficos transversales. Aunque el tranvía parezca una excepción, al discurrir sobre carriles de hierro adaptados al cruce de neumáticos, la multiplicación de atropellos ha generalizado la adopción de corredores protegidos con bordillos o césped, que también son barreras, aunque visualmente menos intrusivas. La utilización de ese espacio reservado es poco eficiente pues el tranvía mueve pocos viajeros y su trazado no puede ser capilar. Por razones nunca explicadas, consiguió expulsar de las ciudades españolas al prometedor trolebús que sigue en uso en unas 300 ciudades, alguna tan importante como San Francisco, y convive sin problemas con automóviles y viandantes.

De hecho, el autobús constituye el complemento indispensable del ferrocarril, pues su total flexibilidad le permite un relleno capilar del tejido urbano vertebrado por aquel. El autobús solo necesita corredores reservados en zonas de mucho tráfico, pudiendo bifurcarse después por calles normales sin otra exigencia que colocar las paradas. Es en este terreno donde la nueva movilidad presenta más opciones de futuro, combinando capacidades, sistemas de propulsión, zonas de alimentación eléctrica, grados de conducción autónoma, tipos de propiedad y de gestión de flotas, para ofrecer un transporte público de superficie suficientemente eficaz.

La regulación y vigilancia de su eficacia y equidad debe ser pública, pero su prestación debe aprovechar las posibilidades ofrecidas por las compañías privadas, las agrupaciones de usuarios o por cualquier sistema de agregación de oferta o demanda propiciado por las nuevas tecnologías. Lo importante no es tanto la propiedad de los vehículos o la dependencia laboral de los conductores, sino una regulación adecuada con un correcto establecimiento de estándares, prestaciones y garantías en concesiones y contratos, junto a su posterior protección y vigilancia.

y una gestión público-privada de oferta y demanda más tecnológica.

Segundo, el papel del vehículo de uso privado, tanto en propiedad como en alquiler o compartido, es esencial para la ciudad, pues el transporte público solo puede ser eficiente en sus zonas más densas. Muchas residencias dispersas solo disponen del automóvil para acercarse a zonas donde hay transporte público y, si este no es eficaz, preferirán seguir usándolo hasta su destino final. Y aunque pueda haber un transporte público algo menos eficiente para llegar al centro de la ciudad, nunca servirá para conectar lugares periféricos entre sí.

Por ello, los residentes en esos lugares necesitan el automóvil de forma ineludible para desarrollar su derecho a la movilidad y quienes gobiernan la ciudad no pueden ignorar este hecho. Como resulta obvio que en el centro de la ciudad no caben todos los automóviles necesarios para esas residencias dispersas, cualquier política de transporte debe solucionar la conexión entre la flexibilidad del automóvil y la rigidez del transporte público. No cabe 'prohibir el coche' como medida para mejorar la movilidad o mitigar la contaminación, es preciso ofrecer alternativas para acceder desde esas residencias dispersas al sistema público de transporte. De lo contrario, prevalecerá el habitual uso del vehículo propio para todos los viajes. A la solución tradicional de grandes aparcamientos en las estaciones periféricas o de los llamados aparcamientos disuasorios, se añaden las posibilidades ofrecidas por el 'car sharing', el 'car pooling' y sus múltiples variantes para una gestión organizada desde la

En zonas poco accesibles, el automóvil es indispensable,

demanda, con el efecto inducido de difuminar las fronteras entre iniciativa privada y pública.

pero debe usarse de otra manera y conectarse con el transporte público.

Todas ellas se fundan en nuevas maneras de utilizar el automóvil, basadas en distintas modalidades de alquiler optimizadas por aplicaciones radicadas en el teléfono móvil. Con o sin conductor, utilizando flotas o compartiendo vehículos privados, eléctricos o de hidrógeno (con híbridos de por medio), con dos, tres o cuatro ruedas, e incluso volando como drones, estos sistemas y cuantos vayan surgiendo tendrán unos enormes efectos sobre la ciudad y sobre sus condiciones ambientales. Hay acuerdo en que la ciudad mejoraría notablemente si se retira un tercio de los automóviles con estas técnicas. Con ello mejorará también la movilidad urbana, mientras se recupera para otros usos más de la mitad del espacio ahora destinado a aparcamiento y servicios del automóvil particular.

Tercero, en cuanto a la contaminación del aire, debemos aceptar e incluso aplaudir la restricción de uso del automóvil durante episodios graves de contaminación, aunque no constituya una solución y simplemente ‘alivie’ una peligrosa situación. Pero eso no conlleva aceptar que no se haga nada cuando llega el viento y aplaza por unos días o meses la nueva situación de gravedad.

Limitar su uso no debe retrasar el objetivo de ‘cero emisiones’,

El objetivo final es emitir CERO, para conseguir una movilidad eficiente y limpia. Para ello será necesario transitar por etapas intermedias y soluciones híbridas, pero sin perderlo de vista. El carbono forma parte de diversos contaminantes y no todos son gases de efecto invernadero (GEIs). Los GEIs regulados son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆). Hay muchos más, pero las normas y convenios internacionales intentan reducir los más abundantes (CO₂ y CH₄) y los que más daño hacen (HFC, PFC y SF₆).

Los contaminantes urbanos más problemáticos para todas las grandes ciudades de Europa son los óxidos de nitrógeno (NO y

NO₂), las partículas (PM₁₀ y PM_{2,5}), el ozono (O₃), los compuestos orgánicos volátiles (COV) y el ozono (O₃). Hace unos años también lo era el azufre (SO₂), pero actualmente solo supone un problema en algunas ciudades industriales, por ejemplo, en el País Vasco. Respecto a la movilidad, se debe hablar principalmente de NO_x y de partículas, pues otras fuentes de contaminación como las calefacciones y las industrias tienen un papel igual de relevante.

Sin embargo, la solución definitiva a la contaminación del aire en las grandes ciudades pasa por la supresión de motores de combustión en todo tipo de transporte. La técnica actualmente disponible más adecuada es su sustitución por motores eléctricos, mientras se desarrollen otro tipo de motores, como los de hidrógeno, que tampoco produzcan gases.

eliminando primero el diésel y luego los motores de combustión,

El apoyo al coche eléctrico es explícito, como único remedio a medio plazo de terminar con las muertes y enfermedades producidas por la contaminación del aire en la ciudad. Pero se exige que esos coches se usen de otro modo, es decir, como alimentadores del transporte público y no para los viajes directos. No se trata de cambiar todos los coches, pero sí de discriminar con medidas fiscales a los que producen gases en el centro de la ciudad para que su proceso de renovación por lo eléctrico se acelere. Es obligado atender ya a lo urgente, aunque haya que retrasar lo importante. Dado este paso, será más fácil atender los atascos de vehículos eléctricos en un ambiente limpio y menos ruidoso.

De hecho, los problemas generados por el coche eléctrico son de menor cuantía, dado que las propuestas se refieren sólo a los vehículos de las áreas centrales de las grandes ciudades, cuyo peso en el consumo total de energía es muy pequeño. De manera similar, el impacto de los ajustes de producción y distribución a realizar por los fabricantes de automóviles será mínimo y concentrado. Todos los fabricantes han anunciado que disponen de modelos eléctricos en toda su gama de vehículos, listos

con una exigencia explícita del motor eléctrico en las grandes ciudades

para salir al mercado en 2020 o 2021. El retraso en acometer los sistemas de recarga, en cambio, empieza a ser el factor limitante, aunque no parece que las eléctricas vayan a oponerse porque ganarían mercado.

Eso incluye a taxis, Uber, Cabify y demás vehículos de uso público, que producen más gases que un vehículo privado, al funcionar más horas, aunque sus emisiones por pasajero y km recorrido sean menores. Es claro que son imprescindibles y está bien aumentar su número, pero las licencias de cualquier vehículo de alquiler deben exigir la electrificación a plazo fijo desde hoy mismo, afrontando su 'presunto' mayor coste de adquisición con medidas fiscales y mayores tarifas. El sector es consciente y ha dado muchos pasos en esa dirección².

aplicada a todos los vehículos, tanto públicos como privados.

Y hay que empezar a pensar seriamente en los autobuses: se están dando muchos pasos, pero no se deben permitir motores diésel aunque sean menos contaminantes que los antiguos. La Administración debe comprometerse en plazos e inversiones a investigar y desarrollar las variadas soluciones eléctricas existentes. Igualmente, debemos afrontar la electrificación de los autobuses como una tarea urgente: los fabricantes deben priorizar su desarrollo y la administración regional o local debe ofrecer incentivos y exigir progresos. En la periferia, los autobuses son el único modo de transporte público viable. Por su parte, en 2016 las 595.000 furgonetas y vehículos comerciales que había en Madrid suponían el 17% de los turismos y el 25% de los recorridos, y casi todos utilizan motores diésel.

² En Madrid, los taxis suponen el 5 % de la flota total y el 11% de los recorridos en el interior de la M-30, y emiten el 9,3% del NOX y el 8,8% del CO2. Con los VTC esas cifras pasan al 10,6% del NO y el 10,1% del CO2 en la almendra central. Quedan unos 10.000 vehículos diésel y cada año se renuevan unos 2.500 taxis,.

Por el lado de los vehículos, los fabricantes disponen de modelos suficientemente probados en todas las gamas, tanto de automóviles como de trolebuses y autobuses eléctricos. Por el lado del suministro de energía eléctrica a esos vehículos, la tarea requerirá inversiones a los distribuidores y cambio de hábitos de movilidad a los ciudadanos. Ambas medidas serán necesariamente abordadas por empresas y particulares, dada su mayor capacidad de adaptación y la crónica insuficiencia de financiación pública de la ciudad. Por su parte, la tecnología relacionada con la extensión e instalaciones de los sistemas de suministro parece también abordable, aunque haya que impulsar su construcción.

Es urgente regular el suministro y empezar a construir la red,

La actual situación del sector es suficientemente compleja como para que gobiernos y legisladores se decidan a impulsar cambios rápidos del sistema energético en su conjunto. Pero ello no debe ser obstáculo para actuar con urgencia en el ámbito estricto de la gran ciudad, pues el impacto de estas medidas sobre el sistema eléctrico en su conjunto será necesariamente reducido en magnitud y abordable en sus plazos. Además, proporcionará pautas para las ineludibles reformas a medio plazo, requeridas para afrontar en su momento la generalización de estas medidas al transporte interurbano.

empezando por la ciudad, donde la contaminación es más grave.

Frente a todo ello, los ingenieros -y en particular los de caminos- deben formalizar su presencia institucional en organismos y reuniones internacionales y nacionales, como vía obligada para mejorar su información, adquirir masa crítica y modular sus aportaciones. Con ello se podrán conseguir unas propuestas de regulación y medidas de mitigación más eficaces, equitativas y sostenibles.



Fundación
Caminos

Febrero 2018

ThinkHub

Jornada01 - El vehículo autónomo y conectado un cambio de paradigma social y una oportunidad para la ingeniería

Jueves, 1 de febrero 2018

Salón de Actos del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales
y Puertos | Almagro, 42 Madrid

Coordinadores: José Manuel Vassallo y Felipe Martínez

Programa

9:30 Inauguración. Juan A. Santamera, Presidente Fundación
Caminos. Miguel Aguiló, Patrono comisionado del ThinkHub
Caminos

9:40 Impacto del vehículo autónomo en la movilidad, el territorio
y la sociedad: costes, beneficios e interrogantes futuros. José
Manuel Vassallo, TransyT UPM

10:00 Cambios tecnológicos necesarios en el vehículo y la ca-
rretera para la introducción del coche autónomo. Felipe Jiménez,
INSIA UPM

10:20 Coloquio

10:45 Pausa - Café

11:15 Mesa redonda 1: impacto del vehículo autónomo en la movilidad, el territorio, la economía y el desarrollo de la sociedad. Modera: Miguel Aguiló, ThinkHub Caminos

- Alba Rey, Responsable de Movilidad, Racc
- David Lois, Profesor de Psicología Social, Uned
- Aniceto Zaragoza, Director General, Oficemen
- Nicolás Rubio de Cárdenas, Dir. Operaciones, Cintra

12:15 Mesa redonda 2: impacto del vehículo autónomo en la carretera, el vehículo y los sistemas de comunicación. Modera: Jaime Huerta, ITS España

- Ricardo Lobo, Responsable de I+D+i. OHL Concesiones
- Arantxa García Hermo, Anfac
- Ricardo Olalla, Vice-President Sales & Engineering Services Mobility Solutions, Bosch.
- Carlos Barredo, Unidad de Negocio Automoción, GMV
- Gonzalo Sánchez, D. Comercial de Infraestructuras, Kapsch

13:15 Clausura

13.30 Vino español

Junio 2018



Anexo - Currículos de los miembros

Carlos del Álamo Jiménez

Ingeniero de Montes. Universidad Politécnica de Madrid (1975).
Diplomado en Alta Dirección, ESADE (1994).

1977, Ingeniero de Montes, por oposición, del ICONA. Ministerio de Agricultura. 1990, Director General de Montes y Medio Ambiente Natural de la Xunta de Galicia. 1996, Director General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente. 1997, Consejero de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia. 2003, Presidente-Consejero Delegado de Tecnomia. Grupo TYP-SA. 2014, Vicepresidente Grupo TYP-SA.

Presidente del Instituto de la Ingeniería de España. Presidente de TYP-SA, Estadística y Servicios, S.A. Consejero de ENCE. Consejero de la Red de Parques Nacionales del MAGRAMA. Patrono del Parque Nacional Sierra Guadarrama- Miembro del Consejo Asesor de: Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, Red Española para el Desarrollo Sostenible, Radio Televisión de Madrid.

Joaquín Coello Brufau

(Salamanca). Ingeniero Naval de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de Madrid. MBA IESE.

Asesor de Presidencia de Siemens Gamesa. Consejero de Miquel y Costas & Miquel, COMEXI, PORTEL y AudingIntraesa. Presidente de ASOPORT (Asociación Estatal de Empresas Operadoras Portuarias). Asesor de Noatum Ports, Noatum Maritime, Ership y Eertika. Vicepresidente segundo y Académico numerario de la Real Academia de Ingeniería. Patrón de la Fundación Pasqual Maragall, del Palau de la Música Catalana, de FemCat y la Fundación Carulla.

Presidente de la Fundación Carulla. Presidente de ANESCO (Asociación Nacional de Empresas Estibadoras y Consignatarias). Presidente de Applus. Decano del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos. Presidente de la Autoridad Portuaria del Puerto de Barcelona. Presidente del Consejo Social de la Universidad de Barcelona. Director General de GAMESA EÓLICA. Consejero delegado de ITP. Presidente de Eurojet.

En 1978 participó en la regata "La Route du Rhum", realizando la travesía del Atlántico en solitario, año en que fue nombrado "Mejor Deportista Náutico".

Gran Cruz de la Orden de Alfonso X el Sabio. Premio a la mejor trayectoria profesional AINE (Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España) 2012.

Julio Eisman Valdés

Ingeniero electromecánico del ICAI, Eléctrico - Universidad Pontificia Comillas.

Director Fundación Acciona Microenergía. Experto de la International Renewable Energy Agency (IRENA). Responsable de Estudios y Gerente de Proyectos de Energía Sin Fronteras. Direc-

tor General Iberinco. Profesor Master de Negocio Eléctrico en el Club Español de la Energía.

Dirección de empresa de ingeniería eléctrica y proyectos llave en mano. Participación en organismos nacionales (Unesa, Aenor,...) e internacionales (CEI, Cigre,...). Gestión de empresas de ingeniería eléctrica en México y Brasil. Participación en proyectos internacionales.

Especialidades: Más de treinta y un año de experiencia en diseño, ingeniería, desarrollo y construcción de centrales y redes en el sector eléctrico. Cooperación al Desarrollo en el ámbito de la energía. Electrificación rural fuera de red: regulación, desarrollo, planificación, emprendimientos, innovación en organización. Objetivo: Acceso Universal a la Energía. Puesta en marcha y desarrollo de nuevas organizaciones (start-ups). Gestión de organizaciones no lucrativas y aplicación de la tecnología al desarrollo humano.

Vicepresidente Acciona Microenergía Perú y México. Vocal Comité Ingeniería y Desarrollo Sostenible en el Instituto de la Ingeniería de España. Miembro del Patronato de Energía sin Fronteras. Miembro del Consejo Asesor de la Asociación de Ingenieros del ICAI.

Vicent Esteban Chaparria

Doctor Ingeniero de Caminos (UPV 1978 y 1987), trabajó como consultor en varias empresas y como Ingeniero Director de un puerto hasta 1989, cuando es nombrado Catedrático de Puertos y Costas de la UPV, tras haber ejercido como Profesor Titular de puertos en la UPM desde 1987. Ha sido director de la Escuela de ingenieros de Caminos y Vicerrector de Estudios y Convergencia Europea de la UPV.

Sus líneas de investigación se han centrado en la ingeniería costera, las relaciones puerto-ciudad, el turismo náutico y la soste-

nibilidad de la costa. Ha participado como investigador en 19 proyectos de convocatorias públicas, y en 55 contratos de investigación, y ha colaborado en unos 40 convenios.

Ha publicado ocho libros, 55 Ponencias en Congresos y más de 120 artículos en revistas nacionales e internacionales, libros y capítulos de libros, sobre ingeniería marítima y turismo náutico.

Ha sido miembro del Board de la Central Dredging Association, del Comité Científico de RETE (Asociación Internacional para el estudio de la Relación Puerto-Ciudad), de varios Consejos Editoriales de revistas, comités científicos, y de la Revista de Obras Públicas. Es presidente de la Asociación de Ingenieros de Caminos, habiendo formado parte de su junta de Gobierno desde 1999.

Francisco Fernández Lafuente,

Ingeniero de Caminos, 1972, Master en Ingeniería Civil por “The University of Michigan” en 1975.

Actualmente ejerce la Profesión Libre como Presidente de Hidrotobares SL, empresa consultora de ingeniería, y colaborador de SENER entre otros. Hasta Julio de 2016, CEO de SENER Engineering and Systems Ltd. USA, con sede en California, y director del estudio Informativo del ultimo tramo de la Línea de Alta Velocidad en su acceso a Los Ángeles.

Hasta finales de 2011 responsable de las filiales del Grupo ACS dedicadas a Concesiones, primero como Director General de PR. PISA, de INVINSA, como Director General de Desarrollo de Dragados Concesiones y como Director General Adjunto al Consejero Delegado de Iridium. Desde 1989 hasta 1997 en varias posiciones del Ministerio de Fomento, primero como Asesor Ejecutivo del Ministro en materia de Transporte, y coordinador de la construcción de la Línea de Alta velocidad Madrid Sevilla, luego como Director General de Planificación en las Grandes

Ciudades, participó en la elaboración del Plan de Infraestructuras del Ministro Borrell y como Director General de Actuaciones Concertadas en las Ciudades en Bilbao Ra 2000, el Cinturón Verde de Oviedo y el Pasillo Verde de Madrid entre otras.

En 1983 fue contratado por la Diputación Provincial de Madrid, para la generación del Consorcio de Transportes de Madrid participando en la elaboración de la Ley de su creación, y llevando a cabo las tareas de planificación y ejecución como Director Técnico hasta 1988. Desde 1973 Ingeniero de Proyecto y Director del Área de Transporte Urbano en INECO. Como Director del proyecto del Metro de Bilbao y de Bogotá en 1980 entre otros.

Profesor y Director del Master en Financiación de Infraestructuras en la Universidad Europea en 2012/13.

Josefina Gómez Mendoza

Doctora en Historia y Geografía. Catedrática de Análisis Geográfico Regional de la Universidad Autónoma de Madrid (1982-2012). Catedrática Emérita de la UAM desde 2012. Ha sido Rectora de la UAM (1984-1985) y, con anterioridad, Decana de la Facultad de Filosofía y Letras y Vicerrectora de Ordenación Académica y Profesorado. Es Ingeniera de Montes de honor (1997) y Académica de número de la Real Academia de Ingeniería desde 2005. Desde 2010 pertenece al Colegio Libre de Eméritos.

Está en posesión de la Gran Cruz de Alfonso X el Sabio, las Palmas Académicas de la République Française y la medalla de oro de la Universidad Autónoma de Madrid.

Ha pertenecido al Consejo de Estado como consejera electiva entre 2004-2014. También al Consejo Asesor de Medio Ambiente y al Consejo de la Red de Parques Nacionales de 2008-2016. Ha sido Presidente de la Asociación de Geógrafos Españoles. También (2010-2012) de la Comisión de Humanidades de la

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) y fue vocal del Consejo Asesor de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva. Pertenece a varias sociedades científicas nacionales y extranjeras.

Íñigo Losada Rodríguez

Íñigo Losada es Dr. Ingeniero de Caminos por la Universidad de Cantabria y *PhD in Civil Engineering* por la Universidad de Delaware (USA).

Es Catedrático de Ingeniería Hidráulica de la Escuela de Caminos de la Universidad de Cantabria y Director de Investigación del Instituto de Hidráulica Ambiental, del que es co-fundador, y Director Científico del Gran Tanque de Ingeniería Marítima de Cantabria, con investigación en ingeniería de costas y offshore, energías renovables en el medio marino y clima y cambio climático en la costa.

Según SCOPUS, en el periodo 1992-2015, es el 4º autor más prolífico del mundo, el 3º en número de citas y el 2º con mayor factor de impacto acumulado en la disciplina *Ocean Engineering del Journal Citation Reports (JCR)*. Por ello, aparece en la lista de autores de *Essential Science Indicators (Wos)* en la disciplina *Engineering*. Ha dirigido 25 proyectos de investigación del Plan Nacional o en Programas Europeos y más de 60 proyectos de transferencia tecnológica para empresas y administraciones nacionales e internacionales. Ha dirigido 22 Tesis Doctorales.

Ha sido el único español *Coordinating Lead Author* del 5º Informe sobre Cambio Climático del IPCC y es *Lead Author* en el nuevo informe del IPCC sobre cambio climático y océanos. Ha recibido el Premio Nacional de Medio Ambiente, Premio Modesto Vigueras de la Asociación Española de Puertos y Costas, el Premio Augusto González Linares y es miembro del *Coastal Engineering Research Council (CERC)* de la ASCE. También ha recibido el Premio *Enrico Marchi* de la Sociedad Italiana de In-

geniería Hidráulica y el Premio John G. Moffat & Frank E. Nichol de la ASCE. Es Medalla al Mérito Profesional del Colegio de Ingenieros de Caminos, y de la Medalla al Mérito Naval con distintivo blanco.

Pedro Martín Jurado

Ingeniero de Telecomunicación por la UMP (1982) y Master en Dirección de Sistemas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (DISTIC). Funcionario del Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información de la Administración del Estado desde 1988.

De 1982 a 1988 desempeñó diversos cometidos en empresas del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (Dragados, Boeing e IECISA). Siempre en gestión y promoción de proyectos.

De 1988 a 1999 gestión de la I+D en TIC en la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, Subdirector General Adjunto de Coordinación Informática de la Dirección General de Modernización Administrativa del actual Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. En 1996 Subdirector General de Coordinación en la Dirección General de Telecomunicaciones del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

En el 2000 vuelve al sector privado desempeñando diversos puestos en empresas del sector TIC (Everis, ExcemTechnologies y MNEMO). Reingresa en 2009 en el Ministerio de Defensa como Inspector General del Plan Director de Sistemas y Telecomunicaciones. En octubre de 2010 pasa a la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones como Director del Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. En 2013 pasa a ser Asesor en la Subdirección General de Atención al Usuario de Telecomunicaciones y en 2017 Asesor en la Subdirección de Operadores de Telecomunicación

para ocuparse de la coordinación de la participación española en los organismos internacionales de normalización (UIT, ETSI y UE). En el seno del ETSI ha promovido la creación de un grupo de especificaciones técnicas liderado por España para Blockchain/DLT.

Ha sido Vicepresidente de la Asociación española de Ingenieros de Telecomunicación. Ponente en multitud de foros y seminarios. Profesor de la EOI y del INAP.

Pablo Otaola Ubieta

Bilbao, 1953. Ingeniero de Caminos. Especialidad Transportes y Urbanismo (1978) por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.

Desde junio 2004 es Gerente de la Comisión Gestora de Zorrotzurre (Bilbao). Se trata de un proyecto público-privado para la reconversión de un área industrial de 84 Has situada en la Ría de Bilbao.

2001-2004. Director Adjunto del Institut Valencià d'Art Modern, IVAM.

1993-2000. Director General de Bilbao Ría 2000.

Medalla al Mérito Profesional del Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos (2009).

Desde 1998 ha asesorado a diversos proyectos internacionales. En la actualidad asesora a un proyecto en Saint Nazaire (Francia) y es miembro de "Círculo de Calidad de Euralens" constituido en torno al proyecto del nuevo museo del Louvre en Lens (Francia).

Ha sido miembro de varios jurados de arquitectura y urbanismo internacionales en España y Francia.

Sara Perales Momparler

Es Doctora Ingeniera de Caminos y Master Universitario en Consultoría de Ingeniería Civil por la Universitat Politècnica de València. Tras 4 años ejerciendo la profesión en Reino Unido y Nueva Zelanda, vuelve a España en el 2006 y funda PMEnginyeria SL, consultora especializada en Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) predecesora de Green Blue Management SLP, de la que actualmente es Gerente. Ha desarrollado más de 50 estudios y proyectos de incorporación de SUDS en diversos planeamientos urbanísticos, tanto en el sector privado como en el público, dentro y fuera de España.

Destaca su participación en proyectos europeos relacionados con el trinomio agua-energía-cambio climático en el Mediterráneo, como AQUAVAL, E²STORMED, CoSuDS y LIFE CERSUDS. Cuenta con diversas publicaciones en capítulos de libros y revistas técnicas, y ha sido ponente en multitud de congresos. Es Premio Ingeniero Joven 2009, concedido por la Demarcación de la Comunidad Valenciana del Colegio de ICCP. Actualmente es vocal de la Junta Directiva de la Asociación de ICCP (AICCP) y vocal de la Junta de Gobierno del Colegio de ICCP (CICCP), donde preside las comisiones de Internacional y Mujer en la Ingeniería Civil.

Antonio Serrano Rodríguez

1950. Dr. Ingeniero de Caminos. Licenciado en Ciencias Económicas. Diplomado en Ordenación del Territorio. Catedrático de Urbanística y Ordenación del Territorio. Presidente de la Asociación Interprofesional de Ordenación del Territorio, FUNDICOT.

Ha sido Secretario General para el Territorio y la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, D.G. de Agua, Costas y Biodiversidad, y de la División de Desarrollo Territorial (2004-2008); Vicepresidente del Consejo Internacional de Coordinación (ICC)

y Presidente del Comité Español del Programa MaB (Hombre y Biosfera) de la UNESCO; Presidente de Parques Nacionales; Presidente del Patronato de la Fundación Biodiversidad. Vicepresidente del Consejo Asesor de Medio Ambiente.

Vocal del Consejo Asesor Editorial de las Revistas Ciudad y Territorio y Estudios Territoriales. D. G. de Política Territorial y Urbanismo y D. G. del Instituto del Territorio y Urbanismo, del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1992-93). Vicerrector de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Universidad Politécnica de Valencia. Subdirector General de Catastro del Instituto Geográfico Nacional. Consejero de SE-PES y de AENA. Patrono de la Fundación de Ferrocarriles Españoles.

En la empresa privada, ha sido Director de Estudios de SENDA 3, Planificación del Transporte, S.A. Director de TAU, Planificación Territorial y del Transporte, S.L. Asesor de otras empresas y del CEOTMA en el antiguo MOPU. Miembro de la Comisión de Expertos de Urbanismo para las ciudades españolas del siglo XXI.

Trabajo profesional y de investigación en planificación territorial y ambiental, urbanismo y del transporte; Organizador y coordinador científico de los Congresos Internacionales de Ordenación del Territorio; organizador, director científico y ponente en numerosos cursos, seminarios, entre ellos el Master de Planificación Territorial y Urbana y el Curso de Postgrado de Ordenación del Territorio. Numerosas publicaciones y más de mil conferencias sobre estas materias.

Benjamín Suárez Arroyo

Dr. Ingeniero de Caminos. Catedrático de Universidad.

Director E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Barcelona, Vicerrector de Ordenación Académica y Comisionado

para Integración de los estudios de la Universidad Politécnica de Cataluña en Espacio Europeo de Educación Superior, Director del Departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en Ingeniería.

Coordinador del programa de Convergencia Europea de Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (51 libros blancos estudios de grado) y del Foro Español SSME (Ciencia e Ingeniería de los Servicios, IBM y Universidad Internacional Menéndez Pelayo), miembro de la Comisión de Acreditación EURACE de ANECA-IIE. Asesor del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Coordinador de diversos proyectos de Cooperación y Reconocimiento Mutuo de Acreditación en Ingeniería entre agencias europeas, la Universidad de la Plata (Argentina) o la Facultad de Ingeniería de la Universidad Austral, Valdivia, Chile.

Especialista en el desarrollo y aplicaciones de la Computación y Métodos Numéricos de Altas Prestaciones en proyectos de I+D+i y profesionales en ingeniería civil, náutica y aeronáutica, mecánica y mecánica de fluidos y biomédica (comportamiento del mar y estructuras portuarias, inundaciones y presas, obras subterráneas e infraestructuras viarias).

Medalla Mérito Profesional del Colegio de ICCP en 2010. En la actualidad Director de la Fundación Politécnica de Cataluña (UPC).

José Trigueros

Ingeniero de Caminos, UPM; Master en Dirección y Administración de Empresas por el I.E. Bussines School de Madrid; Diplomado en Dirección de Inversiones Públicas, por el INAP; Supervisor de Instalaciones Radiactivas por el Consejo de Seguridad Nuclear y Funcionario del Ministerio de Obras Públicas.

Departamento de Estructuras de Dragados y Construcciones S.A., pasando en el año 1980 al CEDEX como Director del Programa de Estudios Ambientales (1990) y Jefe del Área de Ingeniería Ambiental (1994). En 1996 se traslada al Ministerio de Medioambiente donde ocupa los cargos de Subdirector General de Evaluación Ambiental y Actuaciones Sectoriales (1996); Subdirector General de Recursos Minerales y Medioambiente del IT-GE (1997); Director General de Calidad y Evaluación Ambiental(1999); Director General de Costas (2000). En el año 2004 se incorpora a la Comunidad de Madrid como Viceconsejero de Medioambiente y Ordenación del Territorio, Director General de Evaluación Ambiental, Director General de Urbanismo y Ordenación del Territorio y Director General de Carreteras e Infraestructuras .

En 2017 es nombrado Director del CEDEX , cargo que ocupa en la actualidad

Autor de diversas publicaciones y artículos, ha sido profesor en numerosos cursos y ponente en diversas conferencias y congresos (UIMP, EOI de Madrid, Reunión mundial de la Federación Internacional de Carreteras celebrado en Toronto, Cursos de evaluación ambiental en carreteras celebrados en Argentina, Uruguay y Chile.

Miembro de comité español de la Asociación Mundial de la Carretera; Miembro del grupo de expertos de la O.C.D.E. en el grupo de transporte por carretera; Miembro de la Comisión de Medioambiente del Colegio de I.C.C.P. Medalla al Mérito Profesional otorgada por el Colegio Nacional de Ingenieros de Caminos.

José Manuel Vassallo

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid y Licenciado en Economía por la UNED. En el curso 2004-05 fue visiting fellow de la Kennedy School of Government de la Universidad de Harvard. Actual-

mente es Director del Departamento de Ingeniería Civil. Transporte y Territorio de la ETSI de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. A su vez es Catedrático en el área de Economía y Financiación del Transporte de dicho Departamento.

Su trayectoria profesional ha estado ligada básicamente al mundo de la docencia, la investigación y la consultoría especializada en el ámbito de la economía del transporte y, específicamente, en materia de regulación, gestión y financiación de infraestructuras públicas. De su labor como investigador cabe destacar sus más de cien publicaciones entre libros y artículos. Entre otras actividades de carácter profesional, cabe resaltar sus trabajos para la Coordinación General de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas de Chile, el Banco Europeo de Inversiones y el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). En la actualidad es miembro del Consejo Asesor del Ministerio de Fomento de España.

Miguel Aguiló

Madrid, 1945. Doctor Ingeniero de Caminos y Economista.

Ha trabajado en Puentes y estructuras, Recursos Hidráulicos, Construcción Naval, Transporte Aéreo, y en Construcción y Servicios. Ha sido Presidente del Canal de Isabel II, de Astilleros Españoles y de Iberia. Ahora es Director de Política Estratégica de ACS.

Es Catedrático Emérito de la UPM, Escuela de Ingenieros de Caminos. En 2009 creó la Fundación Miguel Aguiló, con sede y patronato de la UPM, para la investigación y divulgación del Patrimonio y Paisaje de lo construido.

Ha publicado numerosos artículos y unos treinta libros, a destacar tres obras teóricas: *El Paisaje Construido*; *Forma y Tipo en el arte de construir puentes*; y *Qué significa construir*; junto a

dos colecciones de gran formato editadas por ACS, una de diez tomos sobre *Arquitectura e Ingeniería en España* y otra sobre *Grandes Ciudades*, por ahora Madrid, Nueva York, Berlín, Sidney y Londres.

Ha sido Premio Nacional de Urbanismo y Premio Nacional del Medio Ambiente. Es fundador de la Fundación Ingeniería y Sociedad; vocal del Círculo de Bellas Artes; Vicepresidente del Colegio Libre de Eméritos; Miembro del Círculo Cívico de Opinión; Presidente de la Revista de Obras Públicas; Patrono de la Fundación Caminos.