



La revista de los  
Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos

**3615** DICIEMBRE 2019

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

# ROP



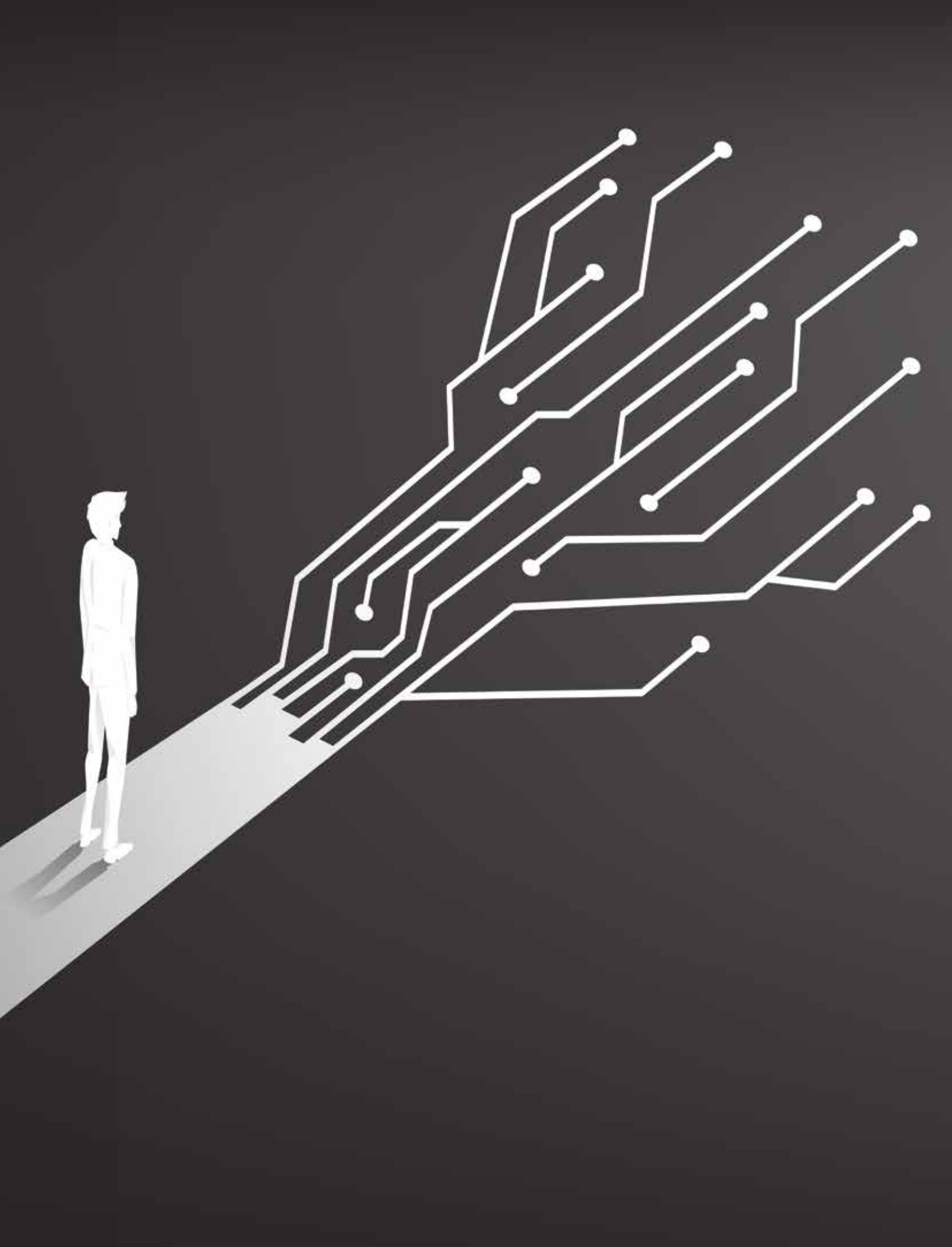
DIGITAL  
TRANSFORMATION

MONOGRÁFICO

**Transformación digital**

Coordinado por Víctor Izquierdo







# EDITORIAL

Este número monográfico de la Revista de Obras Públicas versa sobre la transformación digital, y lo hace en una doble vertiente: para explicar los cambios de estructura del propio Colegio en su funcionamiento interno y en los servicios que presta a los colegiados, y para describir el papel que desempeña como Oficina de Transformación Digital, en ayuda de terceros que vayan someterse a dicho proceso.

El secretario general del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, José Javier Díaz Roncero, explica en el artículo que encabeza este monográfico que “la transformación digital es la reinención de una organización a través de la utilización de la tecnología digital para mejorar la forma en que se desempeña el trabajo y sirve a quienes la constituyen. Este proceso ayuda a una organización a seguir el ritmo a las demandas emergentes de los clientes, manteniéndolas en el futuro, y permite que compitan mejor en un entorno económico cambiante a medida que la tecnología evoluciona”.

En lo tocante al Colegio, la transformación digital se ha encaminado a prestar los servicios más innovadores a los colegiados. En este sentido, se ha puesto en marcha la relación digital con ellos mediante un nuevo sistema de gestión colegial, y los nuevos criterios y procedimientos se están aplicando a los principales ámbitos de la actuación del Colegio, como el Empleo, la Formación o el Visado, en que la Transformación Digital ofrece grandes ventajas.

Pero, además, la implicación del Colegio en esta renovación sale de su marco estricto y se extiende a la sociedad en general para facilitar el proceso de digitalización de las empresas españolas, el emprendimiento digital y el fortalecimiento del ecosistema de soporte en materia TIC. Ello se debe a que el Colegio ha sido elegido sede de una Oficina de Transformación Digital, que fue inaugurada a finales de 2018 de la mano de Red.es. Tal iniciativa marca un hito en el mundo de los

colegios profesionales, ya que no tiene precedente en ellos, y se adentra en el ámbito general del servicio a la empresa, en pos de su modernización y competitividad.

Dicha Oficina, encargada de fortalecer el ecosistema de soporte a las pymes en materia TIC, ha realizado a lo largo de 2019 nada menos que 24 eventos (doce jornadas de sensibilización generales y otros doce talleres dinamizadores más específicos), a los que han asistido más de un millar de profesionales de forma presencial y cerca de 3.600 mediante *streaming*, habiendo prestado ayuda a unas 87.000 pymes.

En esta línea de innovación tecnológica, el Colegio de Ingenieros de Caminos ha dado también pasos importantes en el terreno de la formación. Así, ha puesto en marcha el “Máster en Tecnologías Digitales e Innovación en Ingeniería”, dirigido a ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y a profesionales de la ingeniería o de otras disciplinas cuya actividad converge con las tecnologías de la información y la comunicación. Y, por supuesto, el Colegio está atento a todos los procesos de innovación digital, incluida la aplicación de la metodología BIM en los procesos de digitalización que afectan a empresas de ingeniería en materia de construcción y obra pública, que va a suponer uno de los principales cambios en este sector; y asistimos con interés a la utilización de la *blockchain* original, que fortalece el registro encadenado de procedimientos y certificaciones, que actualmente está en fases incipientes de desarrollo, y a las demás manifestaciones de la digitalización en todos los aspectos.

En definitiva, esta revista que el lector tiene en sus manos compendia el gran salto cualitativo que ha dado el Colegio en el terreno de las nuevas tecnologías.

**Antonio Papell**  
Director de la ROP



REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS Nº 3615  
DICIEMBRE 2019. AÑO 166. FUNDADA EN 1853

**Consejo de Administración**

**Presidente**

Miguel Aguiló Alonso

**Vocales**

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

**Comité Editorial**

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

**Edita**

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

**La revista decana de la  
prensa española no diaria**

**Director**

Antonio Papell

**Redactora jefe**

Paula Muñoz

**Diseño**

Julián Ortega

**Maquetación y edición**

Diana Prieto

**Publicidad**

Almagro, 42 - 4<sup>a</sup> Plta.  
28010 Madrid  
T. 913 081 988  
rop@ciccp.es

**Imprime**

Gráficas 82

**Depósito legal**

M-156-1958

**ISSN**

0034-8619

**ISSN electrónico**

1695-4408

**ROP en internet**

<http://ropdigital.ciccp.es>

**Suscripciones**

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

6 **VIII Congreso Nacional de  
Ingeniería Civil  
EL LIDERAZGO DE LOS  
INGENIEROS DE CAMINOS**

**Monográfico  
TRANSFORMACIÓN DIGITAL**

10 **ESTRATEGIA DE  
TRANSFORMACIÓN  
DIGITAL DEL COLEGIO DE  
INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS**  
JOSÉ JAVIER DÍEZ RONCERO

16 **LA TRANSFORMACIÓN  
DIGITAL DE LAS  
ADMINISTRACIONES  
PÚBLICAS. CÓMO AFECTA A  
LAS EMPRESAS**  
VÍCTOR IZQUIERDO

# SUMARIO

- 24 **EL SECTOR DEL AGUA Y LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA INGENIERÍA CIVIL. LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA**  
CARMEN DE ANDRÉS  
SARA CENTENO
- 30 **LOS ITS EN LA ERA DIGITAL**  
MARIO AYMERICH
- 36 **LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL MINISTERIO DEL INTERIOR. EL CENTRO TECNOLÓGICO DE SEGURIDAD**  
ENRIQUE BELDA
- 42 ***BLOCKCHAIN.* FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y DE NEGOCIO**  
CÉSAR PÉREZ-CHIRINOS  
ANTONIO RODRÍGUEZ FURONES
- 48 **TERRITORIOS/CIUDADES/ ECOSISTEMAS INTELIGENTES**  
ANTONIO SERRANO
- 60 **BIM EN INFRAESTRUCTURAS CIVILES**  
JORGE TORRICO
- 66 **DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL SECTOR INMOBILIARIO**  
MANUEL JIMÉNEZ  
FERNANDO VALERO
- 74 **1995-2020 ANIVERSARIO AGA**  
ENRIQUE HERNÁNDEZ  
JOSÉ ANTONIO RODRÍGUEZ
- Noticias**  
**MIGUEL AGUILÓ, PREMIO NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



# VIII

## Congreso Nacional de Ingeniería Civil

El liderazgo de los  
ingenieros de Caminos

Madrid - 17 y 18 de febrero de 2020



La **Ingeniería Civil** vive un momento especialmente brillante en la esfera global que ofrece nuevas expectativas y soluciones para mejorar la vida de los ciudadanos en todo el mundo. El gran objetivo de la **movilidad** es la propuesta esencial en un marco en el que garantizar un modelo de crecimiento sostenible, el reto que impida los efectos perversos del **cambio climático**.

Como civilización, debemos ser conscientes de que ha pasado el tiempo del inmovilismo, de la protección de intereses limitados y de aplazar las decisiones desagradables. A partir de hoy, debemos empezar la tarea de rehacer el **progreso**.

El objetivo principal de este Congreso será **reflexionar**, entre otros temas, sobre la movilidad del siglo XXI, el vehículo eléctrico y la agenda urbana, la transformación digital, el cambio climático, el almacenamiento de energía, la economía circular y la gestión, financiación e innovación de la obra pública.

La Ingeniería de Caminos se sitúa en el centro mismo del **debate** para ofrecer nuevas **soluciones** y aportar nuevos marcos de referencia a través de los que construir los grandes proyectos que sirvan de impulso a través de un enfoque **multidisciplinar** y una visión global de los desafíos a los que la sociedad ya hace frente.

Si queremos analizar y diseñar las opciones estratégicas que se plantean para **las administraciones y las empresas**, debemos abrir el debate público para que la Ingeniería de Caminos realice sus propuestas y presente sus soluciones.

## PRIMERA SESIÓN - 17 DE FEBRERO 2020

### PANEL I: MOVILIDAD, TRANSPORTE Y VEHÍCULO ELÉCTRICO/AUTÓNOMO

La movilidad es, sin lugar a dudas, uno de los ámbitos de trabajo de la ingeniería civil que está experimentando un cambio de paradigma más radical en los últimos años. El actual titular de Fomento apuesta por un nuevo concepto de movilidad y transporte inclusivo, orientado al usuario y que ofrezca soluciones de movilidad adaptadas para todos; integrado, sostenible en términos económicos, ambientales, sociales; seguro y adaptado al futuro.

### PANEL II: GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y ADAPTACIÓN

La mejora continua de la seguridad de los servicios y las obras públicas debe considerarse una prioridad. Así mismo, hay que desarrollar planes de contingencia resilientes frente a catástrofes provocadas por causas naturales, ataques terroristas, ciberataques y bioterrorismo. El estudio y la implantación de medidas para potenciar la interconexión entre los modos de transporte debe considerarse una prioridad.

### PANEL III: CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO

La consideración y protección patrimonial de las obras públicas es todavía limitada, y las escasas obras de ingeniería declaradas bienes de interés cultural se han valorado como monumentos, sitios y conjuntos históricos o zonas arqueológicas, incidiendo en su dimensión histórica y artística y eludiendo, o trasladando a un segundo plano, sus rasgos determinantes. Es necesario reivindicar la existencia de dicho patrimonio y enfatizar la necesidad de inventariarlo, protegerlo y mantenerlo al día.

### PANEL IV: AGENDA URBANA

La lucha por lograr una economía baja en carbono y una vida saludable para los ciudadanos está llevando a la proliferación de fuentes de energía alternativas en el transporte, destacándose la tendencia de los países más desarrollados hacia la promoción del vehículo eléctrico. El Plan de Acción de la Agenda 2030 –que recoge políticas urbanas de carácter social, económico y medioambiental– ha sido sometido a un amplio proceso de participación y consenso con todos los niveles de la Administración, el sector privado y la sociedad civil; y busca conseguir un uso racional del suelo, fomentar la movilidad sostenible y la innovación digital.

### PANEL V: LA DIGITALIZACIÓN EN LA INGENIERÍA: INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

Los ingenieros de Caminos estamos dispuestos a colaborar para seguir contribuyendo a la modernización de nuestro país y no solo en las áreas de actividad en las que habitualmente hemos trabajado, sino en los sectores transversales que el nuevo modelo económico multidisciplinar nos exige y nos demanda para dar la adecuada respuesta técnica en campos estratégicos de la economía donde la transformación digital ya es una realidad.

## SEGUNDA SESIÓN - 18 DE FEBRERO 2020

### PANEL VI: AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático y las acciones de clima fomentarán la creación de empleo para nuestros profesionales, quienes consideran que el agua es un elemento primordial. La sostenibilidad y resiliencia de las infraestructuras ante un cambio climático que ha dejado hace tiempo de ser una simple especulación y se ha convertido en un factor constatado e ineludible que ha de ser tenido en cuenta tanto en el proyecto como en la financiación, la construcción y la gestión de las obras públicas y de las infraestructuras.

### PANEL VII: ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Debemos poner en valor nuestra capacidad de almacenamiento, ya que puede ser el eje que nos conduzca a una efectiva lucha contra el cambio climático. Además, es necesario reconfigurar los sistemas existentes y apostar por que los nuevos proyectos caminen en esa dirección.

### PANEL VIII: INGENIERÍA/ECONOMÍA CIRCULAR Y SOSTENIBILIDAD

A finales del año 2015, la Unión Europea publicaba un plan de acción para una economía circular que pretendía estimular una transición de la economía lineal de materiales-productos-residuos, a una economía circular basada en una eficiencia y eficacia de materiales y energías en la que los residuos son verdaderos recursos. Entre las medidas, destacaban la calidad del reciclaje de plásticos y la reducción de estos residuos.

### PANEL IX: RESIDUOS. PLÁSTICOS

El mundo produce aproximadamente 300 millones de toneladas de residuos plásticos cada año y actualmente solo 14 % se recolecta para el reciclaje, según informa ONU Medio Ambiente. Es más, de todos los desechos plásticos que se han producido en nuestra historia, solo 9 % se ha reciclado.

### PANEL X: FUTURO DE LA PROFESIÓN. FORMACIÓN, ACREDITACIÓN E INTERNACIONALIZACIÓN

Partiendo de la relación y colaboración con las Escuelas, trabajamos para conseguir la implantación del modelo de Máster integrado, en un esquema de formación de máximo nivel, como base desde la que potenciar la Agencia de Empleo y la presencia de los ingenieros de Caminos en el sector público y, al mismo tiempo, facilitar las oportunidades de empleo en sectores estratégicos, como las tecnologías de la información, el mundo financiero, la logística o la transición ecológica.







**MONOGRÁFICO**

**TRANSFORMACIÓN DIGITAL**

# Estrategia de Transformación Digital

del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

JOSÉ JAVIER  
**Díez Roncero**

Secretario general del Colegio de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos

## 1 Introducción

La transformación digital es la reinención de una organización a través de la utilización de la tecnología digital para mejorar la forma en que se desempeña el trabajo y sirve a quienes la constituyen. Este proceso ayuda a una organización a seguir el ritmo a las demandas emergentes de los clientes, manteniéndolas en el futuro y permite que compitan mejor en un entorno económico cambiante a medida que la tecnología evoluciona.

La Transformación Digital nos sitúa en un nuevo escenario que nos traslada al mercado global, hoy abiertamente mediatizado por la digitalización. Además, afirmamos, sin ninguna limitación, que la Transformación Digital reinventa la dinámica de las organizaciones para adaptarlas a las necesidades del presente, pero sobre todo y especialmente, del futuro.

No se trata solo de una transformación tecnológica, sino que comporta abordar otra actitud de las personas y que nos conduce, necesaria e inexorablemente, a una verdadera reinención, o, al menos, a un replanteamiento integral de las organizaciones, de las corporaciones, de las empresas, especialmente de las pymes. En resumen, la Transformación Digital nos sitúa en un nuevo escenario que nos traslada al mercado global, hoy abiertamente mediatizado por la digitalización.

Así, la Transformación Digital representa entender la ola completa de tecnologías, el conjunto de innovaciones que cambian la realidad de las personas y las empresas. Al mismo tiempo, entenderlo, adaptarse y ser capaz de rentabilizar el proceso. La relación de avances transformadores es extensa: la ciencia de datos, el Internet de las cosas, la inteligencia artificial, los smartphones, la nube, la conducción autónoma y los cambios en la movilidad urbana, la realidad virtual y la aumentada, la robótica, los drones...

Sea cual sea el tamaño de la empresa o la institución, la transformación tiene siempre que tener un motivo, un planteamiento estratégico. Es preciso tener claro para qué se quiere cambiar. Lo primero es escuchar a los clientes o, en nuestro caso, los destinatarios de los servicios que prestamos. Y claro, no olvidar a los que queremos que sean clientes o, en nuestro caso, los colegiados. Pero no solo esto, estamos hablando de un nuevo modelo. Ver cómo se percibe la marca y cómo mejorar la relación con los receptores de los servicios, a través de la tecnología. La tendencia ahora mismo es esa, no mirar al interior, a los procesos de la compañía, o, al menos, no hacerlo en exclusiva; sino pensar en las personas e interpretar sus deseos y necesidades; que, al final, son los que deciden, son los consumidores, los destinatarios últimos de los servicios que prestamos, los colegiados y los futuros colegiados, en el caso de nuestra institución.

## 2 Plan Director de Estrategia

La Transformación Digital constituye un elemento esencial en los planes de negocio de las empresas y constituye una herramienta fundamental en la evolución de las organizaciones de servicios. En consecuencia, la digitalización ha de interpretarse más como un proceso que como un objetivo en sí mismo.

En nuestro caso, del Colegio, como institución que representa a una profesión que impulsa y garantiza la modernización del conjunto de la sociedad. Y así está recogido en el PDE 2020 que traza nuestras líneas de trabajo con el objetivo de incorporar, de forma rápida y eficaz, la innovación en los sec-

tores estratégicos para impulsar la recuperación económica y favorecer el desarrollo, siempre al servicio de la sociedad.

En clave interna, debemos fijarnos en la modernización de la institución, del propio Colegio, para prestar los servicios más innovadores a los colegiados. Además, se ha puesto en marcha la relación digital con los colegiados, mediante un nuevo sistema de gestión colegial. Además, hay grandes ámbitos de la actuación del Colegio, como el Empleo, la Formación o el Visado, en que la Transformación Digital ofrece grandes ventajas a los usuarios y la economía en general.

Pero también el Colegio ha facilitado el proceso de digitalización de las empresas españolas, el emprendimiento digital y el fortalecimiento del ecosistema de soporte en materia TIC.

Visión	<b>LIDERAZGO</b>	<b>INFLUENCIA</b>	<b>EFICIENCIA</b>
Misión	<b>Impulso del reconocimiento de los ICCP como profesionales de prestigio al máximo nivel</b>	<b>Actuación activa del Colegio y de los ingenieros en los ámbitos nacional e internacional, claves a nivel económico y social</b>	<b>Optimización de la organización interna y de la capacidad de servicio a los Colegiados</b>
Objetivos / Líneas de Actuación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajar con las Escuelas y la Admón (Educación) para ampliar el reconocimiento del título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.</li> <li>• Incrementar la formación aportada por el Colegio</li> <li>• Destacar la formación, capacidad e imagen de las ICCP como referentes en Desarrollo Sostenible y cambio climático</li> <li>• Impulsar la presencia en los sectores frontera: gestión, admons públicas, consultoría, medio ambiente, energía, ciudades inteligentes, socimis...</li> <li>• Fomentar el liderazgo en nuevas tecnologías: agenda digital, Big Data...</li> <li>• Promover la certificación de la experiencia y capacidades de los Colegiados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia y actuación ante órganos políticos y administrativos y ante foros empresariales y financieros</li> <li>• Aprovechar las ventajas del conjunto Colegio-Asociación-Fundación para multiplicar presencias</li> <li>• Consolidar el 'ThinkHub Caminos'</li> <li>• Optimizar la comunicación bidireccional con los Colegiados y con la sociedad</li> <li>• Aprovechar las ventajas del conjunto Colegio-Banco-Mutua</li> <li>• Promover el "networking" incorporando redes sociales. Impulsar/ampliar el proyecto en curso.</li> <li>• Presencia activa en iniciativas solidarias y de cooperación al desarrollo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizar la organización interna: estructura, digitalización, plataforma tecnológica, ...</li> <li>• Poner en valor activos del Colegio: contenidos, relaciones, "marca", ...</li> <li>• Coordinación y unidad de acción con las Demarcaciones en aspectos estratégicos.</li> <li>• Completar y mejorar los servicios a los Colegiados</li> <li>• Optimizar los servicios y la organización Internacional</li> <li>• Analizar oportunidades para optimizar la transparencia y la ética en el funcionamiento del Colegio y en la profesión</li> <li>• Incorporar las prioridades de las nuevas generaciones (millennials).</li> <li>• "Volcar el Colegio hacia fuera"</li> </ul>

### COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN

Esto es debido a que el Colegio ha sido elegido como sede para albergar la Oficina de Transformación Digital, una iniciativa financiada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), a cargo del Programa Operativo de Crecimiento Inteligente.

Así, dentro del eje “Liderazgo del Colegio en la Transformación Digital e Innovación”, la OTD encaja en las medidas de difusión e intercambio de conocimientos de este eje estratégico y se complementa con actividades de formación a los ingenieros y sus empresas, así como las actuaciones del Colegio con las Administraciones Públicas y la colaboración en sus planes de innovación.

### **3** Oficina de Transformación Digital

A finales de 2018 se inauguró la Oficina de Transformación Digital, de la mano de Red.es, que supone un hito para esta institución, no solo en el mundo de los colegios profesionales, sino en el campo de la empresa, la modernización y la competitividad.

El objetivo es fortalecer el ecosistema de soporte a la pyme en materia TIC a través de:

- Servicios de difusión: acciones de sensibilización y dinamización a la pyme en su proceso de transformación digital y a los emprendedores.

- Servicios de apoyo: atención y resolución de consultas sobre las soluciones y metodologías TIC para mejorar la gestión de las empresas.

Se entiende por Oficina de Transformación Digital un centro de trabajo en el que se realizan labores de sensibilización y apoyo sobre las ventajas y metodologías para optimizar el funcionamiento de los autónomos y las pymes, a través de la utilización de la tecnología digital, incorporando las TIC (Tecnologías de la información y las comunicaciones) en sus procesos. Por eso, afirmamos sin ninguna limitación, que la Transformación Digital reinventa la dinámica de las organizaciones para adaptarlas a las necesidades del presente, pero sobre todo y especialmente, del futuro.

Lo que buscamos es fomentar el despliegue de redes ultrarrápidas, desarrollar la economía digital, mejorar la administración electrónica y los servicios públicos digitales, reforzar la confianza en el ámbito digital, impulsar la I+D+I en las industrias de futuro en todos los sectores estratégicos en los que estamos inmersos y apoyar la inclusión digital y la formación de nuevos profesionales TIC (Tecnologías de la información y las comunicaciones).



Estamos ante una iniciativa que permite a las pymes disponer de un asesoramiento individualizado en su proceso de transformación digital. Un servicio que se concretará en la realización, por parte de agentes especializados, de un Plan de digitalización para la incorporación de las TIC en sus procesos (gestión del negocio, relación con terceros, comercio electrónico, digitalización de servicios y soluciones).

**A lo largo de 2019, se han realizado 24 eventos, repartidos en jornadas de sensibilización generales (12) y talleres dinamizadores más específicos (12), a los que han asistido 1.083 profesionales de manera presencial y 3.598 en streaming. Gracias a nuestra OTD, hemos ayudado a 87.000 pymes**

Los temas tratados han sido los siguientes:

- El mejor sistema ERP para tu empresa
- Relación con terceros. Cómo elegir un CRM
- Márketing Digital. Cómo generar oportunidades comerciales
- Reglamento General de Protección de Datos
- Presencia en la Web y redes sociales. Haz visible tu empresa
- ¿Qué es BIM? (Building Information Modeling)
- Emprendimiento Digital.
- Servicios de Cloud Computing para las pymes
- Transformación Digital en Transporte e Infraestructuras
- Transformación Digital en agua y medio ambiente

# 4

## El futuro de los ingenieros de Caminos

Dada la dimensión multidisciplinar de nuestra profesión, pusimos en marcha el “Máster en Tecnologías Digitales e Innovación en Ingeniería”, dirigido a ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y a profesionales de la ingeniería o de otras disciplinas cuya actividad converge con las tecnologías de la información y la comunicación, en el ámbito de aplicación de muchos sectores, que precisamente son estratégicos para el desarrollo económico. Permite acceder a una serie de conocimientos para todos aquellos profesionales interesados en reforzar su carrera profesional con nuevas competencias en el ámbito digital.

El objetivo del Máster es que los nuevos ingenieros puedan formarse como los profesionales completos –“globales”, diríamos hoy– que reclaman tanto la industria como el sector público, capaces de liderar la transformación digital en sus respectivas organizaciones o participar en proyectos complejos que requieran la aplicación de estas tecnologías.

Se trata de una iniciativa que se inscribe en una visión de futuro a largo plazo, multidisciplinar y global. Es un Máster 100 % online que engloba materias como el Big Data, Blockchain, BIM, Ciberseguridad, Inteligencia Artificial, Transformación Digital, etc. Su carácter modular da la posibilidad elegir los módulos a cursar disponiendo de 3 años para terminarlo. La primera edición del MTIDI ha sido un éxito y está ahora abierto el plazo de matriculación de la segunda.

Además, para continuar liderando el sector público, el Colegio cuenta, dentro de su oferta formativa, con el Máster Internacional en Empresa y Políticas Públicas [MIEPP], cursado ya por más de 50 alumnos. Empresas de renombre internacional como Sacyr, OHL, Getinsa-Payma, Suez, Ayesa, etc., han apostado por la promoción interna que otorga cursar esta formación de excelencia. Está dirigido a ingenieros superiores o nivel máster que quieran asumir responsabilidades como directores de grandes proyectos nacionales e internacionales.

La sociedad del conocimiento exige una capacidad de adaptación al cambio que deben tener todas las profesiones en nuestro tiempo, especialmente aquellas profesiones que están llamadas a jugar un papel decisivo en la construcción de un país moderno, innovador y competitivo, como es el caso de la ingeniería de Caminos. Así ha sido desde hace décadas y la contribución de los ingenieros de Caminos a la modernización del país es reconocida por todos, desde la administración a la universidad, del mundo empresarial al resto de instituciones y asociaciones profesionales.

### Máster en TECNOLOGÍA DIGITAL E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

FEBRERO - DICIEMBRE 2020



Módulo I	TRANSFORMACIÓN DIGITAL (5 créditos)
Módulo II	BUILDING INFORMATION MODELING, BIM (5 créditos)
Módulo III	BIG DATA Y ANALÍTICA DE DATOS EN INGENIERÍA, DATOS ABIERTOS (5 créditos)
Módulo IV	DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LA INGENIERÍA Y LAS OBRAS PÚBLICAS (5 créditos)
Módulo V	TERRITORIO INTELIGENTE (5 créditos)
Módulo VI	SERVICIOS DE TRANSPORTE INTELIGENTE (5 créditos)
Módulo VII	CIBERSEGURIDAD Y PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS (5 créditos)
Módulo VIII	INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BLOCKCHAIN, APLICACIONES A LA INGENIERÍA CIVIL (5 créditos)
Módulo IX	MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE LA DIGITALIZACIÓN DE LA ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD (5 créditos)
Módulo X	TRABAJO FIN DE MÁSTER (TFM) (15 créditos)

Carga lectiva: 60 créditos ECTS



2ª EDICIÓN



INFORMACIÓN Y RESERVA DE PLAZA

91 700 64 62 master.tidi@cciccp.es



### MÁSTER INTERNACIONAL EN EMPRESA Y POLÍTICAS PÚBLICAS [ MIEPP ]

4ª EDICIÓN

**Liderar el desarrollo global en los mercados de infraestructuras**

FORMATO EXECUTIVE BILINGÜE ESPAÑOL-INGLÉS

**DIPLOMA CONJUNTO**  
École des Ponts ParisTech  
Universidad Internacional Menéndez Pelayo  
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

⇒ **DIRIGIDO A**  
Ingenieros que han de asumir responsabilidades como directores de grandes proyectos, sectores o áreas geográficas.

⇒ **OBJETIVOS**  
Reforzar competencias en gestión (empresarial y de proyectos), habilidades comerciales, conocimientos sobre políticas públicas (principal fuente de actividad en nuestro sector), habilidades transversales (comunicación, negociación, liderazgo, trabajo en equipo...).

⇒ **FORMATO**  
Un año académico a partir de octubre, **executive** (viernes completos y uno de cada dos sábados por la mañana). Las clases, en **español e inglés**, se impartirán en Madrid.  
**Ayudas de transporte** de la Fundación de hasta 1.500€ para alumnos que residen fuera de Madrid. Se realizarán 3 viajes de estudios.

⇒ **MATRÍCULA**  
11.200 € (condiciones especiales para ingenieros de Caminos colegiados).

MÁS INFO Y CANDIDATURAS: [www.mlepp.eu](http://www.mlepp.eu)







<b>01_ Volumen</b>	¿Puedes encontrar la información que buscas?
<b>02_ Valor</b>	¿Puedes encontrar la información cuando más la necesitas?
<b>03_ Veracidad</b>	¿Trabajas con información o con desinformación?
<b>04_ Visualización</b>	¿Tiene sentido a primera vista? ¿Dispara una decisión?
<b>05_ Variedad</b>	¿Es realmente una imagen tan valiosa como mil palabras en 70 idiomas? ¿Está equilibrada tu información?
<b>06_ Velocidad</b>	La información adquiere energía generando crisis y oportunidades que se desarrollan y evolucionan en tiempo real
<b>07_ Viscosidad</b>	¿Te da sentido? ¿Se te “queda pegada” en el buen sentido? ¿Provoca una llamada de atención?
<b>08_ Viralidad</b>	¿Genera información o mensajes que pueden aparecer en una presentación o en una red social?

Estamos de acuerdo en que la cuarta revolución industrial se basa, en gran medida, en el desarrollo de las tecnologías digitales, incluso en áreas aparentemente alejados de la digitalización. Por ello, debemos avanzar hacia un modelo de formación de excelencia en el que los nuevos paradigmas contemplen la digitalización, también en la construcción, la ingeniería, los servicios y las obras públicas.

## 5 Innovación digital

Pues bien, este es un camino que está abierto y en el que no podemos detenernos. Tal vez, solo podemos permitirnos un momento para reflexionar sobre el nuevo impulso. En el contexto actual, este proceso se apoya principalmente en las nuevas tecnologías, tal como en el pasado ocurrió con otros medios. Pensemos en un momento en el peso decisivo que tuvo la imprenta para el avance de la civilización. Este es el significado similar –en nuestro días– de la innovación digital.

Este tipo de procesos, basados en el avance y que llamamos “innovación digital”, tienen el objetivo de generar ideas o propuestas para facilitar la transformación y el cambio, tomando como base la tecnología digital y las herramientas y los recursos, que son propios y característicos del siglo XXI.

En este sentido, entra en juego una herramienta, que se convierte en fundamental para nuestra profesión: el Building

Information Modelling o BIM. La aplicación de la metodología BIM en los procesos de digitalización que afectan a empresas de ingeniería en materia de construcción y obra pública va a suponer uno de los principales cambios en este sector. Para los expertos en esta aplicación, la transformación digital es revolución focalizada en el dato y el BIM la metodología basada en la gestión de la información digital.

Aunque no hay una definición estándar, podemos decir que Big data es una colección de datos grande, complejos, muy difícil de procesar a través de herramientas de gestión y procesamiento de datos tradicionales. Son datos cuyo volumen, diversidad y complejidad requieren nueva arquitectura, técnicas, algoritmos y análisis para gestionar y extraer valor y conocimiento oculto en ellos. En la actualidad, el progreso y la innovación ya no se ven obstaculizados por la capacidad de recopilar datos, sino por la capacidad de gestionar, analizar, sintetizar, visualizar, y descubrir el conocimiento de los datos recopilados de manera oportuna y en una forma escalable.

Por otro lado, la utilización de la blockchain original desencadenó una “fiebre de las TRD” similar a las fiebres del oro del siglo XIX, especialmente durante el último trimestre de 2017 en que se especuló con la idea de financiar modelos de negocio mediante ofertas públicas de adquisición de criptomonedas (ICO). La mayor parte han fracasado hasta ahora. En paralelo y apoyada en algunas pruebas de concepto satisfactorias, se ha extendido la opinión de que las

## Transformación digital en PYMES

## Oficinas de Transformación Digital



TRD son idóneas para la construcción de sistemas de información compartidos, con gran potencial para mejorar la eficiencia de procesos de gestión y garantizar la autenticidad de todo tipo de bienes físicos y digitales.

La realidad es que las TRD están aquí para quedarse como fundamento de los sistemas de información compartidos. Los proyectos basados en esta tecnología han de abordarse con mentalidad de I+D y como herramienta de creación de comunidades a medio y largo plazo. El conocimiento de las actividades de estandarización en curso de estas tecnologías puede mitigar los riesgos asociados a su adopción. En cualquier caso, y por encima de todo, tiene que primar la seguridad. Así, la gestión de los riesgos tecnológicos, legales y regulatorios es esencial.

## 6 Conclusión

En definitiva, hablamos del hecho decisivo de utilizar estas tecnologías para desarrollar los fines de la organización, para los servicios de futuro o, si se prefiere, de aportar los servicios idóneos al colegiado, al ingeniero de Caminos de nuestro tiempo. También, en el contexto empresarial, para facilitar el trabajo de empresarios y profesionales. De esto, estamos hablando. Es decir, tenemos que saber mirar al futuro. Y para ello, la Transformación Digital es una condición ineludible.

Desde el Colegio, creemos que hay que promover la innovación entre las distintas empresas e instituciones públicas, así como del sector privado. Contar con tecnologías de última generación implica apostar por un entorno en el que las grandes empresas, pero también las pymes inviertan en innovación. Tecnologías como la predicción del tiempo gracias los satélites, gestión inteligente de las obras públicas, los modelos hidráulicos y cualquier otro avance tecnológico son indispensables para alcanzar mejores resultados en la lucha contra el cambio climático. La ingeniería es totalmente necesaria para la correcta utilización de estas tecnologías y avanzar en su mejora.

Así, desde el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos continuamos ofreciendo asesoramiento técnico en transformación digital. Hemos detectado, gracias a nuestra OTD, que en España hay suministradores muy buenos de nuevas tecnologías y que son líderes en sus segmentos. Y, además, queremos ayudar a abrir el mercado internacional a empresas españolas y disponer de nuevos modelos de contratación, impulsando la compra pública innovadora.

La innovación es algo innato al ser humano. Si hemos alcanzado el nivel de desarrollo y bienestar que ahora gozamos, es porque en determinados momentos de la historia han surgido ideas que no sólo nos han hecho más fácil el día a día, sino que, a la vez, han generado una ruptura con lo que había antes. Han creado una ruptura, una evolución. Es decir, una innovación. En eso estamos. 🌀

# La transformación digital de las Administraciones Públicas

## Cómo afecta a las empresas

VÍCTOR  
Izquierdo

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (Escuela de Madrid).

Licenciado en Ciencias Políticas, Económicas y Comerciales (Universidad Complutense de Madrid).

Presidente del Comité de Sociedad Digital del Instituto de la Ingeniería de España.

Codirector del Máster en Tecnología e Innovación Digital en la Ingeniería de la UNED y el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

### RESUMEN

La transformación digital de las Administraciones Públicas es un proceso relativamente reciente, pero que no surge de la nada. Hasta aquí hemos llegado tras una larga historia de utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Este artículo pretende proporcionar una visión del proceso que desde las primeras experiencias de la informática administrativa nos ha llevado a la situación actual, con el impacto que han tenido los cambios legales y las políticas europeas. Este desarrollo que, aparte de a las propias administraciones, afecta a ciudadanos y empresas, tiene especiales consecuencias en estas últimas en distintos ámbitos como la facturación y las notificaciones electrónicas o la contratación pública, a la que se dedica el último apartado.

### PALABRAS CLAVE

Administración digital, Servicios Públicos, Contratación electrónica

### ABSTRACT

*The digital transformation of government agencies is a relatively recent process, but one that has not appeared out of nowhere. We have reached this point after a long history of the use of Information and Communication Technologies. This article aims to provide an overview of the process leading from the first experiences of administrative IT up to the present situation, with all the impacts that have arisen as a result of changes in legislation and European policies. In addition to the public agencies and bodies, this development has also affected the public and companies alike and has had particular consequences on these latter in different areas such as electronic notification, invoicing or public procurement, which shall be considered in the last section of this article.*

### KEYWORDS

*Digital administration, Public Services, Electronic Procurement*

# 1 Introducción

Dentro del proceso de transformación digital que está teniendo lugar en la economía y la sociedad española, un actor clave es la Administración Pública. No sólo por su papel en la regulación de la actividad económica, sino como promotor de cambios que faciliten a ciudadanos y empresas el aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen las tecnologías emergentes y los nuevos servicios digitales. Y también como un actor protagonista en la protección del ciberespacio ante el creciente número y sofisticación de los ataques.

En cualquier caso, este artículo se centra exclusivamente en la transformación digital de la propia Administración, sin olvidar que estos cambios deben articularse alrededor de tres ejes: las personas, las tecnologías y los procesos.

Pero ¿por qué habría de abordar la Administración este proceso de transformación? Entre otras razones cabe citar las siguientes:

- La demanda de los ciudadanos de servicios similares a los que ofrece el sector privado, mayoritariamente prestados en movilidad.
- Los ahorros de costes, tanto en personal como en operación y mantenimiento en un entorno de exigente disciplina fiscal.
- La reducción de cargas administrativas a particulares y empresas.
- La resolución más rápida de los asuntos vía web / app que por vía presencial.
- La prevención del fraude, mediante una mejor identificación y capacidad de auditar de las transacciones electrónicas.

- La apertura de nuevos canales para los usuarios. Pueden hacerlo por teléfono o en línea, en lugar de desplazándose a una oficina, configurándose así una administración omnicanal.

- La facilidad de uso.

Para abordar un tema tan amplio, quiero comenzar con una primera reflexión. Recientemente hemos pasado de hablar de Administración electrónica a hablar de Administración digital. ¿Se trata de un mero cambio nominal, o de algo más profundo? Veamos la evolución que se ha producido a lo largo de los últimos veinte años en estos conceptos.

## 2 El concepto de Administración Digital

Una de las primeras definiciones de Administración electrónica que se recoge en la literatura es la del Consejo Internacional de la Tecnología de la Información en la Administración Gubernamental (ICA). Para el ICA, la Administración electrónica se caracteriza por las siguientes notas principales:

- Es la posibilidad de que los ciudadanos accedan a los servicios administrativos de manera electrónica, 24 horas al día, 7 días a la semana, para la obtención de información.
- Además, es la posibilidad de efectuar trámites de manera electrónica, con los ciudadanos, con sus órganos o Administraciones, con las empresas.
- También es reducir y sustituir el papel, gracias a la extensión del correo electrónico.

Más recientemente, en el año 2003, la Comisión Europea propuso en su Comunicación sobre “El papel de la administración electrónica en el futuro de Europa”, COM (2003) 567, la siguiente definición: definimos la administración electrónica como el uso de

las tecnologías de la información y las comunicaciones en las administraciones públicas, combinado con cambios organizativos y nuevas aptitudes, con el fin de mejorar los servicios públicos y los procesos democráticos y reforzar el apoyo a las políticas públicas.

Es en el año 2014 cuando la OCDE da carta de naturaleza al concepto de Administración digital en su Recomendación del Consejo sobre Estrategias de Administración digital (<https://www.oecd.org/gov/digital-government/recommendation-on-digital-government-strategies.htm>). En la parte positiva de esta Recomendación del Consejo se dice:

*“El reto no es introducir las tecnologías digitales en las Administraciones Públicas, sino integrar su uso en los esfuerzos de modernización del Sector Público... Con esta finalidad, las estrategias de Administración digital necesitan estar firmemente integradas en las políticas de modernización generales y en el diseño de los servicios, de modo que los grupos de interés relevantes externos a la Administración sean tenidos en cuenta y sientan como propios los resultados finales de las principales reformas de las políticas”.*

Con este planteamiento de base, el Consejo de la OCDE adoptó en su recomendación de 15 de julio de 2014 las siguientes definiciones:

- La Administración electrónica se refiere al uso por parte de las Administraciones de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), y en particular Internet, como una herramienta para lograr una Administración mejor.
- La Administración digital se refiere al uso de las tecnologías digitales, como parte integral de las estrategias de modernización de las administraciones, para crear valor público. Se apoya en un ecosistema de actores de la administración, organizaciones no gubernamentales

mentales, empresas, asociaciones ciudadanas y personas individuales que soportan la producción de y el acceso a datos, servicios y contenidos a través de interacciones con la Administración.

- Las tecnologías digitales se refieren a las TIC, incluyendo Internet, las tecnologías y dispositivos móviles, junto con la analítica de datos, utilizadas para mejorar la generación, recogida, intercambio, agregación, combinación, análisis, acceso, búsqueda y presentación de contenidos digitales, para, entre otros fines, el desarrollo de servicios y apps.

- El valor público se refiere a los diversos beneficios para la sociedad que pueden varias de acuerdo con la perspectiva de los actores, entre los que se incluyen los siguientes:

- 1) Bienes y servicios que satisfacen los deseos de ciudadanos y clientes.
- 2) Opciones de producción que satisfagan las expectativas de los ciudadanos de justicia, equidad, eficiencia y efectividad;
- 3) Instituciones públicas productivas y debidamente ordenadas que reflejen los deseos y preferencias de los ciudadanos;
- 4) Equidad y eficiencia de distribución;
- 5) Uso legítimo de recursos para lograr propósitos públicos; y
- 6) Innovación y adaptabilidad a las cambiantes preferencias y demandas.

Esta transición desde una administración analógica a una digital queda muy bien plasmada en la siguiente figura incluida en el documento de trabajo sobre gobernanza pública de la OCDE titulado *“The impact of digital government on citizen well-being”*, del que es autor Benjamin Welby ([https://www.oecd-ilibrary.org/governance/the-impact-of-digital-government-on-citizen-well-being\\_24bac82f-en](https://www.oecd-ilibrary.org/governance/the-impact-of-digital-government-on-citizen-well-being_24bac82f-en))

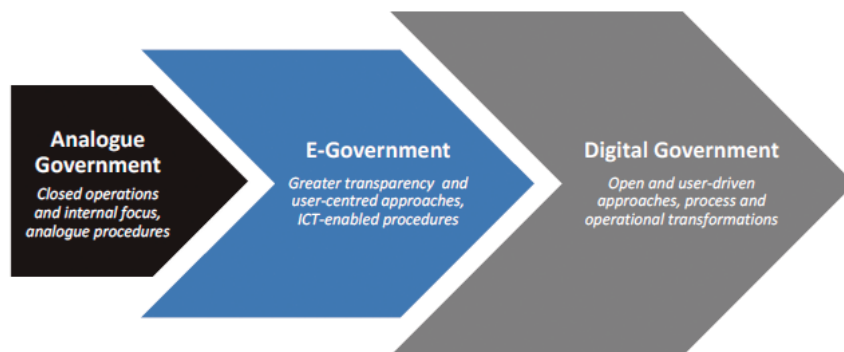


Fig. 1\_ De la Administración analógica a la Administración digital

Tras esta primera aproximación conceptual, pasemos a examinar el plan que tiene la Administración para abordar la transformación digital.

## 2 El Plan de Transformación digital de la Administración General del Estado (AGE)

El Gobierno de España aprobó en la reunión del Consejo de Ministros de 2 de octubre de 2015, este Plan que tiene un marco temporal de 2015 a 2020.

En el propio plan se establecen sus principios rectores, que son:

- la vocación de Orientación al usuario del servicio,
- la Unidad y visión integral de las necesidades y acciones trabajando como una única organización,
- el aseguramiento de la Colaboración inter e intra administrativa y el fomento de Alianzas como garantía de una mejor consecución de los objetivos perseguidos,
- la Transparencia y el rendimiento de cuentas en las actuaciones como motor de la mejora de la gestión y
- el fomento de la Innovación para impulsar el progreso y una mejor adaptación a los cambios.

Los 5 objetivos estratégicos sobre los que se vertebra la Estrategia TIC para impulsar una verdadera transformación digital de la AGE son:

- Incrementar la productividad y la eficacia en el funcionamiento interno de la Administración, como elemento de competitividad nacional
- Profundizar en la transformación digital de las administraciones públicas, convirtiendo el canal digital en el preferente para la relación de los ciudadanos y empresas con la Administración, así como el medio idóneo para que los empleados públicos desempeñen sus labores, mejorando así la calidad de los servicios prestados a aquéllos y la transparencia en el funcionamiento interno de ésta.
- Conseguir una mayor eficiencia en los servicios TIC comunes de la Administración, obteniendo sinergias por el uso de medios y servicios compartidos, que permita derivar recursos para la innovación y la ampliación de los servicios.
- Implantar una Gestión Corporativa Inteligente de la información y los datos, que permita capitalizar ese activo mejorando la eficacia de la Administración y en beneficio de los ciudadanos, garantizando la protección de su identidad digital.



- Adoptar una estrategia corporativa de seguridad y usabilidad de los servicios públicos digitales para aumentar la confianza en ellos y fomentar su uso.

En desarrollo de esta estrategia, la Comisión de Estrategia TIC, uno de los órganos en la nueva gobernanza de la transformación digital de la AGE, aprobó una declaración de servicios compartidos, que incluye los catorce siguientes:

1. Servicio unificado de telecomunicaciones
2. Servicio de Seguridad Gestionada
3. Servicio de alojamiento de infraestructuras TIC
4. Servicio de nube híbrida (nube SARA)
5. Servicio de correo electrónico unificado
6. Servicio multicanal de atención al ciudadano
7. Servicio de gestión del registro
8. Gestión de notificaciones
9. Gestión de nómina
10. Servicio integrado de gestión de personal
11. Servicio común de gestión económico-presupuestaria
12. Servicio común de generación y validación de firmas electrónicas
13. Servicio de gestión de expedientes y documentos electrónicos
14. Servicio de gestión de archivo electrónico.

En los algo más de cuatro años transcurridos desde la aprobación de la Declaración, podemos decir que el

balance es desigual. Se ha avanzado claramente en alguno de estos servicios (telecomunicaciones, nube SARA, gestión del registro), mientras que en otros apenas se han dado los primeros pasos (seguridad gestionada, correo electrónico unificado).

En parte por ello y en parte por otras razones, tales como la incorporación de tecnologías emergentes (Inteligencia Artificial, *Blockchain*, etc.) para la mejora de los servicios públicos, la Secretaría General de Administración Digital, adscrita en la actualidad al Ministerio de Política Territorial y Función Pública, ha iniciado el proceso de elaboración del Plan Estratégico 2021-2024. La Secretaría General ha anunciado que el Plan se elaborará en colaboración con el resto de Administraciones Públicas en un marco de co-creación y contendrá los objetivos estratégicos en materia de digitalización de la Administración General del Estado y sus Organismos Públicos y las actuaciones necesarias para su ejecución, así como la hoja de ruta a seguir. Como parte de los trabajos preparatorios para la definición de la estrategia se está realizado un análisis del estado de situación actual, especialmente por lo que toca a la implementación de las normas de procedimiento administrativo aprobadas en el año 2015.

A la hora de abordar un proceso de las características descritas, no podemos obviar el marco legal que ha propiciado estos cambios.

### **3** Marco legal

No cabe ninguna duda de que la aprobación de determinadas leyes ha tenido un efecto movilizador de primer orden en el proceso de digitalización de las Administraciones Públicas.

En lo que sigue algunas de dichas leyes que han tenido un impacto mayor, especialmente por tratarse de normas

aplicables al conjunto de Administraciones Públicas.

Comencemos por la Ley 30/1992 de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común. Hay dos aspectos concretos en esta ley pionera que deseo subrayar. En primer lugar, la informatización de registros, con el mandato del artículo 38.3, en el que se dispone que “Los registros generales así como todos los registros que las Administraciones Públicas establezcan para la recepción de escritos y comunicaciones de los particulares o de órganos administrativos, deberán instalarse en soporte informático.

El sistema garantizará la constancia, en cada asiento que se practique, de un número, epígrafe expresivo de su naturaleza, fecha de entrada, fecha y hora de su presentación, identificación del interesado, órgano administrativo remitente, si procede, y persona u órgano administrativo al que se envía, y, en su caso, referencia al contenido del escrito o comunicación que se registra.

Asimismo, el sistema garantizará la integración informática en el registro general de las anotaciones efectuadas en los restantes registros del órgano administrativo”.

Pero lamentablemente para el logro del objetivo anterior, la Ley no estableció plazos, sino que en su Disposición adicional segunda. Informatización de registros, dispuso que “La incorporación a soporte informático de los registros a que se refiere el artículo 38 de esta Ley, será efectiva en la forma y plazos que determinen el Gobierno, los Órganos de Gobierno de las Comunidades Autónomas y las Entidades que integran la Administración Local, en función del grado de desarrollo de los medios técnicos de que dispongan”.

Por otra parte, la Ley, hoy derogada, incluía en su artículo 45 unas previsiones sobre la incorporación de medios

técnicos, con el siguiente mandato: “Las Administraciones Públicas impulsarán el empleo y aplicación de las técnicas y medios electrónicos, informáticos y telemáticos, para el desarrollo de su actividad y el ejercicio de sus competencias, con las limitaciones que a la utilización de estos medios establecen la Constitución y las Leyes”.

Un avance de mayor alcance se produjo con la aprobación de la Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos, conocida popularmente como la Ley de Administración electrónica. El paso adelante que da esta norma es el de establecer el acceso electrónico a los Servicios Públicos como un derecho de los ciudadanos. Así, en su artículo 6.1: “Se reconoce a los ciudadanos el derecho a relacionarse con las Administraciones Públicas utilizando medios electrónicos para el ejercicio de los derechos previstos en el artículo 35 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, así como para obtener informaciones, realizar consultas y alegaciones, formular solicitudes, manifestar consentimiento, entablar pretensiones, efectuar pagos, realizar transacciones y oponerse a las resoluciones y actos administrativos”.

Lógicamente, para hacer efectivos estos derechos, las Administraciones Públicas debían de implementar las soluciones adecuadas de Administración electrónica. El ritmo de esta adaptación se regulaba en la Disposición final tercera, en la que se establecían plazos para ello (31 de diciembre de 2009), pero en el caso de las Comunidades Autónomas y de las Entidades que integran la Administración Local, se matizaba dicho plazo “siempre que lo permitan sus disponibilidades presupuestarias”.

Las últimas normas que mencionaré, plenamente vigentes en el momento en el que se redacta el presente artículo, son las Leyes 39/2015, de 1 de

octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas (reguladora de las relaciones hacia el exterior de la Administración) y 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público (reguladora de las relaciones internas). Estas nuevas normas proporcionan el marco legal a la transformación digital de todas las administraciones públicas. Sobre este marco deseo destacar algunos aspectos importantes:

- Con la aprobación de la Ley 39/2015 se termina con la dualidad de regular determinados aspectos de la Administración electrónica en la Ley 30/1992 de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común y otros en la Ley 11/2007 de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos. De modo que el procedimiento administrativo se configura como un procedimiento exclusivamente electrónico.

- La Ley 39/2015 establece una lista de obligados a relacionarse electrónicamente con las Administraciones. Se trata de:

- a) Las personas jurídicas.
- b) Las entidades sin personalidad jurídica.
- c) Quienes ejerzan una actividad profesional para la que se requiera colegiación obligatoria, para los trámites y actuaciones que realicen con las Administraciones Públicas en ejercicio de dicha actividad profesional.
- d) Quienes representen a un interesado que esté obligado a relacionarse electrónicamente con la Administración.
- e) Los empleados de las Administraciones Públicas para los trámites y actuaciones que realicen con ellas por razón de su condición de empleado público.

Por tanto, para estos colectivos se está pasando de un régimen de voluntarie-

dad a otro de obligatoriedad. Régimen que ya estaba en vigor en determinados ámbitos de la actividad administrativa, como las relaciones con la Hacienda Pública y la Seguridad Social.

- Por último, una vez más aparece la cuestión de los plazos de entrada en vigor. Plazo que ha sido necesario ampliar hasta el 2 de octubre de 2020 en el caso del registro electrónico de apoderamientos, registro electrónico, registro de empleados públicos habilitados, punto de acceso general electrónico de la Administración y archivo único electrónico.

## **4** Servicio públicos digitales para empresas

Los primeros ejercicios de evaluación comparativa entre los países miembros de la Unión Europea en el campo de la Administración electrónica datan del año 2000, en el marco de la iniciativa eEurope. En ella se identificaron 20 servicios públicos básicos, 12 para ciudadanos y 8 para empresas, siendo estos últimos los siguientes:

- 1) Cotizaciones sociales de empleados
- 2) Impuesto de Sociedades: declaración, notificación
- 3) IVA: declaración, notificación
- 4) Creación de empresas
- 5) Envío de datos estadísticos a Institutos de Estadística
- 6) Declaraciones de aduanas
- 7) Permisos relacionados con el medio ambiente
- 8) Compras públicas.

En lo que sigue voy a dedicar una atención específica al último servicio de la lista anterior, esto es, la contratación pública.

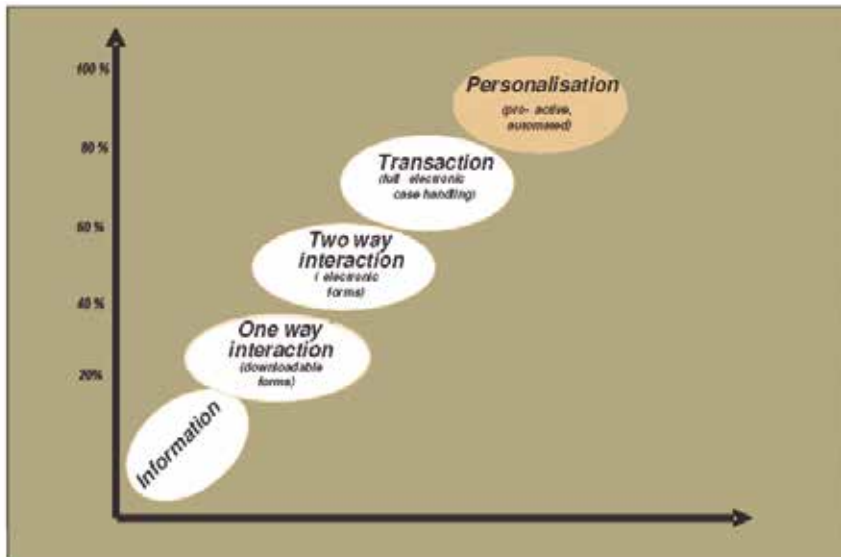


Fig. 2\_ Fases en el progreso de la Administración electrónica

No obstante, con carácter previo, voy a introducir la principal herramienta utilizada en su momento por la Comisión Europea para ofrecer resultados de esta evaluación comparativa, que se refleja en la figura siguiente:

En ella se distinguen las cinco fases siguientes:

1. Información: la información necesaria para iniciar el procedimiento para obtener un servicio público está disponible en línea
2. Interacción unidireccional: el sitio web accesible al público ofrece la posibilidad de obtener de forma no electrónica (descargando formularios) el impreso en papel para iniciar el procedimiento de obtención del servicio.
3. Interacción bidireccional: el sitio web accesible al público ofrece la posibilidad de captura electrónica con un impreso electrónico oficial para iniciar el procedimiento de obtención del servicio. Esto implica que debe haber una forma de autenticación de la persona (física o jurídica) que requiere los servicios a fin de alcanzar la fase 3.

4. Tramitación electrónica completa: el sitio web accesible al público ofrece la posibilidad de gestionar completamente el servicio público a través de la web, incluyendo la decisión y la prestación. No se necesitan procedimientos formales adicionales para el solicitante en soporte papel.

5. Personalización: el servicio público se ofrece de una manera personalizada al destinatario, con un enfoque basado en la proactividad y la automatización.

De hecho, podríamos decir que la fase 5 constituye un ingrediente esencial de la Administración digital y uno de los principales retos a los que se están enfrentando las Administraciones Públicas para ofrecer Servicios Públicos 4.0 o de nueva generación.

## 5 La contratación electrónica

La incorporación de las TIC a los procedimientos de contratación pública ha sido una constante de la política comunitaria, al menos desde el famoso Informe Bangemann sobre Europa

y la Sociedad global de la Información presentado en 1994. El Informe Bangemann propuso en su día diez áreas prioritarias para el desarrollo de la Sociedad de la Información en Europa, una de las cuales era precisamente la introducción de la licitación electrónica (hasta la constitución de una red europea para dicha licitación).

De entonces acá el camino no ha sido fácil hasta llegar al momento en el que se aprueba la Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de febrero de 2014 sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE, transpuesta al derecho español por la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público. En efecto, en el considerando (52) de la Directiva se dice lo siguiente:

*“Los medios de información y comunicación electrónicos pueden simplificar enormemente la publicación de los contratos y aumentar la eficiencia y la transparencia de los procedimientos de contratación. Deben convertirse en el método estándar de comunicación e intercambio de información en los procedimientos de contratación, ya que hacen aumentar considerablemente las posibilidades de los operadores económicos de participar en dichos procedimientos en todo el mercado interior. Para ello, debe hacerse obligatoria la transmisión de anuncios en formato electrónico, la puesta a disposición del público por medios electrónicos de los pliegos de la contratación y –tras un período transitorio de 30 meses– una comunicación totalmente electrónica, lo cual significa la comunicación por medios electrónicos en todas las fases del procedimiento, incluida la transmisión de solicitudes de participación y, en particular, la presentación (electrónica) de las ofertas. Los Estados miembros y los poderes adjudicadores deben seguir teniendo libertad para ir más lejos si así lo desean”.*

En nuestra Ley de Contratos, el mandato anterior ha quedado recogido en

su disposición adicional decimoquinta, en la que se recogen las normas relativas a los medios de comunicación utilizables en los procedimientos regulados en la Ley que, salvo excepciones, deberán ser electrónicos.

No obstante, es preciso aclarar que la utilización obligatoria de medios electrónicos prevista en la Directiva de 2014 no obliga a los poderes adjudicadores a tratar electrónicamente las ofertas, como tampoco exige la evaluación electrónica ni el tratamiento automatizado. Asimismo, la Directiva deja fuera de la obligación de utilizar medios electrónicos de comunicación, a los trámites del procedimiento de contratación pública tras la adjudicación del contrato, así como la comunicación interna en el marco del poder adjudicador.

En nuestro país la principal referencia de este modo de operar electrónica es la Plataforma de Contratación del Sector Público (<https://contrataciondelestado.es/>), de la que es responsable la Dirección General de Patrimonio del Estado del Ministerio de Hacienda.

La Plataforma de Contratación del Sector Público proporciona el acceso a la información sobre las licitaciones de la Administración General del Estado, sus Organismos autónomos, Entidades gestoras y Servicios Comunes de la Seguridad Social y demás entidades públicas estatales que éstas publican en la misma.

Se publican también en la Plataforma las licitaciones de los restantes entes del sector público estatal, así como de los órganos de contratación de las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales (Diputaciones, Ayuntamientos, Cabildos, etc.), siempre que estos decidan, de manera voluntaria, utilizar la Plataforma de Contratación del Sector Público para dar publicidad a sus procedimientos de licitación.

Además, se está llegando a acuerdos con las Comunidades Autónomas y en-



Fig. 3\_ Página de inicio de la Plataforma de Contratación del Sector Público

tidades locales que no tienen su perfil del contratante en la Plataforma para que toda la información sobre todas sus licitaciones y sus resultados también se puedan encontrar en la Plataforma, de modo que cualquier licitación del Sector Público se encuentra accesible desde un único sistema de búsqueda.

Actualmente ya es posible encontrar en la Plataforma licitaciones de algunas de estas Comunidades Autónomas, que han integrado sus plataformas de contratación con la del Sector Público compartiendo la información sobre las licitaciones publicadas.

Una de las funcionalidades de mayor interés para las empresas participantes en los procedimientos de contratación es la de descarga los pliegos publicados en los perfiles del contratante, así como de cualquier otra documentación que el órgano de contratación haya decidido hacer pública por su interés en el desarrollo del proceso de adjudicación. También tiene gran utilidad la posibilidad de suscribirse a novedades que se hayan publicado en la Plataforma sobre contratos de diferentes tipos.

Es posible registrarse gratuitamente para acceder a los servicios que la

Plataforma ofrece a las empresas para facilitar su contratación con los organismos del Sector Público, tales como:

- Recibir suscripciones diarias sobre licitaciones de su interés publicadas en cualquier portal del Sector Público o en el Diario Oficial de la Unión Europea.
- Recibir avisos sobre cualquier novedad relativa a sus licitaciones favoritas.
- Acceder a notificaciones electrónicas remitidas por los órganos de contratación. @

## REFERENCIAS

- (1) OCDE. Recomendación del Consejo sobre Estrategias de Administración Digital. 2014.
- (2) OCDE. Benjamin Welby. *The impact of digital government on citizen well-being*. 2019.
- (3) Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Plan de Transformación digital de la Administración General del Estado y sus Organismos Públicos 2015-2020 (Estrategia TIC). 2015.
- (4) Comisión Europea. *The User Challenge. Benchmarking The Supply Of Online Public Services. 7th Measurement | September 2007*.



# listos para la revolución de los recursos



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

[www.suez.es](http://www.suez.es)



## El sector del Agua y la transformación digital en la Ingeniería Civil

# Los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (S.A.I.H.)

CARMEN  
**De Andrés**

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos  
Creatividad y Tecnología, S.A.

SARA  
**Centeno**

Ingeniera industrial  
Creatividad y Tecnología, S.A.

### RESUMEN

Los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (S.A.I.H.) se enmarcan dentro de lo que podemos considerar como hito más significativo de la transformación digital y la cuarta revolución industrial en el sector del agua en España.

Los Sistemas de Automáticos de Información Hidrológica, basados en redes de telecontrol, surgen como consecuencia inmediata de las situaciones de emergencia provocadas por las avenidas de 1982, en el Levante y en el Ebro, y de 1983, en el Norte. Ante estas situaciones la Dirección General de Obras Hidráulicas comienza los estudios para poner en marcha el Proyecto del Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH), desarrollado a escala nacional en el marco del programa de Seguridad y Explotación de Presas.

### PALABRAS CLAVE

Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (S.A.I.H.), transformación digital, agua

### ABSTRACT

*Automatic Hydrological Information Systems (SAIH in Spanish) come under what is arguably the most significant landmark in digital transformation and the fourth industrial revolution in the water sector in Spain.*

*Automatic Hydrological Information Systems, based on telecontrol networks, arose as an immediate consequence of the emergency situations caused by the flooding in 1982, in eastern Spain, and in 1983 in the north. In the light of these events, the Department of Water Works began to make studies to introduce the Automatic Hydrological Information System project, which has since been developed on a national scale within the framework of the Dam Operation and Safety programme.*

### KEYWORDS

*Automatic Hydrological Information Systems (SAIH), digital transformation, water*

# 1 Introducción

Resulta comprometido seleccionar cuales han sido los hitos históricos en la ingeniería civil. En la historia de la civilización se suelen citar tres “revoluciones técnicas”: Primera del vapor y ferrocarril entre 1750-1850, sustituyendo el esfuerzo humano y animal, por las maquinas, iniciando la sociedad industrial; Segunda entre finales del s. XIX y primera mitad del s. XX: electricidad, motor de combustión y servicios a domicilio en las poblaciones: agua, saneamiento, teléfono que mejoró la calidad de la vida y desarrollo la sociedad urbana, y una Tercera Revolución: la Digital.

Si bien, la tercera revolución, la digital, ha estado en vigor desde mediados del siglo XX, caracterizándose por el avance de la tecnología de dispositivos electrónicos y la tecnología de la información, actualmente nos encontramos inmersos en lo que los expertos llaman la Cuarta Revolución Industrial que es la tendencia actual, la automatización e intercambio de datos.

Esta cuarta etapa está marcada por avances tecnológicos emergentes que afectan también al sector del agua y la ingeniería civil, que combinan todas las últimas disrupciones que han aparecido en los últimos años y que nos siguen sorprendiendo con nuevas aplicaciones sobre *big data*, *business intelligence*, internet de las cosas, inteligencia artificial o *machine learning*, computación en la nube, sistemas ciberfísicos y la utilización de metodologías de construcción inteligentes como está siendo el uso de *Building Intelligence Modeling* (BIM). Estas tendencias están asociadas a la demanda empresarial de convertir las empresas en Industrias 4.0.

Los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (S.A.I.H.) se enmarcan dentro de lo que podemos considerar como hito más significativo de la transformación digital y la cuarta revolución industrial en el sector del agua en España.

## 2 La gestión del agua en España

España, vista desde el aire es un país de color mayoritariamente amarillo-marrón, no es un país verde, nuestra pluviometría irregular en el tiempo y en el territorio y nuestra orografía montañosa llevan a que suministrar 300 litros de agua potable por habitante y día en muchos lugares de la España meridional sea el milagro del agua.

O sea, un milagro del agua similar al que supondría que ciudadanos del norte de Europa, pidieran que su ayuntamiento les proporcionase 3.000 horas de sol al año. Y el milagro del

agua se hace y se cumple con regularidad y magníficos resultados y además a un precio por m<sup>3</sup> que es, en muchos casos 1/3 del que tienen que abonar esos ciudadanos del norte.

En el norte de Europa, en mucho casos, se capta el agua simplemente de la capa freática; en España ha habido y hay que realizar enormes presas y conducciones kilométricas difíciles y caras de construir y mantener para llevar el agua hasta los grifos caseros. Si no hubiera presas, España aprovecharía del orden del 8 % del agua de lluvia; con 1.500 presas se aprovecha el 40 %, son realmente un tesoro a cuidar, mantener y desde luego, gestionar.

Y lo mismo se puede decir del agua en general, a la que conviene dedicar toda la atención, técnica, política, económica y social que su trascendental importancia requiere, pues además no solo se da de beber a los 46 millones de españoles sino a los 75 millones de turistas que cada año nos visitan, y de lo que la ciudad de Benidorm, es un magnífico ejemplo, pues apenas tiene recursos naturales de agua, pero una acertada combinación de presas, trasvases, desalación y reutilización, hace que sea el principal asentamiento turístico del Mediterráneo.

La Política Regional Europea, ha destinado muchos recursos, más de 15.000 millones de euros a las actuaciones hidráulicas entre 1986 y 2014 y también es esperable y deseable que lo siga haciendo en el periodo actual 2014-2020 y siguientes, y no sólo a través del Programa nacional de crecimiento sostenible, sino también a través de todos los programas operativos regionales para que se siga produciendo el Milagro Español del Agua.

## 3 Los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (S.A.I.H.). La Revolución Digital

El uso de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (T.I.C.) en los Procesos de gestión ha demostrado ser un requisito imprescindible a la hora de la toma de decisiones.

En el ámbito de los Recursos Hídricos, estas tecnologías, han proporcionado a los Organismos gestores de Cuenca herramientas de Planificación y Control y de Gestión de recursos e Información.

Los Sistemas de Automáticos de Información Hidrológica, basados en redes de telecontrol, surgen como consecuencia inmediata de las situaciones de emergencia provocadas por las avenidas de 1982, en el Levante y en el Ebro, y de 1983, en el Norte. Ante estas situaciones la Dirección General de Obras Hidráulicas comienza los estudios para poner en marcha el Proyecto del Sistema Automático de Información

Hidrológica (SAIH), desarrollado a escala nacional en el marco del programa de Seguridad y Explotación de Presas.

Este proyecto, dentro del contexto de un Plan Nacional, comenzó a proyectarse en 1983 en la Confederación Hidrográfica del Júcar por considerarse la de más riesgo así como la que requería con mayor urgencia su implantación tras el desastre del embalse de Tous. En 1984 comienza la implantación de los sistemas SAIH en Júcar y Segura, en 1986 en las cuencas del Sur, en 1988 en la demarcación del Ebro y en 1992 en las demarcaciones de Guadalquivir, Duero, Tajo y Guadiana.

Por otro lado, también es relevancia conocer que paralelamente a la implantación del SAIH en el año 1983 se implantó el Programa de Evaluación de Recursos Hídricos procedentes de la Innovación (ERHIN).

Actualmente los SAIH se encuentran operativos en prácticamente la totalidad de las Cuencas Hidrográficas Intercomunitarias de España, es decir, se encuentran operativos en las Confederaciones Hidrográficas del Júcar, Segura, Guadalquivir, Tajo, Ebro, Guadiana, Miño-Sil, Cantábrico y Duero, con más de 3000 puntos de control.

El SAIH se concibe como un sistema que, utilizando la tecnología más actual, permita disponer de la mejor información en tiempo real, sobre la situación hídrica de las cuencas hidrográficas, con el fin de ayudar a la toma de decisiones relativa a la previsión de las avenidas y en la optimización de la explotación de los recursos hídricos.

El SAIH es un sistema de información en tiempo real que se encarga de captar variables hidrológicas/hidráulicas, transmitir, procesarlas y presentarlas de una forma útil para los diversos usuarios de dicha información.

Para captar estas variables utiliza unos dispositivos que están en contacto directo con el medio (sensores), que proporcionan la señal eléctrica o lógica del estado de la variable que miden, de forma directa o por el acoplamiento de determinados codificadores.

En función de las necesidades de la información hay múltiples variables que pueden ser medidas para la gestión de los recursos hídricos en cuenca. De forma general estas variables se pueden clasificar según el modo de obtención en directas o calculadas y según su uso en cuatro grupos: variables hidrométricas, variables climáticas y ambientales, variables relativas a la calidad de las aguas y variables complementarias.

Las tecnologías existentes para captar estas variables son muy diversas y deben adaptarse a cada caso particular según diversos factores, como son:

- las necesidades de información: rango de medida, precisión, transmisión de la señal, etc.
- las condiciones del punto: características de la zona, restricciones de espacio, instalaciones existentes, etc.
- o el coste en su instalación y/o mantenimiento: facilidad de instalación y calibración, sencillez de diseño, robustez, fiabilidad, etc.

En este campo los SAIHs han impulsado un gran avance fomentando continuas innovaciones tecnológicas así como el desarrollo de las empresas españolas especializadas en el sector.

Por otro lado, como tal sistema de información, el SAIH debe apoyarse en un sistema de comunicaciones cuyo soporte físico sea una red al efecto, que engloba los equipos de transmisión/recepción, componentes inteligentes como controladores y dispositivos para su propia supervisión y control.

La función principal de las comunicaciones asociadas a los SAIHs es la transmisión de los datos recogidos por los diferentes sensores, que hacen referencia tanto a variables hidrológicas y meteorológicas, como información relativa al estado del sistema (sensores, sistemas eléctricos, alarmas, etc.), y hacerlos llegar al Centro de Proceso de la Cuenca (CPC) donde se procesan y se toman las decisiones pertinentes.

Debido a que muchas situaciones de emergencia llevan asociada una indisponibilidad de las redes de comunicaciones comerciales, habitualmente utilizadas por la mayoría de la población (redes privadas de telefonía móvil, líneas de cable, telefonía fija e Internet, etc.), resulta indispensable para los SAIHs la utilización de redes de comunicaciones más fiables y robustas.

Además de la función de soporte de los SAIHs, los sistemas de comunicaciones asociados a estos se han venido utilizando en algunas demarcaciones hidrográficas con otros fines, siendo frecuente el uso de las redes de radio instaladas con los SAIHs para comunicar diversos servicios como telefonía, datos en redes WAN entre oficinas, etc.

La evolución de las tecnologías y el momento de implantación de las redes SAIHs han provocado que en cada SAIH se utilicen diferentes sistemas de comunicación, con diferentes estructuras, diferentes protocolos de comunicaciones, etc.

Las dos estructuras genéricas que en la actualidad están siendo utilizadas en una red SAIH son, según su sistema de comunicaciones, las basadas en redes radio terrestres y las basadas en satélite.

	Ventajas	Desventajas
<b>Radio enlaces microondas TETRA</b>	Fiabilidad Ancho de banda	Red propietaria Mantenimiento espectro radioeléctrico encarecimiento por orografía
<b>Telecomunicaciones Satélite</b>	Bidireccional Cobertura Bajo consumo Gestión de alarmas	Ancho de banda coste de servicio coste de equipos
<b>Telecomunicaciones GPRS -M2m</b>	Coste servicio Bidireccional Protocolo TCP/IP Coste equipos	Cobertura Saturación

Tabla. 1\_ Tecnologías de comunicaciones más utilizadas en los SAIHs

Aunque se hable solo de Satélite y Radio Terrestre, se utilizan otros medios de comunicación para redes secundarias, comunicaciones complementarias, redes entre centros, etc.

En los últimos años, desde las primeras implantaciones de estos sistemas, ha habido un importante desarrollo tecnológico en el campo de las telecomunicaciones a nivel global abaratando costes en algunas tecnologías que antes se consideraban inabordables en sistemas de la magnitud de un SAIH, por lo que aún puede haber tendencias de cambio en este sentido. Es notoria la temprana introducción de la fibra óptica en el SAIH de la CH Guadiana, permitiendo más capacidad de transmisión y mayores distancias entre el sensor y el sistema de transmisión.

En este sentido es posible que el mantenimiento actual de algunas instalaciones sea superior a los costes de una nueva implantación con tecnologías más actuales, como sucede con la tecnología GSM/GPRS con comunicaciones M2M que resulta cada vez más competitiva en relación calidad precio. Es, por tanto, previsible que se realice una revisión de los sistemas de comunicación utilizados en todos los SAIHs en los próximos años.

Dentro del conjunto del SAIH, uno de los sistemas esenciales lo constituye el Sistema de Información. Este sistema permite centralizar en un único punto todos los datos, proporcionando la relación entre el usuario y la información registrada en tiempo real o histórica, así como el control y administración de la red de telecontrol.

En los Sistemas de Información se diferencian medios materiales: hardware, software básico y aplicaciones; y humanos: personal para explotación de la información, operación de la red y mantenimientos. Esta estructura básica de los Siste-

mas de Información garantiza una adecuada gestión de la información recibida y permite una integración en el esquema de organización y de funcionamiento de las Cuencas Hidrográficas.

Una de las características principales de estos sistemas es la capacidad de almacenamiento y procesado de datos, de manera que son capaces de interactuar con distintas herramientas informáticas, a través de utilidades de exportación e importación de datos.

Toda la información hidrometeorológica captada y transmitida por el SAIH debe ser procesada antes de su empleo. Usualmente el tratamiento de los datos incluye labores de validación automática para la detección de valores anómalos, el completado de lagunas en la información y la interpolación espacial de la misma. Las series temporales resultantes deben ser convenientemente almacenadas en una base de datos dedicada que facilite su consulta a posteriori y su exportación a distintos formatos de intercambio.

Por otra parte, en la actualidad el SAIH no es entendido sólo como un sistema de captación y presentación de datos, sino también como un sistema de ayuda a la toma de decisiones, tanto en situaciones habituales de trabajo de los técnicos de las distintas Confederaciones Hidrográficas, como en situaciones de emergencia causadas por fenómenos críticos: avenidas, inundaciones y sequías.

En este sentido cabe mencionar que existen cada vez más experiencias en las Confederaciones Hidrográficas que han completado el desarrollo de sus SAIHs con mejores herramientas informáticas hasta ser un Sistema de Ayuda a la Decisión completo, lo que permite al organismo de cuenca, no sólo la visualización de los datos y su tratamiento, sino tam-



Fig. 1\_ Esquema de un SAIH

bién la modelización de fenómenos hidrológicos y su simulación a partir de los datos captados por el SAIH.

En resumen, el SAIH es un sistema de información que se compone de elementos electromecánicos, equipos de comunicaciones, elementos eléctricos y electrónicos, ordenadores y la infraestructura física necesaria.

Las características de la información proporcionada por el sistema posibilitan la existencia de distintos grupos de usuarios. En la Confederación Hidrográfica, los principales deben ser los servicios de Explotación y de Previsión de Avenidas, aunque, lógicamente, lo serán con utilización de información diferente. Pero no son los únicos, puesto que, el SAIH, como sistema de información, admite la integración de paquetes de información complementaria que puede llegar a ser de utilidad para la práctica totalidad de los servicios existentes en el organismo, como la oficina de Planificación Hidrológica, el Servicio de Hidrología o el Área de Proyectos.

El SAIH es un sistema de información que proporciona una serie de datos útiles para los diversos servicios de cada Confederación Hidrográfica, y que, además, admite la existencia potencial de usuarios externos a la propia Confederación. Debe ser cada uno de los servicios implicados el que adecue los datos disponibles a sus necesidades y los procese, para

que, junto con los que recibe por otras vías de información, conformen la base de datos que necesita para su normal funcionamiento.

En este sentido debe considerarse que el SAIH es transversal a las diferentes unidades de las Confederaciones Hidrográficas y su alcance implica la utilización en los 3 ámbitos de gestión:

- Gestión Ordinaria
- Gestión Extraordinaria: Inundaciones y Sequías
- Gestión del Conocimiento

Los resultados obtenidos y la confianza en su utilización han provocado que se requiera la ampliación de los sistemas a nuevas infraestructuras y su integración con otras redes con el objeto de satisfacer nuevas necesidades. En este sentido la tendencia actual es la de integración de todas las redes de telemetría en una único Sistema Automático de Información (SAI) tal y como establecen los nuevos Planes de Gestión de Riesgo de Inundación entre sus medidas.

Ya hay avances en la integración del SAIH con el Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas (SAICA) y la Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA) a nivel de comunicaciones y de aplicación en varias cuencas, pero aún es necesario seguir trabajando en este sentido.



También contamos en este momento actual con el reto de mejorar la estructura organizativa a nivel institucional, para que todos los organismos implicados puedan mejorar su coordinación y el uso de la información obtenida por estos sistemas. Es importante mencionar en este punto, que una de las oportunidades más inmediata es la de mejorar la coordinación con la Agencia estatal de Meteorología facilitando el intercambio de información y aprovechando la información meteorológica obtenida por los organismos de cuenca en los SAIHs para completar los análisis de la propia AEMET.

Estos más de 35 años de experiencia en el diseño de Sistemas Automáticos de Información, con sus luces y sombras han proporcionado a España un *know-how* muy valioso a la hora de evitar a futuro los problemas que han ido surgiendo en su implantación.

En este sentido, los principales problemas vinculados a estos sistemas han sido causados por la falta de estandarización de las tecnologías usadas, y la no implementación de protocolos abiertos. La rápida evolución de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones obliga a adaptarse a frecuentes cambios, tanto en las Estaciones Remotas, como en los sistemas de Comunicaciones, en los Centros de Proceso, en los sistemas de gestión de las Bases de Datos y en los Modelos Numéricos de Ayuda a la Decisión. Para ello es imprescindible una normalización y estandarización que permita a la Propiedad disponer de un abanico de proveedores suficiente para permitir la adaptación a estos cambios sin que se penalice económicamente la gestión del Sistema.

Tradicionalmente el sector de la Instrumentación, Control y Automatización es un reducto de tecnologías propietarias lo que ha tenido su impacto no sólo en el sector industrial donde el cliente es principalmente privado, sino también a la hora de implementar estas tecnologías por la administración pública en los SAIHs.

Así, a la hora de instalar los diferentes dispositivos, sensores y demás hardware en los SAIHs, así como también los aplicativos de software para la supervisión y control del sistema y las Bases de Datos, la administración ha tenido que contar con proveedores privados que han implementado sus propias tecnologías. Esto ha supuesto la implementación de sistemas cerrados con protocolos propietarios, generando problemas de cautividad que han limitado la flexibilidad del sistema condicionando a la administración que ha terminado con una baja capacidad de cambio de contratista. Es por ello que, no sólo se ha condicionado la explotación y mantenimiento de estos sistemas propietarios, sino que también se ha limitado la capacidad de que cualquier otra compañía o técnico gestor realice futuras ampliaciones en su arquitectura, y dispositivos de medida.

Sin embargo, en los últimos años la ingeniería de sistemas de control está sufriendo una progresiva inmersión en el mundo de los sistemas abiertos y las tecnologías estandarizadas y de igual forma deberán adaptarse los SAIHs con esta tendencia. En este sentido, el Ministerio para la Transición Ecológica ya prevé dentro de los PGRI el rediseño y homogeneización de los sistemas informáticos de supervisión, control y adquisición de datos existentes en cada Organismo de cuenca, realizando un análisis de la tecnología existente y estudiando la posibilidad de homogeneizar los sistemas para que sean abiertos y configurables por el usuario.

Otro de los problemas vinculados a la aplicación de estas tecnologías hace referencia a su adecuación a las necesidades reales de los gestores de los Sistemas de Información Hidrológica y del estado tecnológico del país o región en la que se implantan, ya que para no sobredimensionar la tecnología, ofreciendo soluciones más costosas y tecnológicamente inadecuadas/más avanzadas que las requeridas, es necesario tener en cuenta las infraestructuras ya existentes que pueden ser integradas en estos Sistemas a un coste menor.

La adaptación a los condicionantes tanto locales como temporales, hacen imprescindible un conocimiento detallado de la problemática geográfica y política de cada zona, así como de la capacidad de cada administración de asumir determinadas inversiones. De este modo, si se consideran este tipo de factores, se pueden realizar diseños adecuados evitando un incremento innecesario del coste del Sistema, tanto en lo referente a su Implementación como a su Mantenimiento Operación y Explotación.

Esta experiencia acumulada está permitiendo a las empresas españolas exportar este modelo tecnológico de gestión que aprovecha a su vez el bagaje histórico que tiene la Administración en la Planificación y buena Gestión de los recursos hídricos. El modelo SAIH español es exportable a otros países, y así han sabido aprovechar esta gran oportunidad las empresas españolas permitiendo su penetración en el mundo de la alta tecnología.

Los sistemas Automáticos de Información Hidrológica han supuesto no sólo la una base para la gestión de los recursos hídricos en cuenca a nivel global, sino que también han servido de impulso tecnológico para la modernización de los servicios del agua en todos sus ámbitos de uso: abastecimientos, saneamientos y regadíos. ☺

# Los ITS en la era digital



## RESUMEN

Este artículo repasa brevemente la evolución de los ITS durante los últimos 30 años, para presentar las enormes posibilidades que en la actualidad estas soluciones ofrecen con el fin de mejorar la movilidad de bienes y personas. Se vislumbra que, para lograr una sostenibilidad del conjunto, todavía quedan muchos pasos a desarrollar, ya que la Era digital ofrece grandes posibilidades tecnológicas, muchas de las cuales están aún inexploradas. Varios ejemplos demuestran que para tener éxito solamente hay un camino: la integración. Este es el reto que se debe afrontar para asegurar la eficiencia y sostenibilidad de la movilidad futura.

## PALABRAS CLAVE

Intelligent Transport Systems (ITS), movilidad sostenible, era digital, smart cities, MaaS, integración

## ABSTRACT

*This article provides a brief overview of the development of ITS over the last 30 years and refers to the enormous possibilities currently offered by these solutions in terms of improved mobility of goods and people. However, in order to achieve sustainability as a whole, there are still many steps to be taken, as the digital era offers great technological possibilities, many of which are yet to be explored. Various examples demonstrate that there is only one path to success: that of integration. This is the challenge that has to be faced to ensure the efficiency and sustainability of future mobility.*

## KEYWORDS

*Intelligent Transport Systems (ITS), sustainable mobility, digital era, smart cities, MaaS, Integration*

MARIO  
**Aymerich**

Ingeniero de Caminos,  
Canales y Puertos

## LOS RETOS DE LA MOVILIDAD

El transporte, tanto de personas como de bienes y productos, es uno de los pilares básicos sobre los que se desarrolla la actividad económica en las sociedades humanas (en España representa aproximadamente el 4 % del Valor Añadido Bruto nacional). Es por ello que desde el Tratado de Roma la Unión Europea ha apostado siempre por la creación un conjunto de redes integradas que favorezcan las actividades de transporte en todos sus territorios (y sus alrededores) en cualquier modo de transporte. De modo que la movilidad de todos los ciudadanos y mercancías se lleve cabo de la forma más eficiente, segura y compatible con el medio ambiente.

Sin embargo, el transporte, que tiene grandes ventajas, genera también unas externalidades negativas importantes. Como recordaba la Comisión Europea en su “Libro Blanco del Transporte” de 2011, dichos efectos negativos son la congestión de las redes, los accidentes y la contaminación atmosférica, a los que actualmente se añaden los efectos negativos sobre el Cambio Climático.

Para paliar tales efectos y mejorar el funcionamiento del sistema durante el pasado siglo se fueron desarrollando e implantando diversas soluciones técnicas que acabaron recibiendo el nombre genérico de ITS (*Intelligent Transport Systems*). De acuerdo con el Institute of Transportation Engineers (USA), los ITS “recolectan, almacenan, procesan y distribuyen información relacionada con la movilidad de personas y mercancías. Algunos ejemplos incluyen sistemas de gestión del tráfico, gestión del transporte público, gestión de emergencias, información al viajero, control avanzado del vehículo y su seguridad, operación de vehículos comerciales, pago por medios electrónicos y seguridad en pasos a nivel de ferrocarriles”. En definitiva, los ITS utilizan soluciones centralizadas o distribuidas apoyadas en redes de comunicaciones para controlar equipos

eléctricos y electrónicos que sirvan para asegurar los mayores niveles de confort y seguridad en la operación de cualquier modo de transporte (si bien este artículo se ciñe a los modos utilizando carreteras e infraestructuras urbanas).

Así que los tres beneficiarios de los ITS son la infraestructura, los vehículos y los usuarios del sistema de transporte. En este contexto, los principales campos de aplicación son: el transporte urbano sostenible, el transporte interurbano, la logística urbana y la seguridad vial. En definitiva, se trata de conseguir una serie de objetivos ligados a una movilidad que sea a la vez: segura (reducir accidentes); equitativa (facilitar distintos usos de la vía pública y asegurar una accesibilidad universal); eficiente (incorporar nuevas tecnologías, aumentar la eficiencia de los distintos modos de transporte); y sostenible (facilitar el trasvase modal hacia nuevos modos más sostenibles, reducir la contaminación atmosférica y acústica derivadas del transporte, moderar el consumo de energía global y aumentar la proporción de energías renovables para reducir los efectos del transporte sobre el cambio climático).

## UN POCO DE HISTORIA

Dicen los anales que el primer ITS de la era moderna se instaló para regular uno de los accesos al Parlamento Británico en 1860, basado en lámparas de gas. Desde entonces hubo muchos intentos por llegar a un sistema ampliamente aceptado y, por fin, parece ser que el primer semáforo tricolor semejante a los actuales se instaló en Detroit en 1920. A partir de ahí se fueron desarrollando e instalando cada vez más numerosos y sofisticados sistemas (sobre todo basados en electrónica analógica y comunicaciones por cable de cobre) en innumerables lugares. Por ejemplo, en España los primeros sistemas semafóricos controlados desde un centro de control se instalaron en Madrid y Barcelona en la década de los 60.

Fue a mediados de los años 80 cuando se empezó a internacionalizar el concepto de ITS, dado que las tres grandes potencias industriales mundiales pusieron en marcha sendos ambiciosos programas para investigar, desarrollar e implementar novedosas soluciones. En Europa, la industria del automóvil lanzó el programa PROMETHEUS que desde 1986 desarrolló muchos sistemas a bordo del vehículo para mejorar su seguridad, tanto activa como pasiva. En paralelo la Comisión Europea puso en marcha del programa DRIVE para subvencionar I+D buscando soluciones aplicables a la gestión integrada de las infraestructuras y el transporte público. Al poco tiempo se creó ERTICO, inicialmente una asociación de la industria que luego se fue ampliando a las administraciones, operadores y suministradores de servicios. Y con el tiempo, se creó de forma similar ITS España, que ofrece no solo formación en los diversos terrenos de los ITS, sino que organiza exitosos congresos y jornadas de debate donde se pone al día el sector.

Al mismo tiempo Estados Unidos lanzó en 1989 IVHS América, una iniciativa público-privada que, entre otras cosas, investigó sobre la arquitectura de los nuevos sistemas y la necesidad de considerar los ITS dentro de los planes de las administraciones públicas. Por fin en Japón, después de varios intentos, se definió el programa VICS que desde 1991 se dedicó a investigar sobre el uso de sistemas avanzados de comunicaciones sin hilos (microondas, radio).

Como consecuencia de ello, a principios de los 90 se empezaron a organizar Congresos Mundiales de ITS (el último ha tenido lugar este mismo año en Singapur) donde se exponen todos los avances que el sector es capaz de ofrecer. Así que, en los últimos 30 años, gracias a todos estos desarrollos y a la colaboración entre los distintos actores, se ha llegado hoy en día a disponer de un enorme abanico de soluciones ITS,

al alcance tanto del sector público como del privado. Lo cual viene sustentado en Europa por la “Directiva 2010/40/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 7 de julio de 2010 por el que se establece el marco para la implantación de los ITS en el sector del transporte por carretera y para las interfaces con otros modos de transporte”

## LOS ITS EN LA ACTUALIDAD

En octubre de 2018, los Ministros de Transporte y Medio Ambiente de la Unión Europea firmaron lo que se denominó la Declaración de Graz, llamando a todos a suscribir un “Green Deal europeo, para asegurar una movilidad limpia, segura y asequible en beneficio de los ciudadanos, la sociedad, el medio ambiente y la economía”. Para lo cual los ITS pueden y deben jugar un papel fundamental.

En las últimas tres décadas importantes avances tecnológicos han propiciado la aparición de nuevos ITS. Entre ellos cabe destacar: el desarrollo de sistemas de detección/vigilancia y obtención de datos cada vez más sofisticados, precisos e independientes de la infraestructura y a bordo de los vehículos; la generalización de la fibra óptica como soporte de comunicaciones de alta velocidad y elevada capacidad; el uso generalizado del GPS, que ha permitido la aparición de cada vez más sofisticados sistemas de posicionamiento, la ayuda a la navegación y la gestión eficaz de flotas; la aparición de los leds, con sus enormes ventajas en cuanto a su visibilidad y su bajo consumo e impacto ambiental; la globalización de Internet, con su infinito potencial; la irrupción de la electrónica digital, cada vez más versátil funcionalmente y más miniaturizada; la generalización del uso de la telefonía móvil, que permite individualizar la información a cada usuario y desarrollar apps dedicadas que le permiten el acceso inmediato a una gran multitud de servicios; la aparición de sistemas de pago sin contacto, ya sea en proximidad (con-

tactless) o a distancia (vía microondas); y, por fin, la aplicación de los nuevos modelos de simulación y algoritmos de control basados en inteligencia artificial a los sistemas que gestionan e integran todas estas tecnologías.

Como ejemplo de ello, la gestión integral de túneles es posiblemente el terreno en que más equipos y sub-sistemas hay que instalar y gestionar, como son; el control de los accesos y el tráfico, el cobro del posible peaje, la información al conductor (ya sea con señales variables o mediante mensajes a bordo), la vigilancia visual, la detección de incidentes y la gestión de emergencias, la detección y eliminación de humos e incendios, el suministro eléctrico, el control del alumbrado y la ventilación, el control de hidrantes y drenajes, el control de vehículos con mercancías peligrosas, la utilización de los sistemas de telefonía y megafonía, la gestión de las vías de escape y el acceso de bomberos y ambulancias en caso de emergencia; todo ello gestionado desde un centro de control centralizado y con grandes niveles de fiabilidad.

Sin embargo, también ha habido relevantes fracasos, como son los intentos para utilizar infrarrojos para las comunicaciones, distintos sistemas de navegación basados en cartografía residente o el uso de señales variables con cristal líquido. Por otro lado, también ha habido sistemas que han ido cayendo en la obsolescencia al aparecer soluciones más eficientes, como es el caso de los Postes SOS (reemplazados por la telefonía móvil) o las máquinas de cobro con monedas (desplazadas por las tarjetas de crédito y el tele-peaje).

## NUEVAS TENDENCIAS

En la actualidad, los ITS se clasifican sobre todo por su “nivel de inteligencia” según los servicios ofrecidos, como se refleja en la siguiente tabla:

	0	1	2	3	4	5
Niveles de inteligencia según los servicios ofrecidos	Estática	Observa	Informa	Regula	Conecta con el vehículo	Conoce y gobierna
Detección de vehículos, características del tráfico, condiciones meteorológicas y ambientales	X	OK	OK	OK	OK	OK
Comunicación con los usuarios enviando mensajes de forma genérica	X	X	OK	OK	OK	OK
Adaptación dinámica a las características de la infraestructura. Inspección, control y sanción individualizada y de forma automática	X	X	X	OK	OK	OK
Sistemas cooperativos que permiten actuaciones y comunicaciones individualizadas de forma bidireccional	X	X	X	X	OK	OK
Control completo del conjunto de movimientos de los vehículos mediante la aplicación de complejos modelos en tiempo real basados en <i>big-data</i> , inteligencia artificial y <i>machine learning</i>	X	X	X	X	X	OK

Fuente: Comité Industrial de ITS España

Como puede verse, aunque se está lejos de alcanzar el máximo nivel, las posibilidades son enormes y, según la visión de ERTICO para 2030, los grandes objetivos/desafíos actuales son: el uso compartido de las infraestructuras basado en la multi-modalidad; el uso generalizado de vehículos limpios y sostenibles (a ser posible eléctricos) que reduzcan la emisión de CO<sub>2</sub>; el incremento de la automatización de los vehículos y su conexión con la infraestructura aumentando la seguridad vial; la localización cada vez más precisa de los vehículos con mapas digitales que faciliten también los trámites ad-



ministrativos/aduaneros; la garantía de privacidad y protección de los datos generados por el desplazamiento; y la generalización del uso de nuevas tecnologías como el *blockchain*, la inteligencia artificial, el *big data*, las comunicaciones celulares y los drones.

Todo ello aderezado con la aparición de novedosos modos y soluciones para el desplazamiento, como son: los patinetes; el car-sharing; el alquiler abierto de bicicletas, motos, vehículos para personas con movilidad reducida y automóviles eléctricos; los nuevos servicios de taxis; y un insospechado etcétera.

### LOS ITS EN EL FUTURO

Si bien es imposible adivinar cómo van a evolucionar los ITS en el futuro en general, es sin embargo posible vislumbrar dos grandes campos en los que su utilización es esencial: las *Smart cities* y el *Mobility as a Service* (MaaS).

Según Wikipedia, el concepto de “*Smart city*”, se refiere a un tipo de desarrollo urbano basado en la sostenibilidad que es capaz de responder adecuadamente a las necesidades básicas de las instituciones, las empresas y los habitantes, tanto en el plano económico, como en los aspectos operativos, sociales y ambientales. De modo que su puesta en práctica se basa en el uso intenso de las tecnologías de la información y comunicaciones para mejorar la prestación de servicios públicos de alta calidad.

En efecto, una ciudad o un territorio que se considere inteligente se manifiesta fundamentalmente por su carácter multidimensional y multifacético, en términos de dominios clave (transportes, energía, educación, salud, residuos, vigilancia, economía) y en el desarrollo y utilización de tecnologías avanzadas.

Esto exige la renovación y el mejoramiento constante de las soluciones

tecnológicas, de modo que la cualificación de ‘*smart*’ no es estática, sino que implica el compromiso por parte de los distintos agentes involucrados en abordar un proceso de mejora constante.

A modo de ejemplo, el tráfico en una *smart city* puede ser monitorizado para modificar en forma dinámica los planes semafóricos o para regular la iluminación de zonas específicas. Además, el tráfico parásito puede ser reducido gracias a sistemas que detecten los estacionamientos libres más próximos o mediante la restricción de acceso a ciertas zonas con un peaje ajustable a la demanda. Los automovilistas son así informados en tiempo real y economizan tiempo, carburante y ocupación de las vías públicas. Las consecuencias de todo ello comportan la ventaja adicional de reducir la polución y la congestión.

La Unión Europea, ha dedicado recientes esfuerzos a la elaboración de una estrategia para lograr el desarrollo inteligente de sus ciudades. Lo cual ha resultado en la puesta en marcha de la iniciativa “*Urban Agenda*”, cuya estrategia y herramientas básicas se describen en el documento “*The EU Urban Agenda Toolbox*”, publicado por el Banco Europeo de Inversiones en 2018, donde puede verse claramente que los ITS juegan un papel fundamental en la consecución de los objetivos de las *Smart cities*.

La idea fundamental de MaaS (*Mobility as a Service*) es utilizar nuevas soluciones tecnológicas y ensamblarlas de forma inteligente para ofrecer al viajero un servicio integral que simplifique al máximo todas las acciones externas al propio hecho de realizar un desplazamiento. Se trata de poner al viajero en el centro de una red integrada de servicios, que se compone de tres grandes elementos: un potente planificador del viaje, un eficaz mecanismo de reservas y/o adquisición de servicios y un sistema fiable de cobro/pago unificado. Y



Fuente: MaaS Spain, elaboración propia

todo ello basado en una app residente en su teléfono móvil. Si bien el concepto puede parecer sencillo, el hecho es que las dificultades a superar para alcanzar el objetivo final son muy numerosas y de muy diversa índole.

En definitiva, MaaS se perfila como un más que interesante concepto/solución emergente se está poco a poco consolidando a nivel internacional. El desarrollo de sistemas va en aumento y muchas herramientas de base ya existen y pueden ser perfeccionadas e integradas. Sin embargo, también existen grandes barreras a salvar, sobre todo en el campo del pago/cobro por los servicios. Unas son técnicas y otras administrativo/legales, pero con talento todas deberían ser superables a medio plazo. Por ello, lo más importante es buscar nuevas e imaginativas soluciones integradoras/cooperativas que superen ciertos conceptos preestablecidos, incluyendo las características individuales del usuario.

### CONCLUSIÓN

Es evidente que el futuro de los ITS es enorme y van a formar parte de la emergente cultura digital que se vislumbra para el futuro inmediato. Si hay un aspecto que caracteriza el desarrollo de los nuevos ITS es la integración de cada vez más numerosos equipos y subsistemas para ofrecer soluciones globales y sostenibles al usuario. Casos analizados como la gestión de túneles, el tráfico urbano en una *Smart city* o el desarrollo de MaaS, son claros ejemplos de la necesidad de compatibilizar distintos componentes. En definitiva, de integrar. La movilidad en la Era digital, solo será viable y sostenible si se basa en la integración de cada vez más y mejores ITS. 📍

La Transformación Digital en el Ministerio del Interior

# El Centro Tecnológico de Seguridad (CETSE)

ENRIQUE  
**Belda**

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
Subdirector general de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad y director del Centro Tecnológico de Seguridad. Secretaría de Estado de Seguridad. Ministerio del Interior

## RESUMEN

Como parte de las funciones encomendadas a la Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS) de la Secretaría de Estado de Seguridad del Ministerio del Interior, se encuentra la dirección del Centro Tecnológico de Seguridad (CETSE), desde el que se impulsan múltiples iniciativas tecnológicas y de transformación digital al objeto de servir como herramientas de apoyo a la misión ejercida por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado de salvaguarda de los derechos y libertades de los ciudadanos, así como al propio Ministerio del Interior en el cumplimiento de sus funciones.

## PALABRAS CLAVE

Sistemas de información y comunicaciones, transformación digital, seguridad pública

## ABSTRACT

*Among the responsibilities entrusted to the Subdirectorate of Security Information and Communication Systems (SGSICS), under the auspices of the Ministry of the Interior's Secretary of State for Security, is that of running the Security Technology Centre (CETSE). The Centre has launched multiple technological and digital transformation initiatives which serve as support tools for the State Security Forces and Agencies in their mission to safeguard public rights and liberties, as well as assisting the Ministry of the Interior in the performance of its duties.*

## KEYWORDS

*Information and communication systems, digital transformation, public security*

Durante la última década, la irrupción de las Tecnologías de la Información en el mundo de la delincuencia grave y organizada (como el tráfico de seres humanos y drogas) y al mismo tiempo su uso por terroristas y organizaciones terroristas, hacen necesario dotar a las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado (FFCCSE) de instrumentos capaces de luchar contra esa realidad con el claro objetivo de aumentar la seguridad, sin la cual las personas no pueden ejercer su libertad y los derechos individuales de manera efectiva.

En ese sentido, la dimensión de nuestras FFCCSE hace necesario planificar con gran precisión la adquisición del conjunto de sistemas tecnológicos de información y comunicaciones que les sirvan como apoyo a la consecución de sus objetivos, procurando su presente y futura sostenibilidad, siendo la única vía que lo permite la planificación y gestión conjunta, escalable e interoperable de todas y cada una de las soluciones necesarias, posibilitando disponer en todo momento de las últimas actualizaciones de cada uno de los sistemas gestionados.

Con ese fin surgió en febrero de 2013 la creación del concepto de Centro Tecnológico y así, la Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS) de la Secretaría de Estado de Seguridad, puso en marcha el proyecto del Centro Tecnológico para la Seguridad (CETSE) que tomó forma en abril de 2016 en las nuevas instalaciones de El Pardo (Madrid). Hoy se integran en las mencionadas dependencias dos unidades de la Secretaría de Estado de Seguridad: la propia Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS) y el Centro Nacional para la Protección de Infraestructuras Críticas (CNPIC).



Centro Tecnológico de Seguridad (CETSE) – El Pardo



De forma particular, la Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS) tiene asignadas el conjunto de funciones encaminadas a la planificación, propuesta y coordinación del desarrollo e implantación de bases de datos, sistemas de información y sistemas de comunicaciones de utilización conjunta o compartida por las FFCCSE, en base a las necesidades de las mismas, al objeto de dotarles de las capacidades y herramientas que les permitan ejercer su labor de salvaguarda de los derechos y libertades de los ciudadanos en los distintos ámbitos de seguridad (prevención del delito en sus diversas naturalezas, investigación, reacción y gestión de crisis, etc.) de una manera más eficiente, eficaz y adaptada a los retos tecnológicos expresados anteriormente.

Poniendo el foco en los últimos años, entre las líneas estratégicas llevadas a cabo por la Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS) cabe destacar la modernización y evolución de los siguientes proyectos:



- Modernización del Sistema de Radiocomunicaciones Digitales de Emergencia del Estado (SIRDEE), que actualmente dota de capacidades para la realización de comunicaciones seguras de voz y datos a las FFCCSE y otros organismos como la Unidad Militar de Emergencias (UME), policías municipales y servicios de emergencia y de gestión de crisis a través de una red propia de comunicaciones con más de 70.000 terminales, preparándolo para la siguiente evolución en las Tecnologías de las Comunicaciones (Tecnología LTE), cuya entrada prevista en funcionamiento está para el quinquenio 2020-2025.

- Cambio a un modelo de servicio de la gestión del Sistema de Interceptación Legal de las Telecomunicaciones y Conservación de Datos, cuya finalidad es la recepción y registro centralizado de las comunicaciones electrónicas interceptadas por orden judicial para su posterior presentación por parte de la Policía Nacional o Guardia Civil como evidencia en procesos judiciales relacionados con investigaciones en la lucha contra el terrorismo, tráfico de drogas y delincuencia organizada.

- Destaca también con luz propia el desarrollo del Proyecto de Fronteras Inteligentes (*Smart Borders*), que parte de una iniciativa europea con el objetivo gestionar de una manera integral las fronteras aéreas, marítimas y terrestres y que incluye, además de los propios sistemas tecnológicos de control en frontera -tales como el desarrollo e implantación del





Sistema ABC en el aeropuerto de El Prat (Barcelona)



Centro Nacional de Coordinación de Puestos Fronterizos (Madrid)

Sistema Automatizado de Control de Fronteras o *Automated Border Control*, ABC System, que basándose en la identificación biométrica y documental de los viajeros, permite el cruce desasistido de fronteras, el desarrollo e implantación de Centros de Coordinación de Puestos Fronterizos como el situado en las dependencias de la Comisaría General de Extranjería y Fronteras de Policía Nacional en Madrid o en el Puerto de Algeciras.

- La actualización del Sistema Automático de Identificación Dactilar (SAID), que constituye la base de datos nacional de impresiones dactilares y permite el intercambio de información relativa a huellas dactilares, sirviendo como apoyo a la resolución de investigaciones tanto a nivel nacional como a nivel internacional mediante el intercambio de datos con los países de la Unión Europea (UE).
- El desarrollo tecnológico del Sistema de Registro de Nombres de Pasajeros (PNR) o *Passenger Name Record*, que permite la recolección, análisis y establecimiento de relaciones y patrones de información relativa a los pasajeros de vuelos, como prevención de acciones terroristas y de crimen organizado en nuestras fronteras.
- Adquisición de sofisticado equipamiento de vigilancia y desarrollo de soluciones “ad hoc” para los Servicios de la Policía Nacional y la Guardia Civil en su permanente lucha contra el terrorismo.

El reconocimiento de estos proyectos tanto a nivel nacional como internacional (UE) obliga a continuar con el esfuerzo en materia tecnológica y, para ello, la Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS) ha diseñado un Plan Estratégico que recoge las actuaciones a desarrollar continuando así con los objetivos de modernización tecnológica de nuestras FFCC-SE. En dicho plan, destacan las siguientes líneas de acción:

- La permanente actualización de todos aquellos proyectos en servicio y el desarrollo de los nuevos proyectos necesarios para mantener los estándares de seguridad requeridos a nivel internacional.
- La consolidación del Centro Tecnológico de Seguridad, como herramienta tecnológica de apoyo a las operaciones e intercambio de información entre las FFCCSE y países, incluyendo las siguientes iniciativas:
  - Establecimiento del Nuevo Centro de Proceso de Datos (CPD) para la Seguridad en las instalaciones del CETSE en El Pardo, diseñado desde la perspectiva de la eficiencia en el marco del ahorro energético y el respeto al medio ambiente, así como con una arquitectura de sistemas, almacenamiento y comunicaciones que sea compatible con la infraestruc-



tura actualmente existente en los CPD de la Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS), Policía Nacional y Guardia Civil que permita un funcionamiento en modo activo-activo como Centro de Respaldo de los anteriores.

- Creación del Centro Nacional de Supercomputación para la Seguridad que proporcione capacidad para la implantación de nuevos desarrollos de alto nivel de seguridad para las FFCCSE, de una manera armonizada, redundando en una mejora clara de la eficiencia, tanto técnica como económica, de las inversiones presentes y futuras.

- Instauración de la Sala de Monitorización de Sistemas (*Fusion Center*), que permitirá mejorar la fusión de información entre sistemas y el intercambio de datos entre diversas fuentes (incluyendo FFCCSE, sector público y privado) y el control de la actividad de los sistemas tecnológicos a través de la monitorización de sus indicadores.

- En el ámbito de las Fronteras Inteligentes, está previsto abordar la potenciación de los medios tecnológicos en los pasos fronterizos de Beni-Enzar (Melilla) y El Tarajal (Ceuta) que permitan facilitar a los agentes de frontera el control de personas y vehículos, la optimización de recursos y la explotación de la información, a través de actuaciones sobre los controles de entrada y salida. Entre otros, se prevén instalar sistemas de pre-registro e identificación facial para ciudadanos no europeos, sistemas ABC para ciudadanos europeos, sistemas de videovigilancia y análisis inteligente de vídeo, así como salas de control para la visualización de imágenes y la monitorización en tiempo real de los distintos eventos y alarmas que se produzcan en el paso fronterizo.



Paso fronterizo de Beni-Enzar (Melilla)



Paso fronterizo de El Tarajal (Ceuta)

Como parte del objetivo de promover la sinergia, integración de información –bajo el paraguas de la Ley de Protección de Datos– y capacidades entre distintos organismos, se iniciará el Proyecto SILVA (Sistema de Identificación y Localización de Vehículos) cuyo objetivo final es la lucha contra el terrorismo y el crimen organizado a través de la creación de un sistema de información que incorpore los datos facilitados por las cámaras de lectura de matrículas actuales de las diferentes administraciones y entidades privadas y gestione la información recogida con las diferentes bases de datos de uso policial.

Con respecto a la actividad de Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), conforme al Real Decreto 952/2018, de 27 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio del Interior, la Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad es la encargada de “acordar, coordinar, ejecutar y llevar a cabo cualquier otra acción necesaria relativa a la participación en proyectos europeos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en materia de seguridad” de acuerdo con las instrucciones del Secretario de Estado, así como de “dirigir el Centro Tecnológico de Seguridad (CETSE) como órgano de implementación de las funciones específicas de esta Subdirección y de las políticas de I+D+i del órgano Directivo”.

Específicamente, la Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS) representa ante la Comisión Europea al Ministerio del Interior en los proyectos de I+D+i en los que este participe, principalmente dentro de Programas como el 8º Programa Marco “Horizonte 2020”, o aquellos proyectos de carácter innovador de fondos europeos ejecutivos como los FSI (Fondos para la Seguridad Interior). Asimismo, participa activamente en calidad de coordinador y/o usuario final en determinados proyectos presentados en las convocatorias de financiación por parte de la UE, y cuyo ámbito principal es el impulso de

la I+D+i en materia de seguridad pública a nivel nacional y europeo.

Así mismo, y en aras de dar cumplimiento a las Leyes 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas y 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público y alineados con los principios rectores del Plan de Transformación Digital 2015-2020 de la Administración General del Estado y sus Organismos Públicos, la Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS) está implantando en el Ministerio del Interior, una nueva arquitectura basada en tecnología de microservicios que posibilitará ofrecer servicios de alta disponibilidad y con capacidades adaptadas al cambio necesarios para la tramitación electrónica de procedimientos administrativos.

Parte central de esta Plataforma será la Plataforma de Servicios de Administración Digital (SAD) cuyo objetivo principal será asegurar y simplificar la integración de todas las aplicaciones y sistemas de tramitación del Ministerio del Interior con los principales servicios de Administración Digital. Esta plataforma permitirá alinear y dar uniformidad a los proyectos del Ministerio garantizando el uso de expedientes electrónicos, sistemas de firma electrónica y comunicación prioritaria electrónica con los ciudadanos. Asimismo, parte de dicha arquitectura será la Plataforma de Integración con Terceros, que concentrará en un nodo de comunicación, la interacción electrónica con otras Administraciones y organismos nacionales e internacionales en el ámbito civil.

Por otra parte, y con el objetivo de atender las demandas crecientes en materia de protección internacional, la Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS) está desarrollando

un sistema integral de tramitación de solicitudes de protección internacional, LARES, que posibilitará dar respuesta ágil y efectiva a las solicitudes crecientes de asilo, reasentamiento y reconocimiento de estatuto de apátrida por parte de la Oficina de Asilo y Refugio (OAR) de la Subdirección General de Protección Internacional. Debido a las características especiales de estos procedimientos y los plazos breves de resolución necesarios especialmente en ubicaciones fronterizas, el sistema se está desarrollando dentro de la arquitectura de microservicios del Ministerio del Interior, lo que posibilitará ofrecer un sistema de tramitación electrónica ágil, de alta disponibilidad, con capacidad de adaptación a cambios y contemplando la automatización de interacciones con todos los organismos nacionales e internacionales implicados en estos procedimientos, incluyendo a la Policía Nacional, los miembros de la Comisión Interministerial de Asilo y Refugio (CIAR), el Alto Comisionado de Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) y los distintos Estados Miembros para la determinación de la responsabilidad de examen de solicitudes a nivel Europeo (Reglamento Dublín UE N° 604/2013).

En paralelo a este nuevo desarrollo, que se prevé esté disponible a finales de 2020, la Subdirección General de Sistemas de Información y Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS) está realizando un esfuerzo de adaptación de la aplicación actual de tramitación de solicitudes de protección internacional, ASILO, a los volúmenes de solicitudes actuales, automatizando algunas fases del procedimiento, lo que ha posibilitado incrementar el número de expedientes resueltos mensualmente.

Otro ejemplo del aprovechamiento de sinergias entre los integrantes del CETSE es la capacidad para velar por la seguridad y el buen funcionamiento de los procesos de escrutinio electoral, en los cuales España se sitúa como



Arriba\_ Solicitudes de Protección Internacional recibidas por anualidad

Derecha\_ Flujos migratorios de los solicitantes de Protección Internacional



referencia a nivel mundial. El trabajo conjunto de funcionarios y fuerzas y cuerpos de seguridad del Estado está permitiendo reducir paulatinamente la dependencia tecnológica en este ámbito, lo cual repercutirá en un considerable ahorro de coste y mejora de calidad a medio plazo. En este proceso se realizan múltiples tareas para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas informáticos que realizan el escrutinio electoral.

Para ello se auditan los sistemas informáticos, los servidores y las comunicaciones a todos los niveles, se supervisan las pruebas realizadas por el adjudicatario y se realizan pruebas complementarias que garanticen el correcto funcionamiento del escrutinio electoral, desde la recogida de candidaturas de partidos políticos hasta la publicación en BOE del escrutinio definitivo, pasando por la difusión provisional de resultados de la jornada electoral.

Así mismo, se han iniciado nuevas líneas de trabajo, como la puesta en marcha de un sistema de visualización de resultados electorales que permite, a las pocas horas de celebración de las elecciones generales, poder analizar las anomalías en el escrutinio, así como realizar análisis evolutivos del detalle del voto o de la participación, llegando al nivel de mesa electoral.

En definitiva, el conjunto de las actuaciones descritas, así como los numerosos desarrollos transversales de apoyo a las mismas llevados a cabo en el ámbito del Centro Tecnológico para la Seguridad de la Secretaría de Estado de Seguridad, nos permiten ir adaptando el funcionamiento del Ministerio a la realidad digital del entorno social, a través de la provisión de servicios de valor cada vez más eficaces y eficientes, de una marea rápida y segura, y garantizando en todo momento los derechos fundamentales de los ciudadanos en un espacio de libertad, seguridad y justicia. 🇪🇸



Presentación del dispositivo para la jornada electoral del 10 de noviembre



# Blockchain

Fundamentos técnicos y de negocio



## CÉSAR Pérez- Chirinos

Ingeniero de Caminos,  
Canales y Puertos.

Presidente del Comité Técnico de  
Normalización 71 Subcomité 307 de  
UNE sobre blockchain y tecnologías  
de registro distribuido

## ANTONIO Rodríguez Furones

Ingeniero de Caminos,  
Canales y Puertos.

Prof. Asociado de Estrategia IE  
Business School

### RESUMEN

Este artículo proporciona una descripción deliberadamente genérica de los elementos técnicos de las tecnologías de registro distribuido (TRD) de información, popularmente conocidas por la palabra *blockchain*, y señala algunas peculiaridades de su proceso de estandarización y de las razones por las que estas tecnologías se están convirtiendo en un importante elemento de muchos proyectos de transformación digital. Para orientar al lector en su posible aplicación, el artículo introduce el marco estratégico recientemente desarrollado por la universidad de Oxford como herramienta para ayudar a identificar las oportunidades y riesgos que presenta el estado actual de estas tecnologías.

### PALABRAS CLAVE

*Blockchain*, TRD, estrategia, estándares

### ABSTRACT

*This article provides a deliberately generic description of the technical elements of distributed ledger technologies (DLT), popularly known as blockchains, and points out some peculiarities of its standardization process and the reasons why these technologies are emerging as key component of many digital transformation projects. To guide the reader in its possible application, the article introduces the strategic framework recently developed by the University of Oxford as a helper tool in the identification process of the opportunities and risks related to the current state of these technologies.*

### KEYWORDS

*Blockchain, TRD, strategy, standards*



Dentro del amplio conjunto de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) que están dando soporte a la denominada transformación digital de nuestra sociedad, una de las palabras más frecuentemente utilizadas, y quizá la peor comprendida y de la que más se abusa por motivos comerciales o cortoplacistas, es la palabra *blockchain*.

La palabra, literalmente traducida como “cadena de bloques”, alude a la secuencia de bloques de datos en los que quedan registrados las transacciones de los también famosos *bitcoins*, un sucedáneo digital del dinero concebido para realizar pagos vía Internet al margen de cualquier autoridad o intermediario financiero.

Hay innumerables artículos sobre esta cadena de bloques original, y no tendría sentido repetir en este artículo lo ya ampliamente disponible. Para el lector interesado en las características técnicas de la *blockchain* por antonomasia, resulta accesible y de lectura obligada el artículo publicado bajo pseudónimo por Satoshi Nakamoto<sup>1</sup> en el que se describe cómo se producen dichas transacciones mediante el uso de una infraestructura de clave pública<sup>2</sup> y la forma en la que quedan criptográficamente protegidas y replicadas en múltiples servidores informáticos, de forma que el registro de estas transacciones resulta a efectos prácticos inalterable y de funcionamiento ininterrumpible.

La aplicación original de esta tecnología de registro distribuido (TRD, más frecuentemente abreviada como DLT, por el acrónimo inglés de *distributed ledger technology*) consistió en crear objetos digitales únicos, que sólo pueden ser objeto de intercambio entre quien conoce una clave privada, que permite iniciar el intercambio, y quienes reciben total o parcialmente esos objetos digitales únicos gracias a sus claves públicas.

Al quedar invalidado el objeto original como resultado del intercambio, estos objetos digitales pueden ser interpreta-

dos como saldos monetarios, por quienes bajo su cuenta y riesgo así lo aceptan, sin que pueda existir la posibilidad de que se “gasten” dos veces. De esta forma, es posible utilizar estos objetos como medio de pago sin relación alguna con el sistema financiero regulado.

Para ello es necesario asumir por emisores y receptores de pagos mediante este sistema que el valor de estos objetos sólo está asignado por su oferta y demanda instantánea, lo que se traduce en una volatilidad muy elevada y, por tanto, un gran riesgo de tipo de cambio. Los “saldos” y la información necesaria para la gestión de las claves se conservan en los denominados “monederos” (*wallets*).

Los servidores informáticos necesarios para registrar las transacciones válidas, proteger criptográficamente este registro y replicarlo en los servidores que conservan las réplicas del registro reciben la calificación de “mineros” ya que por este servicio reciben ocasionalmente nuevos objetos digitales únicos como “recompensa” por el servicio, de forma análoga a que sólo algunos afortunados mineros encuentran ocasionalmente cantidades significativas de oro en las explotaciones mineras no reguladas.

A partir de esta aplicación original, han surgido innumerables variantes de este tipo de sistemas que, aunque habitualmente se suelen divulgar o comercializar con la palabra *blockchain*, poco o nada tienen en común con el diseño descrito, pero que persiguen la construcción de sistemas de información compartidos con un registro de intercambios prácticamente inalterable, en el sentido de que el coste de los recursos informáticos necesarios, y la cantidad de validadores independientes cuya colusión sería necesaria para modificarlos en perjuicio de los usuarios del sistema, superaría con mucho el beneficio obtenido mediante esta manipulación interesada.

La aplicación práctica de este tipo de sistemas se ve acrecentada cuando, además de esta relativa inmutabilidad



viene acompañada por la posibilidad de realizar transacciones iniciadas automáticamente al cumplirse determinadas condiciones. Por ejemplo, un “préstamo” de uno de estos objetos digitales únicos puede dar lugar automáticamente a su devolución a su tenedor original al cabo de un tiempo acordado en el momento del préstamo, sin que el prestatario pueda impedirlo en modo alguno.

Este tipo de mecanismos de ejecución automática e irrevocable se denominan, muy impropiaemente, “contratos inteligentes” (*smart contracts*) y, junto con la inalterabilidad práctica ya señalada, son los que ha creado una enorme proliferación de expectativas y pruebas de concepto destinadas a la mejora de la eficiencia de la economía, gracias a la posible eliminación de los terceros de confianza en el tráfico mercantil (o, al menos, a la mejora espectacular de la eficiencia y rapidez de sus servicios); a la eliminación de buena parte de los procesos de conciliación periódica entre organizaciones independientes; o a la creación de sistemas que aseguren la trazabilidad de distintas características técnicas o económicas a lo largo de una cadena de valor. Por ejemplo, la procedencia geográfica de un determinado alimento, o el origen renovable de la energía consumida por un vehículo eléctrico.

Estas expectativas ya están mostrando resultados palpables en algunas variantes de las TRD, que dan lugar a lo que se denominan “redes permissionadas” en las que, a diferencia de lo que ocurre en la *blockchain* original, los validadores son un grupo limitado de organizaciones al que no se puede acceder “sin permiso”. Por todo ello, varios organismos internacionales entre los que se encuentran la OCDE o la Comisión Europea están promoviendo el uso de las TRD, así como las principales organizaciones internacionales de estandarización (ISO, ITU-T, ETSI, IEEE, etc.) han iniciado un camino sin precedentes consistente en intentar estandarizar toda una familia de tecnologías muy diferentes mientras se investiga sobre ellas.

Por todo ello, cualquier aplicación en el ámbito de la ingeniería civil de estas TRD debería abordarse con la cautela necesaria durante las fases preliminares de adopción de una tecnología inmadura.

En términos “de negocio”, las TRD son una clase de habilitadores tecnológicos que permiten:

1) Definir nuevos modelos de negocio, es decir, nuevas relaciones entre clientes y prestadores de nuevos servicios, contenidos o productos, debido a sus características intrínsecas de participación, consenso, transparencia, simetría de información, etc.

2) Redefinir los modelos de negocio existentes, mediante su uso para mejorar y dotar de nuevos atributos valiosos (desde la perspectiva del cliente) a los productos/servicios que ofertamos o gestionamos.

En este sentido, la aproximación estratégica a las posibilidades de las TRD va más allá de la discusión, desde un punto de vista tecnológico o abstracto, de aquellos casos de uso en los que la tecnología puede funcionar. Se trata de identificar casos rentables, esto es, se trata de identificar aquellas situaciones en las que la implantación de las TRD en su grado de desarrollo actual, ayuden a conseguir los objetivos de la organización.

En consecuencia, en el caso del Sector Privado, las TRD serán útiles en tanto en cuanto ayude a la empresa a construir una ventaja competitiva sostenible a largo plazo que mejore su posicionamiento respecto a sus rivales en el mercado, aumentando su cuota de mercado y los beneficios asociados.

A su vez, en el ámbito del Sector Público y del Tercer Sector, dónde los objetivos de las organizaciones se identifican con la mejora en eficacia y eficiencia de sus prestaciones (p.ej: productividad, grado de cobertura, reducción de tiempos/lista de espera, reducción índices de acci-

dentos, bajada de criminalidad, etc.), las TRD resultarán útiles en aquellas situaciones en las que su aplicación aumente el “valor público” de los servicios prestados en caso.

Para construir esta relación coste /beneficio de implantación de las TRD, deberemos tomar en consideración sus indudables ventajas, ya expuestas, en términos de: seguridad, confianza, inmutabilidad de registros y transacciones, etc... De hecho, todas las fortalezas de las TRD se ponen de manifiesto en clave de procesos por lo que, desde un punto de vista metodológico, el estudio de viabilidad de un proyecto de TRD se debería fundamentar en herramientas de análisis de procesos de negocio, para verificar si su implantación desarrolla la propuesta de valor de la organización con el fin último de rentabilidad, si hablamos de empresas, o con el fin generar “valor público” si nos referimos a organizaciones del ámbito público o sin ánimo de lucro.

Por otra parte, para completar el estudio, es imprescindible considerar los riesgos y debilidades de las TRD, en términos de riesgos tecnológicos o de bifurcación del registro distribuido, consumo energético y, sobre todo, la existencia o ausencia de un marco legal que respalde y regule la figura de ciertos intermediarios, cuya función podría ser ejercida por la aplicación proyectada de la TRD, en una operación de desintermediación o de reintermediación que, sin embargo, no sería viable sin un acompañamiento legal apropiado.

En definitiva, debemos disponer de herramientas que nos permitan identificar aquellos procesos en los que una TRD puede ser competitiva respecto al estado del arte actual. Para ello, la University of Oxford ha desarrollado el *Oxford Blockchain Strategy Framework*.

Este marco conceptual supone un filtro de casos potenciales a partir de una batería de seis cuestiones fundamentales alineadas con la potencialidad de TRD, de tal manera que cuanto mayor



Fig. 1\_ Esquema Oxford Blockchain Strategy Framework

sea el número afirmativo de respuestas, mayor será la probabilidad de encontrar un caso “rentable de uso” de la TRD.

Una vez detectados los potenciales procesos sobre los que trabajar, el siguiente paso sería profundizar en la definición de los procesos y sus funcionalidades y limitaciones a través de técnicas de Análisis Estratégico Aplicado.

El ejemplo I recoge el caso de una cadena de valor con varios participantes, donde diferentes organizaciones, coordinadas entre sí, ejecutan procesos para prestar un determinado servicio. Estos procesos se conforman a partir de subprocesos que, por agregación, desarrollan la actividad para conseguir los objetivos esperados.

Como se puede apreciar en la figura, para la definición de la unidad de gestión (los subprocesos) se indica el proceso al que está adscrito (proceso C), su naturaleza (si el subproceso es productivo o de soporte), qué se espera del mismo

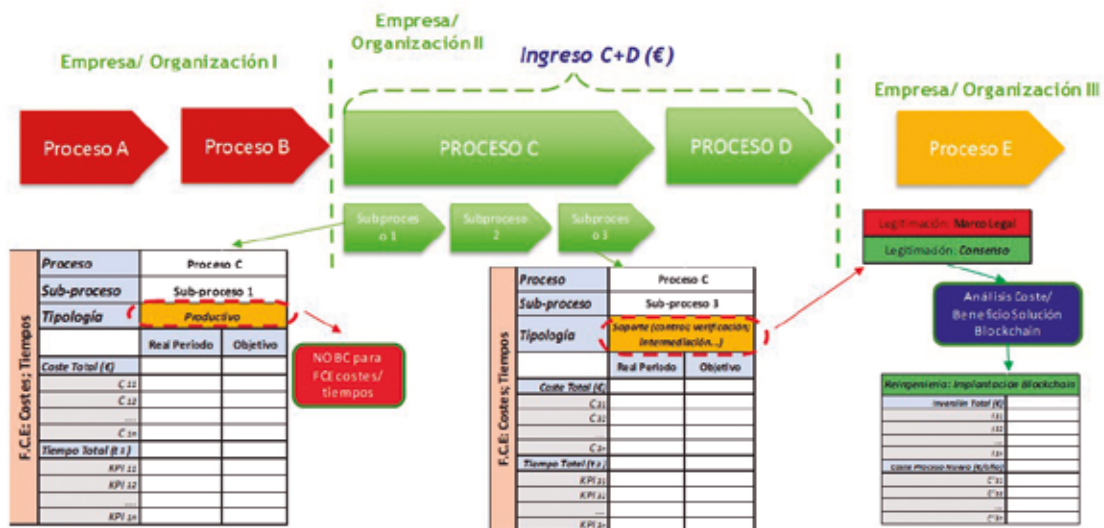


Fig. 2\_ Ejemplo I. “Análisis Estratégico de Procesos Aplicado. Liderazgo en costes”

en términos de valor para el cliente (“los factores clave de éxito”, en este caso tiempo y precio) así como los indicadores más relevantes a controlar para conseguir los objetivos esperados (estructura de costes, tiempos, KPIs, etc.). En este ejemplo, el valor del subproceso 1 se centra en un menor tiempo y costes de ejecución y, aunque la TRD sea capaz de agilizar y abaratar costes a partir de la desintermediación, al ser el subproceso 1 una tarea productiva, no de soporte o intermediación, la TRD no puede ayudar a la consecución de los objetivos.

Sin embargo, el subproceso 3 es una tarea de intermediación, por lo que una característica aportada por la TRD (por ejemplo, la ejecución de uno o más smart contracts) podría simplificar tiempos y costes mediante la supresión del rol de intermediario. No obstante, la metodología de análisis requiere analizar la naturaleza del intermediario, puesto que, si su papel viene reglado por el marco legal, entonces no tiene sentido plantearse su supresión (salvo en el importante caso en que sea el propio legislador quien promueva esta supresión), pero si su función viene definida por un procedimiento entre partes, estaríamos ante un

potencial caso de aplicación de la TRD si el oportuno análisis coste/beneficio diera resultados positivos.

El ejemplo II nos sirve para ilustrar el funcionamiento del análisis estratégico aplicado al caso en el que el valor esperado del subproceso de naturaleza “productiva” en estudio, sea dotar de un atributo adicional del tipo de transparencia, inmutabilidad o seguridad al servicio prestado (estrategia genérica de “Diferenciación”). En esta situación, una solución sobre *Blockchain* permitiría conseguirlo debido a las propias características de la tecnología, si bien, una vez más, se requeriría del pertinente estudio de viabilidad para verificar si el beneficio asociado al incremento del valor percibido por el cliente supera los costes de inversión, mantenimiento y de cambio en la organización.

## CONCLUSIÓN

Según el informe Gartner® de 2018, en lo que respecta a las DLT, “las empresas están todavía decidiendo como utilizar estas tecnologías, pero la falta de casos de uso [...] ha creado preocupaciones sobre la viabilidad de estas tecnologías. A largo plazo, Gartner cree que estas

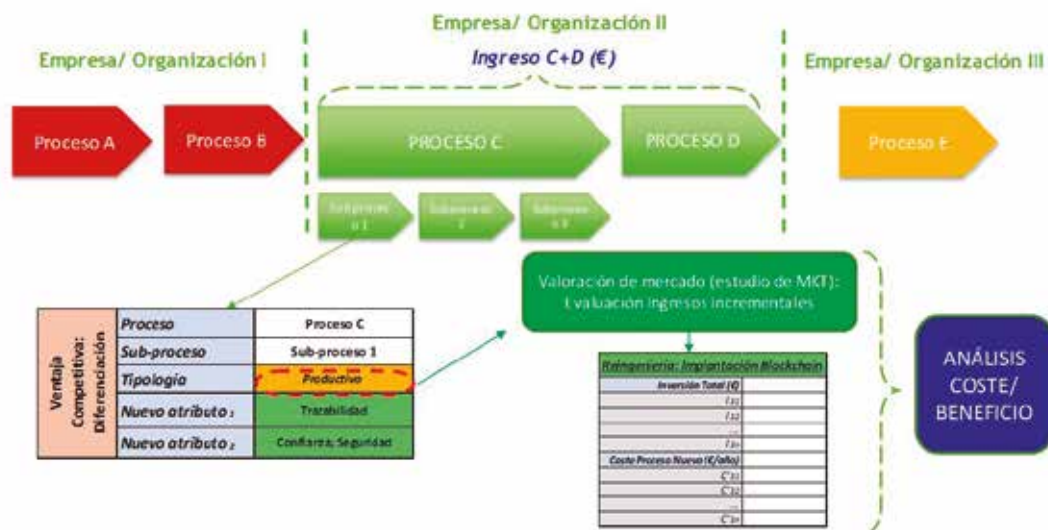


Fig. 3\_ Ejemplo II. “Análisis Estratégico de Procesos Aplicado. Diferenciación”

tecnologías liderarán una reforma completa de todas las industrias”.

Haciendo una analogía con Internet, la irrupción de la web, entre otros efectos, reformuló aquellos negocios en los que el valor añadido de los intermediarios era la agregación de oferta y demanda (aparición de *e-commerce*) y agilizó procesos, negocios y el intercambio de conocimientos mediante la aparición del soporte digital hasta unos límites insospechados. Fue un auténtico cambio de paradigma sobre el que se han ido construyendo nuevas revoluciones (web 2.0, industria 4.0), pero no olvidemos que,

a) desde que los programadores empezaron a desarrollar los protocolos de soporte de la futura web, que permitieron enviar los primeros mensajes en 1971 en ARPANET, la red precursora de internet, hasta que apareció el primer uso disruptivo (el correo electrónico a gran escala en 1995) transcurrieron más de dos décadas y,

b) antes de que la web se generalizara a nivel global, en el mundo corporativo ya se desarrollaban una década antes aplicaciones como las ahora denominadas

intranets para el uso limitado de los principios del web en un entorno corporativo específico.

Probablemente las TRD (y la *blockchain* de *bitcoin*, entre ellas) todavía no han alcanzado el desarrollo, la difusión y los casos de éxito incuestionables que propicien su adopción masiva en aquellos procesos y modelos de negocio tradicionales con intermediarios cuyo valor añadido sea “dar fe” o “aportar garantías o seguridad” a las transacciones que tengan lugar, pero es cuestión de tiempo (3-5 años según Gartner®) que las actuales pruebas de concepto y pruebas piloto acaben fructificando y se empiece a generalizar su uso, siempre y cuando el marco legal no obstaculice su evolución.

También es importante incidir en que la combinación de las DLT con las diferentes tecnologías que están eclosionando en estos momentos como Internet de las Cosas, *Big Data*, 5G, Inteligencia Artificial... (fenómeno de “convergencia digital”) genera relaciones sinérgicas que aumentan exponencialmente los beneficios de la implantación de estas tecnologías. Esta será, sin duda, uno de los elemen-

tos que impulsará esta nueva revolución en el futuro.

En este sentido, analizando la evolución actual de los consorcios más activos, sus líneas de actuación y los campos en los que se están desarrollando las experiencias más prometedoras, probablemente asistiremos a una primera fase con un gran desarrollo de las TRD “no públicas” (*permissioned*) antes de la generalización a TRD “públicas” (mucho más evolucionadas que las actuales *non-permissioned*) o híbridas, cómo sucedió con la evolución Intranet/Internet de la web. @

## NOTAS

(1) <https://www.bitcoin.org/bitcoin.pdf>

(2) [https://es.wikipedia.org/wiki/Infraestructura\\_de\\_clave\\_p%C3%BAblica](https://es.wikipedia.org/wiki/Infraestructura_de_clave_p%C3%BAblica)

# ANTONIO Serrano

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Catedrático de la UPV prejubilado  
Economista por la UCM y diplomado en ordenación del territorio por la UPM

## Territorios/Ciudades/ Ecosistemas Inteligentes

### RESUMEN

En este artículo se realiza una síntesis de las principales aportaciones actuales y potenciales de la revolución científico-tecnológica a los procesos de transformación socioeconómica, ambiental y territorial global, a través de mecanismos asociados a lo que se denomina Territorios Inteligentes, que están situando aspectos como la adaptación al calentamiento global, las nuevas formas de planificación territorial, ambiental y urbana, o el uso de instrumentos asociados a la actual revolución científico-tecnológica, como bases para una nueva conceptualización y definición de políticas que posibiliten un desarrollo ambientalmente sostenible, socioeconómicamente cohesionado y territorialmente equilibrado. Para ello, se parte de considerar un “territorio/ciudad/ecosistema inteligente” como un “sistema digital integrado de sistemas digitales” capaz de reproducir, y servir de soporte para optimizar el seguimiento, el funcionamiento, y la eficiencia y eficacia en el logro de los objetivos de la planificación territorial, ambiental y urbana que se hayan establecido para los correspondientes territorios o ámbitos urbanos considerados, aprovechando las potencialidades de la actual revolución científico-técnica y de las TIC. Lo que exige partir de la definición previa de esos objetivos y de la particularización del tipo de plataformas útiles a nuestros fines. Por último, se realiza una breve aproximación al estado actual de la cuestión en España.

### PALABRAS CLAVE

Ordenación del territorio, planificación urbana, *smart cities*, cambio global, cambio climático, revolución tecnológica, energía, Edusi, sostenibilidad, educación

### ABSTRACT

*This article provides a summary of the main contributions, both current and potential, of the scientific-technological revolution to socio-economic, environmental and global territorial transformation processes, by mechanisms associated with so-named Smart Territories, and incorporating aspects such as adaptation to global warming, new forms of spatial, environmental and urban planning, or the use of instruments associated with the current scientific-technological revolution, as the foundations for a new conceptualisation and definition of policies to enable social-economic cohesion and a territorially balanced and sustainable environmental development. To this end, a “Smart Territory/City/Ecosystem” is considered as a “digital system of integrated digital systems” capable of reproducing and serving as a support to optimise monitoring, operation, efficiency and effectiveness in the pursuit of spatial, environmental and urban planning objectives established for the corresponding territories or urban environments in question, and taking advantage of the potentials of the current scientific-technological revolution and ICT. This requires the prior definition of these objectives and the specification of the type of platforms pertinent to our ends. The article provides a brief summary of the state-of-the-art in Spain.*

### KEYWORDS

*Spatial planning, Urban Planning, Smart Cities, Global change, Climate change, Technological Revolution, Energy, ISUDS, Sustainability, Education*



## EL CONCEPTO DE TERRITORIO/CIUDAD/ ECOSISTEMA INTELIGENTE

Es conveniente empezar definiendo qué entendemos por ‘territorio/ciudad/ecosistema inteligente’ en el marco de los procesos de planificación, gestión proactiva y disciplina y seguimiento territorial y urbano, en un ámbito en el que las definiciones y conceptualizaciones se vuelven confusas ante los múltiples y complejos acercamientos disciplinares a la cada vez más amplia aplicación de sensores, el internet de las cosas, los *big data*, análisis de datos, inteligencia artificial y *machine learning* para el enfoque de problemas y funciones territoriales y urbanas.

Desde la perspectiva de lo que sigue, un “Territorio/Ciudad/Ecosistema Inteligente” es un “sistema digital integrado de sistemas digitales” capaz de reproducir, y servir de soporte para optimizar el seguimiento, el funcionamiento, y la eficiencia y eficacia en el logro de los objetivos de la planificación territorial, ambiental y urbana que se hayan establecido para los correspondientes territorios o ámbitos urbanos considerados, aprovechando las potencialidades de la actual revolución científico-técnica y de las TIC.

La primera consideración a tener en cuenta es que estamos hablando de un instrumento que ayuda a mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos de planificación y transformación territorial, ambiental o urbana, pero que no sustituye ni elimina la necesidad de estos, tanto en lo que se refiere a la definición sociopolítica de los Objetivos a conseguir, como en la intervención proactiva de los distintos agentes sociales para la continua retroalimentación entre gestión, disciplina y líneas de acción.

En efecto, un “Territorio/Ciudad/Ecosistema Inteligente” no es más que una aproximación formalizada e interrelacionada (modelizada) al territorio o la ciudad considerada, cuya complejidad está estrechamente unida, tanto al conocimiento disciplinar de los sistemas territoriales, ambientales y urbanos que los configuran, como a las capacidades de reproducción y simulación de los efectos asociados a los instrumentos tradicionalmente utilizados para actuar y dirigir la dinámica de estos sistemas hacia los Objetivos sociopolíticamente definidos.

En ese sentido, son un paso adicional en los tradicionales procesos de distinto tipo de modelizaciones de los sistemas territoriales, ambientales y urbanos, con características específicas ligadas a las nuevas capacidades tecnológicas y a las enormes potencialidades que los *big data*, la inteligencia artificial o el *machine learning* aportan a la mejora en la eficiencia y eficacia de los citados procesos de planificación, gestión interactiva y disciplina para los distintos territorios o ciudades considerados.

Un “Territorio/Ciudad/Ecosistema Inteligente” incorpora la georreferenciación de los procesos, la utilización de sensores diversos y diferenciados de seguimiento y control de las variables determinantes de cada Objetivo (*smartphones*, cámaras, sensores específicos sobre el terreno, etc.) y su transmisión M2M; el internet de las cosas (IoT) y los *Big Data* para la incorporación e integración de variables diversas de distintas fuentes relacionadas con los Objetivos perseguidos; así como el *Data Mining*, el *Machine Learning* y la IA adecuada a los Objetivos perseguidos.

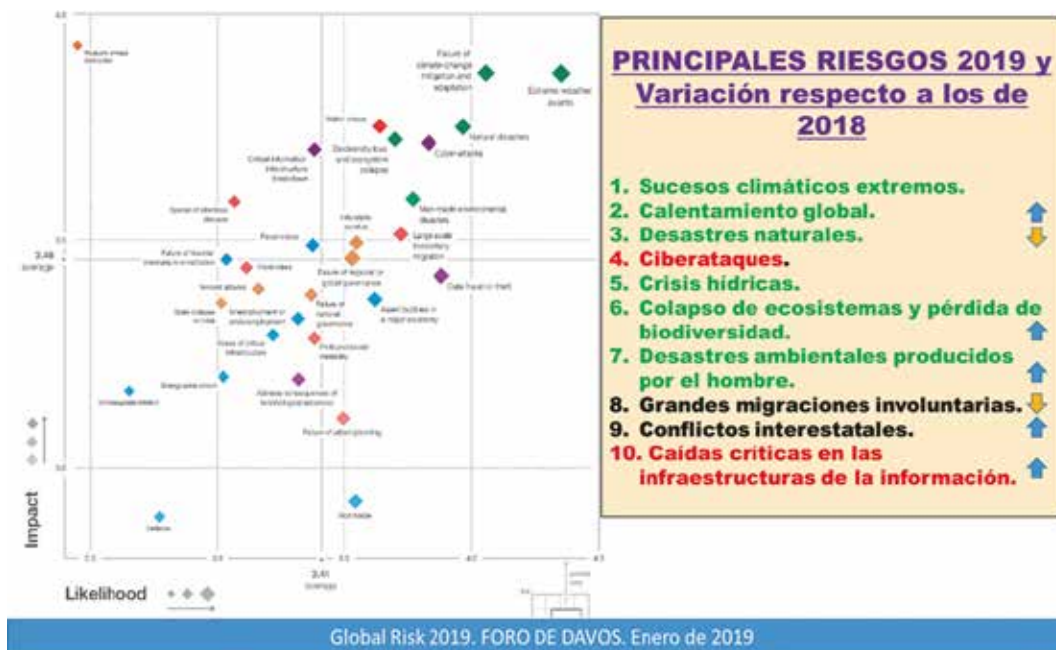
Todos ellos elementos instrumentales imprescindibles para la reproducción, seguimiento y control de los procesos ligados a los Objetivos pretendidos, que normalmente están asociados a grandes fines como la mejora de la calidad de vida, la seguridad y bienestar para la población y el patrimonio territorial y urbano; la eficiencia en el funcionamiento en los servicios territoriales y urbanos; y la mejora de la productividad en sus actividades económicas.

## LOS RETOS TERRITORIALES Y URBANOS EN EL HORIZONTE 2030/2050 Y LA CONSTRUCCIÓN DE TERRITORIOS/CIUDADES/ECOSISTEMAS INTELIGENTES

Cada vez en mayor medida la dinámica territorial y urbana viene condicionada por procesos de cambio global sobre los que la capacidad de control de las administraciones públicas y agentes sociales de una ciudad, comunidad autónoma o incluso Estado son muy reducidos. La globalización económico-financiera que condiciona las posibilidades de invertir y el coste del capital, la creciente importancia de la problemática energética en un país tan dependiente energéticamente como España, la incidencia disruptiva de la denominada cuarta revolución científico-técnica, o los efectos del calentamiento global, por citar sólo los aspectos más relevantes, inciden de forma clara y creciente sobre los procesos de transformación y desarrollo territorial y urbano y, sobre todo, sobre los riesgos y el bienestar ciudadano.

Una preocupación tradicional de la Ordenación del Territorio (OT) ha sido la de conseguir avanzar hacia un desarrollo territorialmente equilibrado, ambientalmente sostenible y socioeconómicamente cohesionado. Aspectos claramente en contradicción con la dinámica social característica del Modelo de desarrollo imperante en la sociedad actual.

Desde el punto de vista del equilibrio territorial, la dinámica de transformación territorial y socioeconómica que ha presidido la historia de España en los últimos 60 años ha tendido a una diferenciación creciente entre espacios fuertemente urbanizados (áreas metropolitanas transformadas posteriormente en regiones funcionales urbanas) y un medio rural con fuertes desequilibrios internos y una grave regresión en las en su momento denominadas áreas desfavorecidas.



Es escasa la viabilidad de políticas que afronten estos desequilibrios, las crecientes desigualdades socioeconómicas y los retos de una despoblación y envejecimiento rural acelerados, a causa de una agricultura cada vez menos considerada socioeconómicamente y de un patrimonio territorial desvalorizado en amplias zonas del territorio español, que cada vez demandarán menos mano de obra, y en las que proporcionar servicios públicos básicos a la población cada vez es más caro e ineficiente en términos económicos, y en las que, adicionalmente, los servicios privados (banca, acceso a redes, etc.) cada vez están más distantes.

Las posibilidades de intervención pasan necesariamente por un conocimiento detallado de las capacidades y potencialidades de los territorios en esta situación, unido a la consecución de un uso eficaz y eficiente de todas las inversiones, equipamientos y servicios públicos para asegurar, tanto una calidad de vida a la población equiparable a la del medio urbano, como una igualdad de oportunidades a los escasos jóvenes remanentes en los mismos, sirviendo esta igualdad de oportunidades para atraer nueva población joven a los mismos, ya que sin población potencialmente activa, la viabilidad de una evolución socioeconómicamente positiva es nula.

Un Territorio/Ecosistema inteligente parte de la premisa de que es capaz de mejorar la eficacia y eficiencia en la consecución de los Objetivos de sostenibilidad, de equilibrio territorial, de productividad y de calidad de vida y bienestar e igualdad de oportunidades de los habitantes que lo habitan.

Su diseño y funcionamiento debe partir del conocimiento, participación y cooperación de la población afectada, que debe estar convencida de que el uso de la recogida de información con sensores o la conversión de su *smartphone* en fuente de información para el uso de tecnologías como la inteligencia artificial, es útil para la mejora de los servicios y de su bienestar sin poner en absoluto en riesgo su intimidad.

Plataformas puestas en marcha en distintos territorios españoles en esta dirección, tanto por Comunidades Autónomas como por Diputaciones, se vienen centrando en políticas que han incidido positivamente –aunque de forma claramente insuficiente– tanto en la potenciación del turismo ambiental y rural (puesta en conocimiento de los principales atractivos del patrimonio territorial de estos ámbitos rurales y puesta a disposición de los ofertantes de servicios de ayuda para el desarrollo de su negocio) como en la valoración de los servicios de los ecosistemas presentes en esos territorios y la internalización de sus beneficios sobre los habitantes y agentes rurales que los posibilitan<sup>1</sup>.

Existen también iniciativas con una clara potencialidad y efecto demostración si se llevan correctamente a cabo, fundamentalmente en la planificación y gestión de recursos territoriales agrícolas, forestales, hídricos o energéticos, como es el caso de “La Gomera 100% sostenible”, proyecto iniciado en este año 2019, y basado en soluciones de innovación tecnológica en generación renovable, microrredes, autoconsumo y eficiencia energética.



También las tecnologías digitales permiten transformar nuestro sector primario, reducir el consumo de agua y mejorar la eficiencia en el uso de este *input*, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o incrementar la productividad e ingresos de los agricultores, en línea con la consecución de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas para transformar el mundo, en base a la Agenda 2030 aprobada en septiembre de 2015. Y ratificada en sus líneas maestras en la reunión de septiembre de este mismo año 2019, donde se ha vuelto a reiterar que no hay ningún ODS que se alcance tendencialmente con las políticas y modelo de desarrollo vigentes, siendo imprescindibles cambios radicales en aspectos capitales como las emisiones de gases de efecto invernadero, generadoras del calentamiento global, o la creciente desigualdad y empobrecimiento de las clases medias en los países desarrollados.

Entre estos ODS figura específicamente el número 11 que, como se aprecia en el cuadro siguiente, se centra en la consecución de unas ciudades y unos asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

Objetivos sobre los que inciden de manera complementaria para nuestras ciudades los establecidos por HABITAT III, la UE o el Ministerio de Fomento para España, a través de sus respectivas Agendas Urbanas.

## Objetivo 11. Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

### 7 METAS y 3 LÍNEAS DE ACCIÓN:

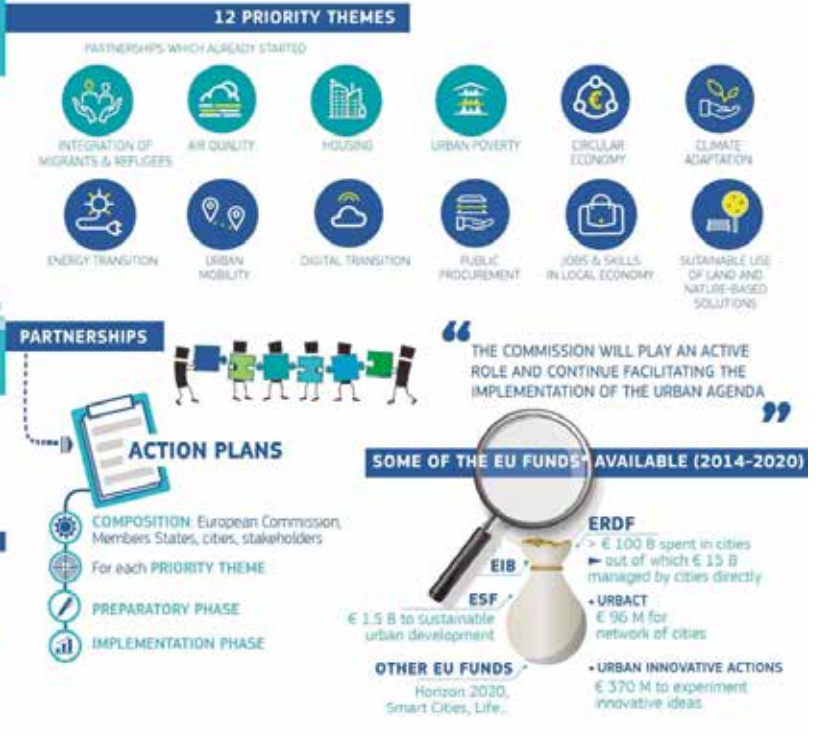
1. Para 2030, asegurar el acceso de todas las personas a **viviendas y servicios básicos** adecuados, seguros y asequibles y **mejorar las áreas degradadas y el chabolismo**.
2. Para 2030, proporcionar acceso a **sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles** para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del **transporte público**, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación vulnerable, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.
3. Para 2030, aumentar la **urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para una planificación y gestión participativas, integradas y sostenibles** de los asentamientos humanos en todos los países.
4. Redoblar los esfuerzos para **proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo**.
5. Para 2030, **reducir de forma significativa el número de muertes y de personas afectadas por los desastres** incluidos los relacionados con el agua, y reducir sustancialmente las pérdidas económicas directas vinculadas al producto interno bruto mundial causadas por los desastres, habiendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones vulnerables.
6. Para 2030, reducir el **impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades**, incluso prestando especial atención a la **calidad del aire y la gestión de los desechos municipales** y de otro tipo.
7. Para 2030, proporcionar acceso universal a **zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles**, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad.

a Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales mediante el fortalecimiento de la **planificación del desarrollo nacional y regional**.

b Para 2020, aumentar sustancialmente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan y ponen en marcha políticas y **planes integrados para promover la inclusión el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres**, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles.

c Proporcionar apoyo a los países menos adelantados, incluso mediante la asistencia financiera y técnica, para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes utilizando materiales locales.





1. TERRITORIO, FASES Y BIODIVERSIDAD	2. MODELO DE CIUDAD	3. CAMBIO CLIMÁTICO	4. EXISTENCIA SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS Y ECONOMÍA CIRCULAR	5. MOVILIDAD Y TRANSPORTES	6. COHESIÓN SOCIAL, IGUALDAD DE OPORTUNIDADES	7. ECONOMÍA URBANA	8. VIVIENDA	9. ERA DIGITAL	10. INSTRUMENTOS
1. ORDENAR EL TERRITORIO Y HACER UN USO RACIONAL DEL SUELO, CONSERVARLO Y PROTEGERLO.	2. EVOLVER LA DISPUSICIÓN URBANA Y REUTILIZAR LA CIUDAD EXISTENTE.	3. PREVENIR Y REDUCIR LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y MEDIANTE LA RESILIENCIA.	4. HACER UNA SECCIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS Y FOMENTAR LA ECONOMÍA CIRCULAR.	5. FOMENTAR LA PROXIMIDAD Y LA MOVILIDAD SOSTENIBLE.	6. FOMENTAR LA COHESIÓN SOCIAL Y REDUCIR LA EGRESIVIDAD.	7. IMPULSAR Y FORTALECER LA ECONOMÍA URBANA.	8. GARANTIR EL ACCESO A LA VIVIENDA.	9. LIDERAR Y FORTALECER LA INNOVACIÓN DIGITAL.	10. MEJORAR LOS INSTRUMENTOS DE INTERVENCIÓN Y LA GOBERNANZA.
1.1. Ordenar el suelo de mayor a menor a su entorno territorial.	2.1. Definir un modelo urbano que fomente la compatibilidad, el equilibrio urbano y la durabilidad de espacios públicos.	3.1. Adaptar el modelo urbano que fomente el cambio climático y reducir sus impactos.	4.1. Ser más eficientes energéticamente y ahorrar energía.	5.1. Fomentar la ciudad de proximidad.	6.1. Reducir el riesgo de pobreza y exclusión social en entornos urbanos desfavorecidos.	7.1. Aumentar la productividad local, la generación de empleo y la dinamización y diversificación de la actividad económica.	8.1. Fomentar la existencia de un parque de vivienda adecuada a precio asequible.	9.1. Fomentar la conectividad de conocimiento y acercar hacia el desarrollo de clusters inteligentes, flexibles y sinérgicos.	10.1. Lograr un marco normativo y de planeamiento actualizado, integrado, flexible y sinérgico.
1.2. Conservar y mejorar el patrimonio natural y cultural y proteger el paisaje.	2.2. Garantizar la conectividad funcional y la diversidad de usos.	3.2. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.	4.2. Optimizar y reducir el consumo de agua.	5.2. Promover modos de transporte sostenibles.	6.2. Mejorar la igualdad de oportunidades desde una perspectiva de género, edad y capacidad.	7.2. Fomentar el turismo sostenible y de calidad y los sectores clave de la economía local.	8.2. Garantizar el acceso a la vivienda, especialmente a las colectivos más vulnerables.	9.2. Fomentar los servicios e la administración electrónica y reducir la brecha digital.	10.2. Asignar la participación ciudadana, la transparencia y favorecer la gobernanza multinivel.
1.3. Mejorar las infraestructuras verdes y azules y vincularlas con el contexto natural.	2.3. Mejorar la calidad y la sostenibilidad de los espacios públicos.	3.3. Mejorar la resiliencia frente al cambio climático.	4.3. Potenciar el ciclo de los materiales.	5.3. Reducir las emisiones y favorecer su reciclaje.					10.3. Mejorar la capacidad local y mejorar la financiación.
	2.4. Mejorar el medio ambiente urbano y reducir la contaminación.		4.4. Reducir los residuos y favorecer su reciclaje.						10.4. Diseñar y poner en marcha campañas de formación y sensibilización en materia urbana.
	2.5. Impulsar la regeneración urbana.								
	2.6. Mejorar la calidad y la sostenibilidad de los edificios.								

## Los Objetivos de la Agenda Urbana Española.

Relación con ODS, Agenda Urbana Europea y EDUSI.

- Objetivo vinculado a INDICADORES del ODS 11
- Objetivo vinculado al cumplimiento del ODS 11
- Objetivo vinculado con los partenariados de la Agenda Urbana Europea
- Objetivo con actuaciones I.3. cultural y rehabilitación.
- Objetivo con actuaciones Plan Estatal de Vivienda.
- Objetivo con actuaciones o indicadores EDUSI.

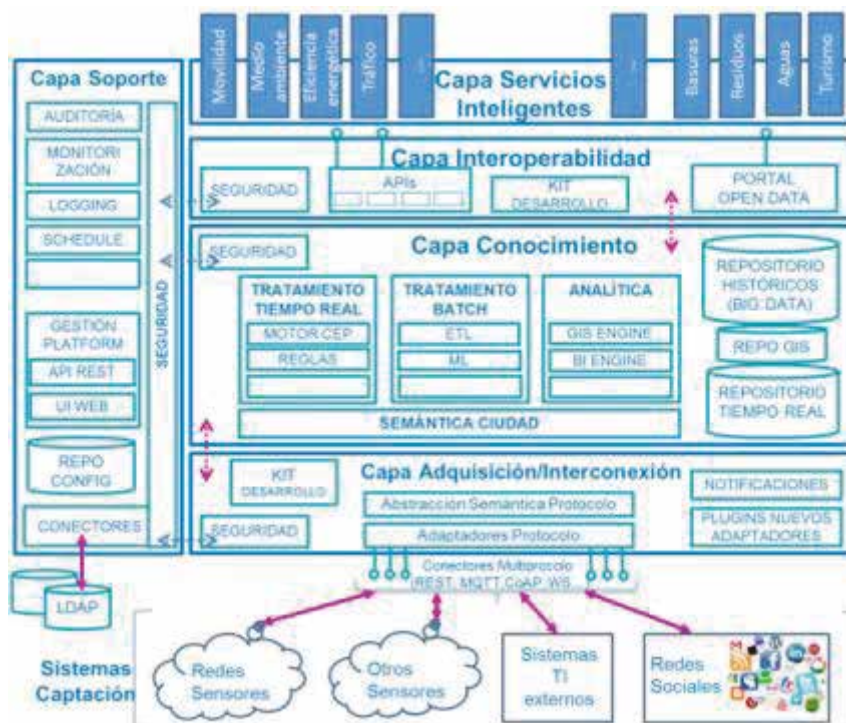
Afrontar estos Objetivos y problemáticas a través de Territorios/Ciudades/Ecosistemas/Inteligentes hace referencia a la capacidad de establecer Plataformas digitales integradas que puedan incorporar elementos específicos que permitan la interrelación y sinergias entre, como mínimo, los Objetivos de: Productividad inteligente; Salud inteligente; Gobernanza inteligente; Accesibilidad y movilidad inteligente; Sostenibilidad ambiental inteligente; Sistemas energéticos inteligentes; Equipamientos Urbanos eficientes; Gestión inteligente de la Accesibilidad a la vivienda; y Minimización inteligente de Riesgos.

La propia complejidad y dinamismo de los subsistemas implicados y de sus interrelaciones y sensibilidad ante el cambio global, cambio climático, transición energética, etc., así como ante el propio cambio en las potencialidades y consecuencias de la Revolución Científico-Técnica y de los nuevos instrumentos disponibles para el análisis, seguimiento y control, hace imprescindible una aproximación a estas Plataformas de Territorios/Ciudades/Ecosistemas Inteligentes transdisciplinar, que aspira a un conocimiento relacional, complejo y proactivo mediante el diálogo y la revisión permanente del “Ecosistema construido”, tanto entre los distintos ámbitos de conocimiento implicados, como por parte de la colaboración proactiva en el diseño del Ecosistema de los agentes sociales involucrados en la transformación territorial y/o urbana.

Desde el punto de vista estructural, y aunque no podemos extendernos en este artículo sobre la problemática y tipos de Plataformas, cabe citar, como ejemplo, la propuesta para el “Ecosistema Xàbia Inteligente”<sup>2</sup>, basada en estándar abierto (Plataforma Sentilo), realizada por uno de los grupos de participantes en el Módulo V –Territorios Inteligentes- del Master en Tecnología e Innovación Digital en la Ingeniería, en la que se integran e interrelacionan para encontrar sinergias en su planificación/gestión proactiva conjunta, los subsistemas de Movilidad/Servicios transporte, Medio Ambiente (residuos, basuras,...), Eficiencia Energética, Tráfico, Eficiencia hídrica, Alertas ante riesgos (inundabilidad, viento,...), Eficiencia turística, o la Agenda cultural y la burocracia administrativa del ayuntamiento con los ciudadanos (peticiones, trámites, denuncias, pagos, etc.).

## EL AVANCE EN EL ESTABLECIMIENTO DE TERRITORIOS/CIUDADES/ECOSISTEMAS INTELIGENTES

La interconectividad entre los distintos sistemas definibles en el Territorio o la Ciudad es una condición absolutamente necesaria para el seguimiento y control de sus distintos elementos y de las interrelaciones que se producen dentro de cada sistema y entre los *inputs* y *outputs* que interactúan entre los mismos. Esta interconexión/conectividad se produce eficientemente en la actualidad por fibra óptica, que





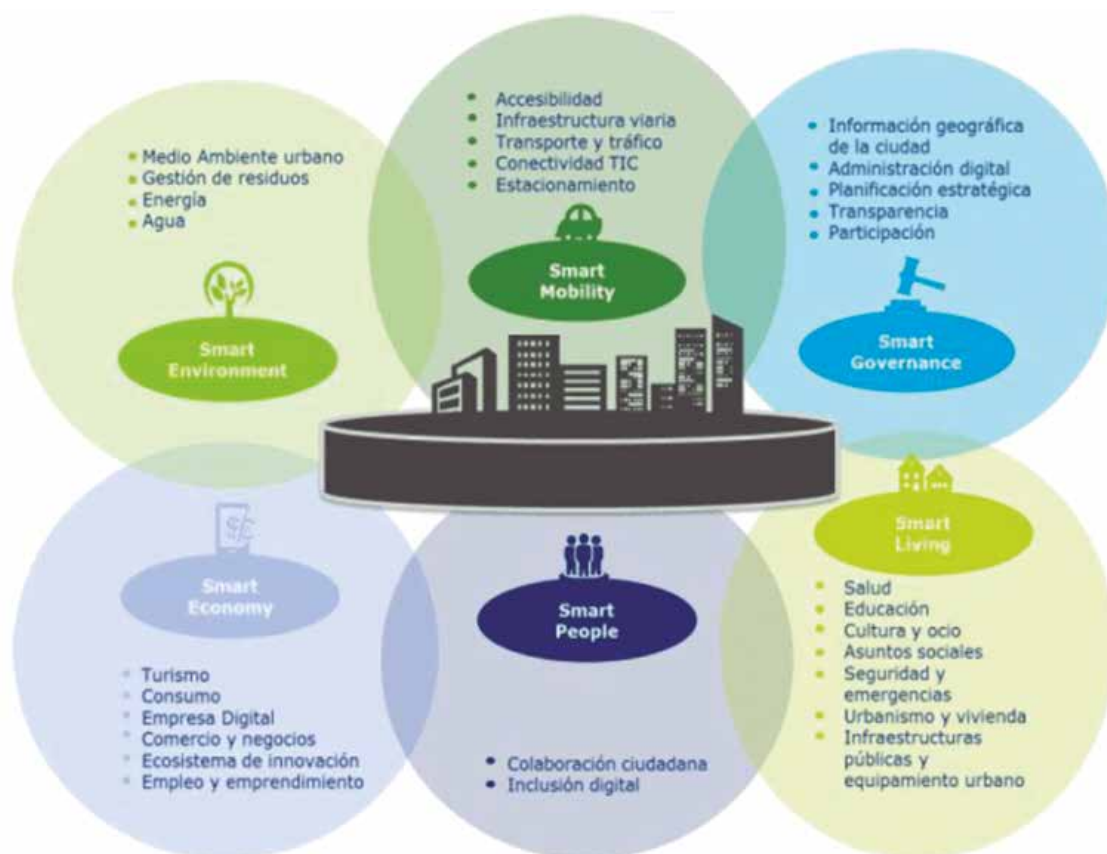
es la infraestructura clave que permite la conexión M2M, el desarrollo de Internet de las cosas (IoT) y la digitalización eficiente de los servicios, si bien el 5G ampliará muy significativamente la funcionalidad y las posibilidades de esa interconectividad. En todo caso, cualquier proyecto de Ecosistema/Territorio Inteligente ha de partir de la existencia de redes que aseguren esa interconectividad, aprovechando las potencialidades ya existentes, y diseñando las ampliaciones precisas para los Objetivos que progresivamente vayan incorporándose al Ecosistema/Plataforma Inteligente.

Como se ha señalado, la definición de estos Objetivos y del Sistema integrado de Subsistemas que van a constituir el Ecosistema Inteligente preciso, es el primer paso obligatorio, que ha de basarse siempre en un enfoque transdisciplinar, abierto a la innovación, con una filosofía escalable y que sepa aprovechar la necesaria cooperación público-privada, ya que las redes utilizables son en su mayoría privadas en la actualidad, al igual que la disponibilidad de algunos de los *Big Data* imprescindibles para la puesta en marcha de la Plataforma/Ecosistema.

El Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI) centra los subsistemas a incorporar a lo que hemos denominado la Plataforma/Ecosistema Inteligente en 6 ámbitos de actividad: *Smart Environment*, *Smart Economy*, *Smart People*, *Smart Living*, *Smart Mobility* y *Smart Governance*, con la estructura y contenidos que se recogen en la Figura siguiente proveniente de la fuente citada.

En este marco, Objetivos ya alcanzados y alcanzables e incorporables a la señalada escalabilidad son, entre otros, los de reducción de emisiones, el desarrollo de una economía circular que permita producir más recursos de los que se consumen, o la participación pública y de los agentes sociales que permitan validar las soluciones y propuestas de gestión que se proponen para los respectivos territorios o ámbitos (agua, energía, residuos, servicios de los ecosistemas, movilidad, etc.).

En este sentido, tal y como se desarrolla en el citado Módulo V del Master, son subsistemas fácilmente integrables y



Fuente: ONTSI

georreferenciables, con su correspondiente aprovechamiento de sinergias, economías de escala y complementariedades:

- La integración y gestión inteligente del sistema de alumbrado municipal, o de autovías y autopistas, de ferrocarriles y red de telecomunicaciones que permita también el control de los semáforos y el control de diferentes sensores ligados a los sucesivos objetivos del Ecosistema.

- En accesibilidad/movilidad la información sobre las plazas de aparcamiento urbanos o disuasorios, regulados o libres, del sistema de transporte público (frecuencias, tiempos de viaje, hora de llegada, etc.), de los niveles de congestión del viario, del servicio de taxis o de *car-sharing* eléctrico, de la localización de los puntos de recarga eléctrica y su disponibilidad, soluciones al transporte de última milla etc.

- La puesta a disposición en la red de guías territoriales y urbanas, en 3D, con información del territorio, sus servicios, procesos de gestión, o sus edificios, permitiendo información adicional sobre catastro, eficiencia energética, tramitación de licencias o permisos, etc.

- El subsistema sobre el ciclo del agua, que permite la optimización de su funcionamiento, aprendiendo de fenómenos irregulares o extraordinarios, tanto en lo que afecta a la garantía de abastecimiento como a las inundaciones (tanques de tormenta) o saneamiento y depuración.

- El subsistema energético en el que, además de la información proporcionada por los contadores inteligentes, se sienten las bases para el desarrollo inteligente de la Energía distribuida, la tele-gestión de los contadores, o de la gestión de la coordinación de la red general con la autoproducción/autoconsumo individual o local. Se trataría de intentar que cada vez más la demanda local de energía pueda cubrirse con energía renovable optimizando los recursos con tecnologías inteligentes de gestión de energía.

- Apertura a subsistemas integrados de innovación y de nuevos modelos de negocio, de colaboración público-privada, que incorpore la participación de ciudadanos en la definición de problemas, urgencias y necesidades, de instituciones de investigación y de los distintos sectores público y privado, facilitando el acceso a los *Big Data* estructurados para facilitar dicha innovación.

- La gestión integrada e inteligente de la seguridad en el territorio, con la definición y propuesta de solución para los puntos críticos en materia de seguridad (accidentes o riesgos de distinto tipo) incorporando un clúster de apoyo de las empresas de seguridad implantadas en el territorio.

- La recogida y gestión de residuos optimizada desde la perspectiva de la economía/ingeniería circular y de la minimización de molestias a los ciudadanos.

- Facilitar la participación de la ciudadanía para el diseño urbano o para reducir el consumo energético de los edificios u optimizar la movilidad.

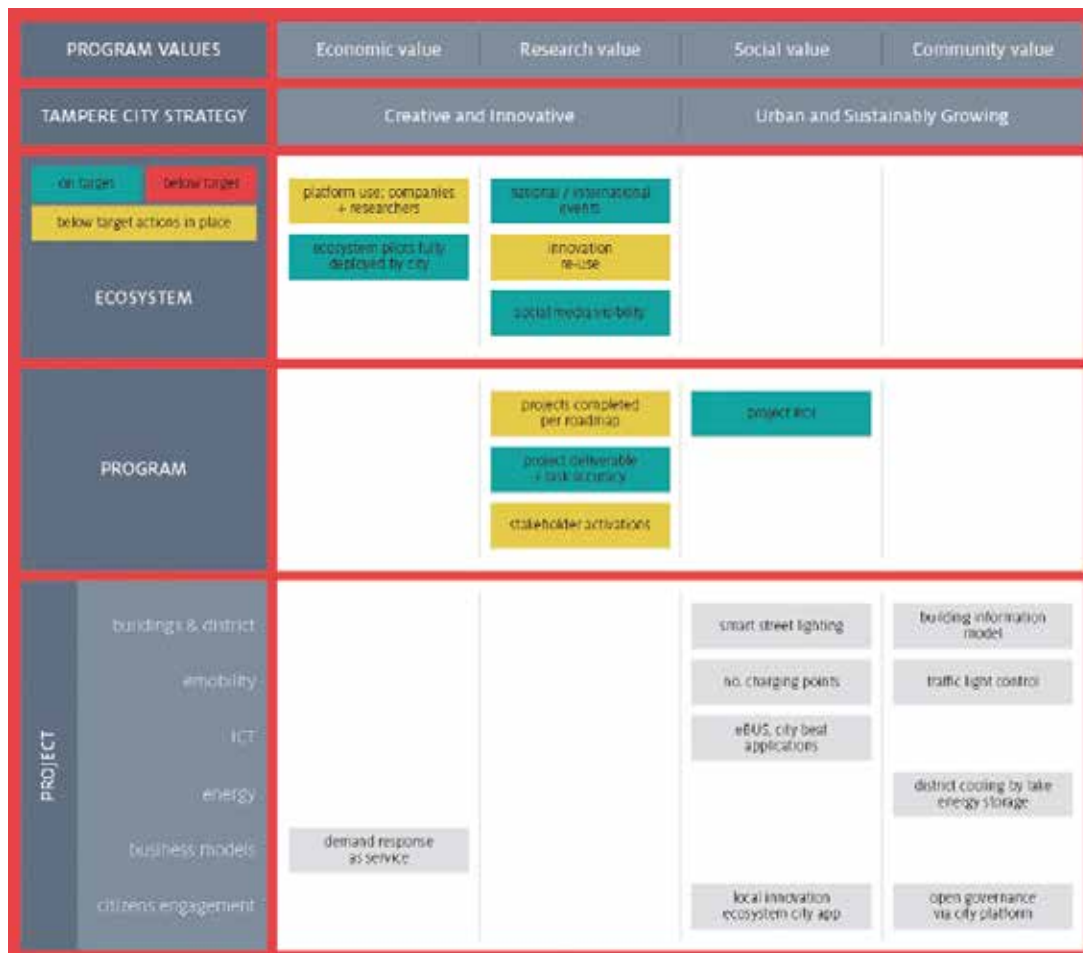
- y agrupar todos los datos urbanos en un “*hub*” que facilite servicios de valor añadido en el ámbito de la *smart city*.

En España, la aplicación de Fondos Europeos (en línea con lo antes señalado al tratar de la Agenda Urbana Europea) a través de las Estrategias de Desarrollo Urbano Sostenible e Integrado (EDUSI) ha permitido que numerosas ciudades o territorios municipales integrados que cumplieran las condiciones demográficas exigidas, hayan podido optar, con proyectos competitivos, a ayudas del Fondo Feder para actuaciones que favorezcan una economía baja en carbono en municipios y ciudades con iniciativas de movilidad urbana sostenible, alumbrado urbano eficiente o energías renovables en los municipios<sup>3</sup>. La caracterización de muchos de estos proyectos con el calificativo de “Inteligentes” ha sido uno de los aspectos que han potenciado en mayor medida el auge de iniciativas integradas en “Ciudades Inteligentes”, incorporando igualmente temáticas asociadas a la innovación social, accesibilidad, calidad ambiental, administración electrónica, gobierno abierto, transparencia o lucha contra la exclusión social, entre otros.

A efectos ilustrativos de esquemas integrados en funcionamiento, se acompañan las estructuras y ámbitos de inicio en la puesta en marcha de “Ecosistemas/Territorios Inteligentes” en el caso de Tampere (Dinamarca) o de la experiencia, menos desarrollada por ahora, de Logroño en la formulación de Ecosistemas Inteligentes Urbanos.

En el caso de Tampere (Finlandia)<sup>4</sup> se pone el acento, en su ámbito de influencia territorial, en aspectos clave para el buen funcionamiento del mismo, centrándose en una accesibilidad/movilidad eficiente e inteligente, en una industria digitalizada y sostenible, en la educación y la investigación, en la implementación de edificios inteligentes, en el desarrollo de una gobernanza inteligente y en un sistema de “*smart health*”. Todo ello de forma integrada e interrelacionada para lograr sinergias en la comprensión, reproducción y control de las dinámicas de funcionamiento territorial.

Sus objetivos finales son ofrecer todo tipo de servicios digitales en 2025, ser una ciudad neutra en carbono en 2030 y hacer de su desarrollo tecnológico y sostenible un ecosistema de innovación, emprendimiento y avance de su economía digital, ya que la creación de puestos de trabajo de base tecnológica es parte fundamental de su estrategia de desarrollo.



Desde el punto de vista operativo, realiza una construcción del Ecosistema a partir de la generación de sucesivos “ámbitos” o “distritos” inteligentes.

Otros ejemplos, como la creación de la plataforma urbana Smart Logroño, tienen objetivos y procesos más o menos semejantes. Tratan de establecer un “cerebro integrador” de los distintos Objetivos y servicios públicos de la ciudad para optimizar sus potenciales y su gestión. Así, pretenden agilizar la atención a los ciudadanos distribuyendo de manera automática sus peticiones o quejas a las unidades municipales involucradas; mejoran la coordinación de los servicios de emergencia en la ciudad, la monitorización y el consumo de agua, y proporcionan a los logroñeses información en tiempo real sobre su ciudad. Se integra con las medidas preexistentes de gestión de la energía y el agua, de la calidad del aire y de la movilidad inteligente a través del citado “cerebro integrador” que combina tecnologías de Internet de las cosas (IoT), big data e inteligencia artificial para cruzar

y analizar la información de los distintos servicios con el fin de tomar decisiones y actuar en tiempo real ante procesos que exijan soluciones rápidas, o para simular posibles escenarios que permitan optimizar las políticas públicas.

La Plataforma de Logroño ha ido incorporando los datos de los servicios municipales de forma paulatina (010 de atención al ciudadano, recursos hídricos, emergencias, Sistema de Información Geográfica del municipio, gestión de peticiones, atenciones, afecciones en la vía pública o indicadores de transparencia y calidad) obteniendo ya resultados palpables en la mejora de la eficacia y eficiencia de distintos servicios (disminuciones en el consumo de agua para el riego que superan el 35 %, “gracias al cruce de datos entre los servicios de medioambiente y meteorología”, o mejoras de un 25 % en los tiempos de resolución de las solicitudes, quejas o sugerencias de los ciudadanos) que es uno de los Objetivos y logros más directamente ligados a la puesta en servicio de estas Plataformas Inteligentes.

## LA INGENIERÍA EN UN NUEVO MARCO DE NECESIDADES PROFESIONALES

Las necesidades de nuevos ingenieros adaptadas a los efectos y transformaciones asociadas a la Revolución Científico-Técnica actual son difíciles de precisar, pero es evidente que esas necesidades siempre estarán ligadas a los Objetivos que se pretendan por parte de la sociedad. Conocer esos Objetivos y los logros que se pueden aportar a los mismos desde la ingeniería, es un primer paso que debe venir acompañado, en segundo lugar, del mejor conocimiento posible de los nuevos instrumentos y potencialidades que aportan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), o las nuevas técnicas, métodos e instrumentos asociados a nuevos sensores, tecnologías M2M, LoT, inteligencia artificial, etc.

Adicionalmente a la insustituible participación de la ingeniería en los Objetivos tradicionales de las empresas de maximizar beneficio, áreas de mercado, competitividad, capacidad de innovación o estabilidad de sus procesos productivos a largo plazo, el ámbito de actuación de estas mismas empresas y de la ingeniería va a venir claramente marcado por el desarrollo de la actual Revolución Científico-Técnica y sus potencialidades; y, desde el campo público de delimitación de Objetivos, por las Agendas 2030, de progresiva implantación mundial, y por los requerimientos para la ingeniería que se derivarían de la puesta en marcha de actuaciones para el avance en la consecución de los 17 Objetivos (ODS) y 169 subobjetivos asociados a las mismas para el conjunto del planeta, en cuyo proceso los ingenieros jugamos, y estamos llamados a jugar un papel fundamental.

Particular consideración entre estos Objetivos hay que señalar en países como España a la problemática derivada del inevitable calentamiento global y de las transformaciones energéticas, territoriales y urbanas asociadas a los nuevos procesos en innovación, tecnología y producción, que demandan unas capacidades y competencias transdisciplinares para el ingeniero, tanto desde el punto de vista empresarial como desde la cualificación de los funcionarios públicos, que faciliten la imprescindible labor de viabilizar su trabajo en equipo, su inventiva/capacidad de innovación y de aprendizaje continuo (relativización de lo aprendido y valoración de lo nuevo) y su formación ética.

Esa transdisciplinariedad es fundamental en procesos como la construcción de Ecosistemas/Territorios inteligentes. Transdisciplinariedad que se concibe como el proceso de superación de la separación y delimitación de objetos de estudio en disciplinas sectoriales, permitiendo ir más allá de la interdisciplinariedad presente en ámbitos como el medio ambiente, el urbanismo o la ordenación del territorio, disciplinas científicas que han conseguido avanzar, con su multi-

disciplinariedad, hacia la formación de equipos con capacidad de intercambio, integración y comprensión compleja de procesos que llegan a trascender las fronteras de cada una de las disciplinas involucradas, acercándose a lo exigible en la construcción de Ecosistemas/Territorios inteligentes.

En este marco, la capacidad de trabajar en equipo del ingeniero, la capacidad de comunicación, la capacidad de planificación/ejecución y control de procesos, así como la predisposición a la innovación son elementos fundamentales, que deben ir asociados a su capacidad en el uso de las TIC, de los sensores, *Big Data*, IoT, IA, ML o DM para buscar, seleccionar e interrelacionar información. Y particular importancia tiene su conocimiento del manejo de las herramientas de representación espacial (realidad aumentada y sistemas de información geográfica) y de su capacidad de acceso e integración de la información existente en las fuentes de datos disponibles (Copérnicus, GIS públicos, Bases Ministeriales de datos sobre agua, ecosistemas, etc.).

Salvo que exista un proceso de transformación social que cambie el conjunto de relaciones sociales y productivas que se prevén, la mayoría de los ingenieros no van a poder tener ni un puesto de trabajo fijo y continuado, ni una actividad profesional estable, salvo para los más relevantes en los campos de innovación, gestión o dirección. Proliferarán los encuadrados en “*startups*” autónomas, considerados ahora como “emprendedores”, que posiblemente tengan que trabajar a destajo y por proyectos o servicios específicos, sin ninguna continuidad en su contratación, dependiendo ésta exclusivamente de los “éxitos” en su desempeño.

Pero existe una alternativa si se opta por una formación muy selectiva y de muy alta calidad que asegurara la capacitación del ingeniero en los puestos de dirección y control de los procesos, así como en los de innovación y perfeccionamiento técnico de sus especializaciones tradicionales, adecuadamente filtrados por una formación transdisciplinar que le permita dominar los nuevos procesos previsibles a medio-largo plazo, en los que el establecimiento, diseño, funcionamiento y control de Ecosistemas/Territorios Inteligentes van a tener un papel primordial. 📍

## NOTAS

(1) Aunque las referencias son crecientes y diversas, pueden citarse en este punto experiencias ligadas a temas como: Afrontar la sequía y garantizar un uso sostenible del agua con IoT y *blockchain*; Asesoramiento a Castilla y León en dispositivos TIC y accesibilidad para un turismo apto para todas las personas, por la ONCE; “Smart Island Mallorca” para desarrollar medidas de isla inteligente en cada uno de sus municipios; Un ecosistema de innovación y una plataforma provincial para combatir la brecha digital y la despoblación en Badajoz; Convenio marco sobre Destinos Turísticos Inteligentes de la Generalitat Valenciana para sus municipios; etc.

(2) Integrado por Emilio Monfort, Raul Martínez, Blanca Palerm y Ajejandro Vizcaino

(3) En 2019 se han asignado 713,5 millones de euros a medidas de ahorro y eficiencia energética en edificaciones e infraestructuras, principalmente renovación de alumbrado municipal y rehabilitación energética de edificios y dotaciones públicas; 121,6 millones destinados a iniciativas de movilidad urbana sostenible; y 151,9 millones a la promoción de energías renovables, incluyendo instalaciones de autoconsumo. Red.es gestiona una parte del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes con inversiones en territorios inteligentes, cofinanciados con el Feder, en 108 millones para proyectos de ciudades e islas inteligentes, 73,9 para destinos turísticos inteligentes, y 30 para intercambiadores, estadios u otros edificios y equipamientos urbanos.

(4) <https://smart tampere.fi/en/home/>

## REFERENCIAS

Un muestrario útil y actualizado del estado de la cuestión puede obtenerse a través de las Ponencias y Comunicaciones presentadas al V Congreso de Ciudades Inteligentes: <https://www.congreso-ciudades-inteligentes.es/>

Fuentes complementarias de información actualizada se encuentran en

- AENOR CTN-178, (2015), UNE 17804:2015: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/comites-tecnicos-de-normalizacion/comite?c=CTN%20178>

- Ciudades Inteligentes de la ONU (Organización para las Naciones Unidas): [http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view-tv-release/news/smart\\_sustainable\\_cities](http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view-tv-release/news/smart_sustainable_cities)

- European Commission, 2016, “*Requirements specification for Urban Platforms*”, EIP SCC, Integrated Infrastructures action cluster – Urban Platform, informe técnico, v2.2.

- Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía: <https://www.idae.es/>

- RECI (Red Española de Ciudades Inteligentes): <http://reddecidadesinteligentes.es/>

- Red.es: <https://www.red.es/redes/es/que-hacemos/ciudades-inteligentes>

- Red de Ciudades Creativas de UNESCO: <https://es.unesco.org/creative-cities/content/ciudades-creativas>

- Red Innpulso (Ciudades para la Ciencia y la Innovación): <https://redinnpulso.net/>

- RIU (Red de Iniciativas Urbanas): <http://www.rediniciativasurbanas.es/>

- *Smart Destinations* de SEGITTUR (Sociedad Estatal para la Gestión de la Innovación y las Tecnologías Turísticas): <https://www.segittur.es/es/areas-conocimiento/area-cto-detalle/Destinos-Turísticos-Inteligentes/#.XdKQ71dKjIU>

- *United for Smart Sustainable Cities* (U4SSC): <https://www.itu.int/pub/T-TUT-SMARTCITY/es>

- SuisseEnergie, «*Guide de planification énergétique territoriale*»: [https://www.local-energy.swiss/fr/profibereich/profi-instrumente/energiestadt/Werkzeuge-und-Instrumente/Werkzeuge\\_Energieplanung.html](https://www.local-energy.swiss/fr/profibereich/profi-instrumente/energiestadt/Werkzeuge-und-Instrumente/Werkzeuge_Energieplanung.html)



# Máster en TECNOLOGÍA DIGITAL E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

FEBRERO - DICIEMBRE 2020



Módulo I	TRANSFORMACIÓN DIGITAL (5 créditos)
Módulo II	BUILDING INFORMATION MODELING, BIM (5 créditos)
Módulo III	BIG DATA Y ANALÍTICA DE DATOS EN INGENIERÍA. DATOS ABIERTOS (5 créditos)
Módulo IV	DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LA INGENIERÍA Y LAS OBRAS PÚBLICAS (5 créditos)
Módulo V	TERRITORIO INTELIGENTE (5 créditos)
Módulo VI	SERVICIOS DE TRANSPORTE INTELIGENTE (5 créditos)
Módulo VII	CIBERSEGURIDAD Y PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS (5 créditos)
Módulo VIII	INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BLOCKCHAIN. APLICACIONES A LA INGENIERÍA CIVIL (5 créditos)
Módulo IX	MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE LA DIGITALIZACIÓN DE LA ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD (5 créditos)
Módulo X	TRABAJO FIN DE MÁSTER (TFM) (15 créditos)

Carga lectiva: 60 créditos ECTS



2ª EDICIÓN



Colegio de  
Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos

INFORMACIÓN Y RESERVA DE PLAZA

91 700 64 62 [master.tidi@ciccp.es](mailto:master.tidi@ciccp.es)

UNED

# BIM en infraestructuras civiles



JORGE  
**Torrico**

Ingeniero de Caminos,  
Canales y Puertos.  
Subdirector BIM en Ineco

## RESUMEN

Siendo BIM una metodología nacida en el ámbito de la edificación y, por tanto, con un mayor empleo en este campo, en el ámbito de las infraestructuras civiles está teniendo un importante crecimiento en el último año. Diversos factores han contribuido a este despegue, por un lado los relacionados con la tecnología y las herramientas de adquisición y gestión de información digital; pero también relacionados con la estandarización y, sobre todo, la demanda en contratos públicos. Recibir pliegos de licitación de obra pública con requisitos BIM empieza a resultar algo familiar, no solo en el ámbito internacional.

## PALABRAS CLAVE

BIM, transformación digital, infraestructuras civiles, infraBIM

## ABSTRACT

*BIM, being a methodology born in the field of building and, therefore, with greater employment in this field, is having a significant growth in infrastructure projects this year. Several factors have contributed to this take-off, on one hand, those related to technology and digital information acquisition and management tools; but also related to standardization and, above all, the demand in public contracts. Receiving bidding documents for public works with BIM requirements is becoming familiar, not only in the international arena.*

## KEYWORDS

*BIM, digital transformation, civil Infrastructure, infraBIM*

## INTRODUCCIÓN

Existe, aunque cada día en menor medida, una idea extendida de que la metodología BIM es solo aplicable en edificación y en elementos de infraestructuras que se puedan desarrollar con herramientas de modelado orientadas a edificación. El transcurso de este 2019 contribuye a la caída de esta creencia. Por un lado, como metodología, es decir como conjunto de procesos, BIM no distingue entre ningún ámbito; pero, a su vez, se están produciendo importantes avances relacionados con la tecnología y las herramientas de adquisición y gestión de información digital, con la estandarización y, sobre todo, la demanda en contratos públicos.

La introducción de esta metodología en la industria de la construcción, mantiene un ritmo suave aunque sostenido. La diferencia en cuanto a aplicación de una tecnología y una metodología estriba fundamentalmente en el momento en la que ésta comienza a reportar beneficios. A la tecnología se le exige que aporte beneficios en el muy corto plazo, y, si no es así, se suele descartar. Un cambio de metodología requiere actuar sobre personas y procesos y, por ello, requiere un mayor periodo de maduración. Este hecho determina un mayor foco actual en la modelización que en la incorporación de estrategias de colaboración o enfoques 'open BIM'.

Las infraestructuras civiles, a diferencia de los edificios, necesitan de diferentes escalas en función de la fase del ciclo de vida en la que se encuentren, desde escalas muy pequeñas y alto nivel de detalle en el diseño y la construcción, hasta escalas territoriales en la explotación: se proyectan y construyen tramos; pero se gestionan redes o itinerarios. Este cambio de escala conlleva así mismo distintas necesidades en cuanto a la cantidad de información a gestionar, incluso de su propia georreferenciación. Es habitual generar modelos de información geolocalizados en sus coordenadas X, Y, Z; sin embargo, bases de

datos como inventarios y sistemas de gestión utilizan referencias topológicas, pk's y una base plana. Se hace necesario, por ello, establecer una conexión entre ambos escenarios, a fin de mantener una secuencia de dato único.

## AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA GENERACIÓN DE MODELOS

La generación de modelos digitales pueden partir de dos escenarios diferentes: el diseño de una nueva infraestructura y la digitalización de la infraestructura existente a través de la captura de datos. En ambos campos, se están produciendo avances constantes que facilitan la creación de modelos digitales y la incorporación de información a los mismos.

Las distintas herramientas de modelo están en pleno proceso de transformación o evolución desde el concepto "generadores de planos" a "exportadores de modelos", ya que este tipo de herramientas vienen empleando modelos digitales tridimensionales para disciplinas como el movimiento de tierras, firmes o drenaje. Esta evolución de concepto no sólo se basa en el formato sino, fundamentalmente, en la evolución de lo meramente geométrico a los modelos integradores de información, los datos viajan con la geometría.

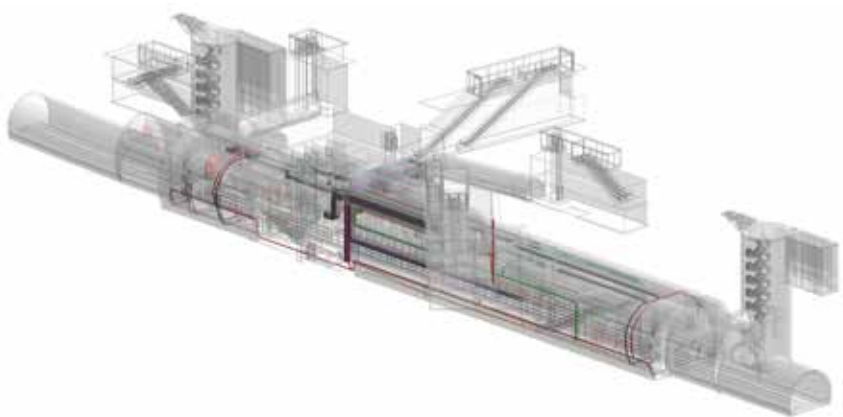


Fig. 1\_ Modelo de información de un tramo de metro



Los retos para las herramientas de generación de modelos están relacionados con la interoperabilidad y, como se mencionaba anteriormente, con la incorporación de metadatos. El salto hacia adelante se produce en la medida en que esa información digital sea extraíble y se pueda fusionar con la procedente de otras disciplinas y, probablemente, de otras herramientas.

En un futuro no muy lejano, la tecnología permite hacerlo ya, podremos acceder a toda la información de un elemento desde un mismo lugar, sin tener que consultar diferentes documentos, por ejemplo, podremos acceder a toda la información relativa a una pila de puente, geometría, características proyectadas del hormigón, características reales, resultados de las pruebas de calidad, datos de la puesta en obra, etc

La información se crea para usarla, por lo que el futuro inmediato también deparará la creación de una nueva generación de herramientas focalizadas en la gestión de la información digital: auditoría, verificación normativa, simulaciones, etc; incorporando otras tecnologías como *big data*, inteligencia artificial, *machine learning*, que permitan verificar los criterios e hipótesis de diseño, establecer modelos de comportamiento y, en definitiva, aportar criterio para la toma de decisiones.

En el ámbito de la captura de la realidad, obtener información digital de lo ya construido, el reto se podría resumir en un sencillo lema: capturar más información en menos tiempo, lo que conlleva a una mayor extensión en el empleo de estas tecnologías. Los avances en escaneo se están moviendo a un ritmo rápido. Los escáneres ahora están utilizando grados más altos de automatización y alineación, y se están volviendo más pequeños, más baratos y más accesibles. El desarrollo de la técnica de captura basada en equipos montados sobre vehículos (terrestres y aéreos), está ya permitiendo rendimientos abordables con una mayor precisión, algunas fuentes

cuantifican estos ahorros en el entorno del 60 %.

Un informe del Banco Mundial<sup>1</sup> (2006) sobre adquisición de datos para la gestión de Carreteras se iniciaba y finalizaba estableciendo el alto coste de la adquisición de datos y recomendaba la adopción de tecnologías menos “sofisticadas”. La situación ha cambiado notablemente y el empleo de estas tecnologías es cada vez más sostenible. Ello no quiere decir, por supuesto, que se olviden los principios que también recogía el mencionado informe relacionados con el sentido común y la economía de medios:

- Adquiere solo los datos que necesites.
- Adquiere datos con el mínimo nivel de detalle suficiente para la toma de decisiones.
- Adquiere datos solo cuando los necesites.

El siguiente paso en este camino es la generación de modelos BIM a partir de las nubes de puntos. Este es un proceso todavía muy manual al que se están incorporando inteligencia artificial y *big data* para identificar y clasificar los elementos que conforman la infraestructura. Una vez identificados, se incorporan los correspondientes objetos digitales a los modelos con su posición y características principales, de hecho, toda la información no gráfica que precisen.

Diversos proyectos de innovación están avanzando en este campo de generación automatizada de modelos a partir de puntos a fin de emplearlos para inventario u otros usos. En la actualidad, la Universidad de Melbourne ha desarrollado una herramienta para el ámbito de la edificación, generando modelos en formato abierto ifc a partir de nubes de puntos.

## INTEGRACIÓN CON GIS

Ambas tecnologías se utilizan en muchas ocasiones de forma separada y con diferentes propósitos<sup>2</sup>; sin embargo

existe un importante potencial en cuanto a su integración. El objetivo es doble, por un lado, adquirir e integrar toda la información necesaria para la toma de decisiones independientemente de su silo tecnológico BIM, GIS, etc; y por otro lado permitir el cambio de escala desde la escala de detalle a la escala territorial y viceversa. El enunciado del objetivo transmite una lógica simple que resulta muy compleja de llevar a la realidad. Existen todavía muy pocas experiencias de integración de información, especialmente en el ámbito de las infraestructuras. En términos generales, ambas tecnologías se desarrollan en diferentes formatos y, sobre, todo, manejan muy diversas escalas de información. El reto es establecer qué y cuánta información es necesario intercambiar.

### **MÁS ALLÁ DE LA TECNOLOGÍA: ESTANDARIZACIÓN**

BIM no es sólo una tecnología que permite la generación de un prototipo o gemelo digital con información sobre la infraestructura, es una metodología de gestión que abarca información digital obtenida de diversas fuentes, en distintos formatos, con distintos propósitos y gestionada por diferentes herramientas. En este contexto la estructura de la información y, especialmente, la interoperabilidad adquieren una especial relevancia. Es imprescindible conseguir y aplicar una semántica común que estructure la información de la infraestructura, generar un consenso sobre cómo la jerarquía y organización de todos los elementos que forman parte de la infraestructura y cuáles son los parámetros que los caracterizan.

Existen diversos sistemas de clasificación (*uniclass*, *omniclass*, *coclass*, etc) en su mayoría procedentes de los ámbitos anglosajón y escandinavo, y con un mayor desarrollo en el ámbito de la edificación. Todos estos sistemas recogen las características de la cultura de la construcción en sus diversos países de origen y presentan dificultades en cuanto a su adopción directa al escenario nacional. Ello dio lugar a la creación de un sistema español

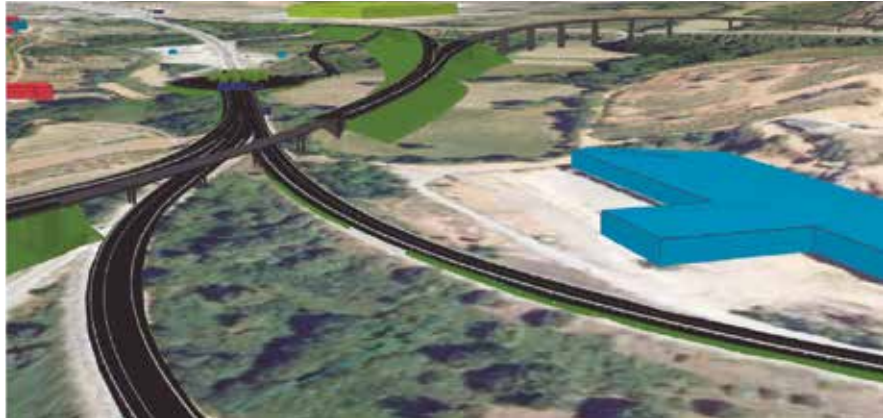


Fig. 2\_ Integración BIM-GIS en proyecto de la autovía A-76. Ineco

(*Gubimclass*) basado en los estándares internacionales, en especial ISO-12006; pero también muy orientado a edificación. Recientemente, se ha creado un grupo de trabajo en el seno del *Railway Innovation Hub*, clúster español de innovación ferroviaria. El grupo está formado por más de veinte empresas del sector, con el objetivo de desarrollar un sistema de clasificación integral de la infraestructura ferroviaria que rellene el hueco actualmente existente tanto a nivel nacional como internacional.

El proyecto está abierto a la participación de cualquier empresa integrada en el clúster, centros de investigación, tecnológicos y universidades; pero también a gestores de infraestructura ferroviaria, los máximos beneficiarios de un sistema integral, que comprenda el conjunto de la infraestructura, y pensado para todo el ciclo de vida. El resultado de la clasificación resultante está previsto que sea de dominio público.

La estandarización de los formatos de intercambio es el aspecto clave para garantizar la interoperabilidad de la información. Se trata de disponer de los datos de forma abierta e independiente de las herramientas que los generaron. Este aspecto es esencial, especialmente, cuando se tiene en cuenta la variable temporal. La metodología BIM comprende el ciclo de vida íntegro de las infraestructuras, por tanto, abarca periodos de varias décadas. El dato generado hoy debe poder ser legible y utilizable durante todo este tiempo. Este es uno de los principales retos, destemporalizar los datos al igual que ya se ha hecho en otras disciplinas.



El principal formato de intercambio abierto, ifc, tiene el hándicap de estar, aún, poco desarrollado para infraestructuras lineales; aunque ya existen las primeras versiones de ifc específicos para puentes (ifcBridge), carreteras (ifcRoad) y ferrocarril (ifcRail).

### LA EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA: BIM EN LA LICITACIÓN PÚBLICA

La demanda se revela como el factor más relevante cuando se pregunta sobre las causas de ralentización en la

adopción de esta metodología, tanto a nivel nacional como internacional. La frase “el cliente no lo pide” es la más extendida en todos los análisis sobre este tema. Es por ello, necesario poner el foco en la demanda sobre BIM; y específicamente, en el ámbito de las infraestructuras civiles, en la demanda pública, a través de la licitación.

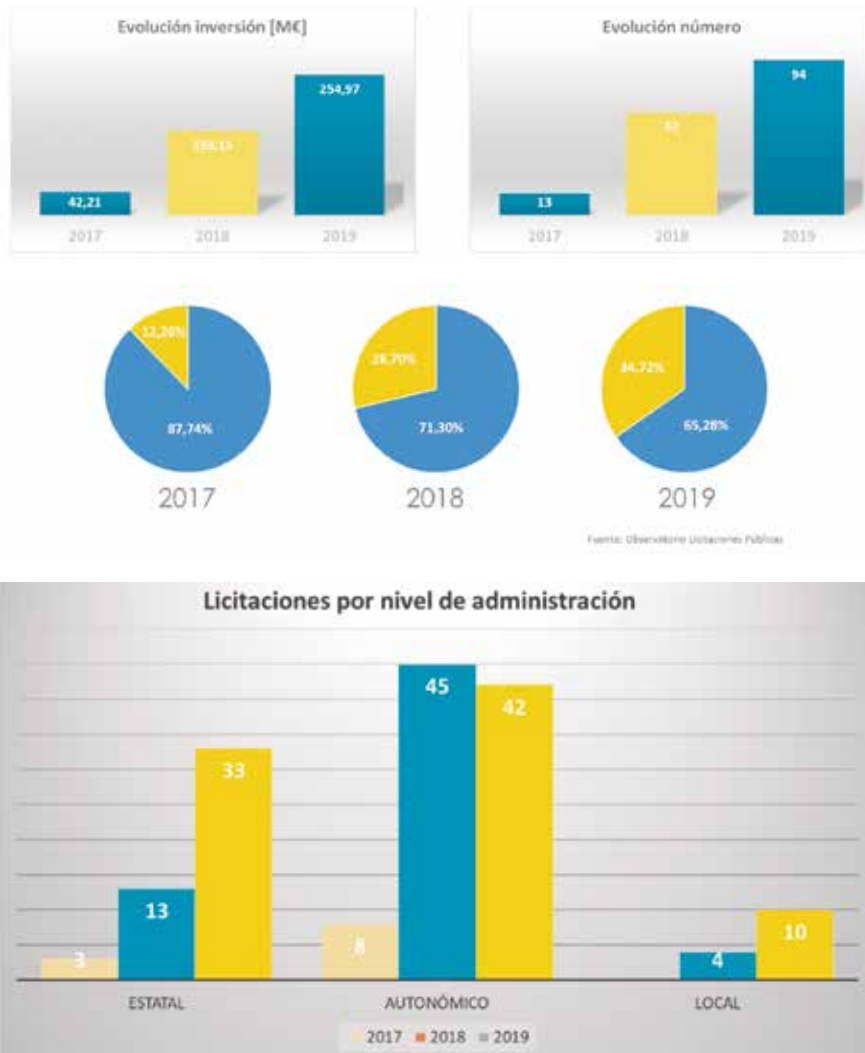
En España, algo que es único en Europa, disponemos de una herramienta de medición y seguimiento: el Observatorio de Licitaciones Públicas que, desde 2017 mide la evolución del “mercado público del BIM” a través de informes trimestrales. A través del mismo, se puede seguir la evolución de licitación con requisitos BIM. A finales de 2019, cuando este artículo se publique se habrán alcanzado los tres años de estudio y, por tanto, ya se pueden establecer algunas conclusiones.

Considerando los datos actualmente publicados, correspondientes al tercer cuatrimestre del año, en 2019 ya se han superado las cifras de 2018, tanto en número de licitaciones, alcanzándose la cifra casi del centenar, como en inversión acumulada, algo superior a 250 M€. Esta última constituye un valor modesto si se compara con el total de licitación pública en infraestructuras de XX M€ (fuente Seopan).

Como se aprecia en la figura, la evolución es creciente, esperándose que las cifras de 2019 doblen las de 2018.

Otro aspecto relevante que se desprende del último informe es la desmitificación de la máxima “BIM es sólo para edificación”, constatándose que del conjunto de licitaciones públicas con requisitos BIM, un 35 % corresponden a infraestructuras, valores que han crecido muy significativamente desde que comenzó el estudio.

Dentro de las administraciones públicas, son las Comunidades Autónomas las que más están impulsando el empleo de esta metodología; sin embargo



en el último año se ha producido un creciente interés desde la Administración General del Estado. Como se aprecia en la figura anterior, la diferencia entre administraciones se está reduciendo. A este aspecto en particular contribuyen los procesos de incorporación interna de la metodología que han iniciado grandes corporaciones públicas como pueden ser Adif, Aena o Puertos del Estado, entre otros, que siguen la estela de otras entidades de carácter autonómico en Cataluña, Valencia o el País Vasco.

## LA INTRODUCCIÓN DEL BIM EN EUROPA

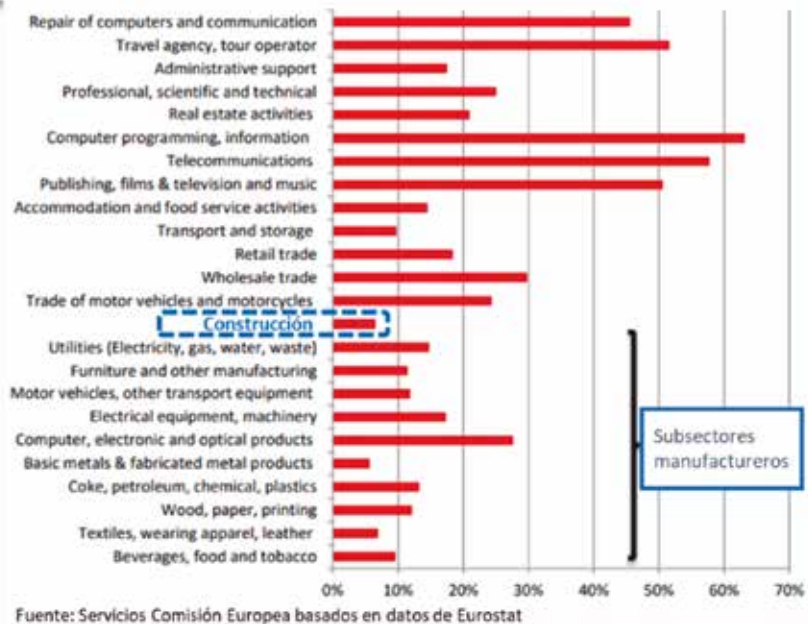
La digitalización de la economía es una de las prioridades de la Unión Europea<sup>3</sup> con el objetivo de fomentar su crecimiento, eliminar barreras dentro de la Unión y promover el liderazgo de las empresas europeas.

La digitalización en el sector europeo de la construcción es un proceso en marcha; pero como se recoge en el, recientemente, publicado informe sobre digitalización de la Comisión Europea, el ritmo es todavía lento.

Menos del 7 % de las empresas europeas del sector de la construcción tienen un índice de intensidad digital que se pueda calificar de alto o muy alto, ocupando el último lugar dentro de las actividades económicas analizadas. En ello, como ya se ha mencionado anteriormente, tiene un importante impacto el pequeño tamaño de las empresas que conforman este sector.

En general, la digitalización de la construcción se está acelerando en los mercados mundiales de la construcción, especialmente con respecto a la adopción de BIM. Según este informe, el mercado europeo ocupa el quinto lugar en el uso de tecnologías BIM siendo el mercado norteamericano el que lidera. A nivel europeo, Francia lidera el uso de BIM para obras de ingeniería civil y energía, siendo el mercado británico de

## Empresas con un índice de intensidad digital alto o muy alto. EU 2018 (en porcentaje del total)



la construcción el líder en el uso de BIM para edificación pública e institucional.

La generalización en el empleo de BIM requiere de la cooperación entre todos los agentes implicados: la propia industria, la Universidad y las administraciones públicas. La situación en el ámbito de las infraestructuras civiles no es muy diferente de la española, siendo el desfase muy inferior al existente en edificación.

## PARA PROYECTO... ¿Y OBRA?

Los beneficios de aplicación en proyecto no suelen ya ser una materia en discusión; sin embargo el empleo de modelos digitales en obra suele ser todavía bastante cuestionado.

Un punto crítico es el aprovechamiento de la información generada en fase de proyecto para la propia obra, ya sea para su seguimiento o para la propia producción. En general, se modela en fase proyecto hacia la obtención de planos, algo que en muchas ocasiones colisiona con el objetivo de la obra que es, obviamente, construir.

Aunque existen algunas experiencias de aplicación parcial en fase de obra, es ne-

cesario un mayor número de ellas de forma que se puedan establecer de forma más detallado los flujos de trabajo y de información, así como las necesidades de la obra "aguas arriba" hacia la fase de proyecto, estableciendo con mayor precisión los requisitos que los modelos de proyecto deben satisfacer. ☎

## NOTAS

(1) *Data Collection Technologies for Road Management*, Christopher R. Bennett, Hernán de Solminihaç and Alondra Chamorro. World Bank. Washington DC, 2006

(2) *Integrating BIM and GIS in railway projects: a critical review*. Sahar Kurwi, Peter Demian and Tarek M. Hassan. Loughborough University. UK, 2017

(3) *A Digital Single Market Strategy for Europe*. European Commission. Bruselas. 6/05/2015

(4) *Supporting digitalisation of the construction sector and SME's. Including Building Information Modelling*. Grow. DDG1.C.4. European Commission. 31/10/2019

# Definición de la Estrategia de Transformación Digital en el sector inmobiliario

MANUEL  
**Jiménez**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
Director de Construcción, Infraestructuras y Real Estate y director del Laboratorio de Inteligencia Artificial, Big Data y Robotización de Grant Thornton

FERNANDO  
**Valero**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
Socio de Construcción, Infraestructuras y Real Estate de Grant Thornton.



## EL CONCEPTO DE ESTRATEGIA DIGITAL

La formulación de la Estrategia Digital de cualquier organización será el ejercicio por el cual, la organización realizará la reflexión operativa que alinee las prioridades de negocio con la definición de sus necesidades tecnológicas, priorice éstas, las estime económicamente y establezca un marco temporal para las acciones que satisfagan tales necesidades, compatible con las previsiones de crecimiento y el establecimiento de una posición competitiva que cumpla con los objetivos definidos en la visión estratégica del negocio.

Así pues, podemos establecer como objetivos específicos de la formulación de la Estrategia Digital:

- Establecer un conjunto de iniciativas y proyectos de sistemas de información a acometer para satisfacer las necesidades de negocio, definiendo por cada uno de ellos, objetivos, alcance y personal implicado. La elaboración de estas iniciativas y proyectos tendrá en cuenta la valoración de las potenciales sinergias con el entorno tecnológico de la organización.
- Organizar las iniciativas identificadas, definiendo la prioridad de implementación, el nivel de correlación y las dependencias asociadas entre las distintas iniciativas.
- Realizar una estimación del personal, costes y tiempos necesarios para la implementación de cada una de las iniciativas.
- Identificar indicadores de gestión y de calidad para medir el grado de consecución de los objetivos del plan de sistemas, prestando especial atención a la mejora de procesos.

Y para lo cual consideramos los siguientes aspectos clave:

- Objetivo estratégico de la digitalización del modelo de negocio/servicio de la organización.
- Incorporación de las tendencias de gestión ágil de proyectos de construcción basados en IPD (Integrated Project Delivery) y las políticas de construcción eficiente-Lean (como Last Planner), incorporando y potenciando la utilización de la metodología BIM en los proyectos de ingeniería y edificación.
- Proceso de transformación digital con alcance en los flujos de trabajo de soporte corporativo, definición de RRHH involucrados, tecnología, cliente y proveedores.
- Implantación de herramientas estándar, que permita la recuperación, consolidación, modelización y restitución del conjunto de datos de la empresa y habiliten una visión del conjunto de actividades gestionadas.
- Garantizar un nivel adecuado de seguridad y de cumplimiento normativo.
- Gobierno del Sistema de Información.

Se considera que existen 6 ejes inductores de la Digitalización de los sectores de la construcción y el inmobiliario:





La estrategia digital nace de la toma de conciencia sobre los ejes inductores por parte de los tomadores de decisiones de las compañías que formulan la estrategia de transformación, a través de cuatro pilares o drivers, que son ópticas desde las que debe analizarse la estrategia digital.

## PILARES DE LA ESTRATEGIA DIGITAL

Entendemos que la Estrategia Digital para el sector de la ingeniería, las infraestructuras y el inmobiliario nace con la intención de cubrir los 6 ejes inductores y que se materializa a través de 4 drivers o pilares que denominamos: Financiero y Contable (FICO), Marketing y Operaciones, Construcción, e Innovación.



I. Financiero y Contable (FICO): Define el campo de la empresa relativo a la gestión contable y financiera de las operaciones de la compañía. Para dicha gestión existen sistemas de gestión integral apoyados en la lógica operacional de la compañía que además se convierten en un vehículo de comunicación y monitorización de proveedores y clientes. Así, la utilización de un ERP totalmente integrado en el ecosistema de aplicaciones se hace indispensable. La elección de dicho sistema en función de los sistemas existentes y los proyectados a futuro es un punto crucial dentro del plan de sistemas de la compañía. El soporte tecnológico adecuado asegura la continuidad de negocio así como la constitución de un sustrato de información explotable con tecnologías de procesamiento de datos tales como el Business Intelligence (BI) y el Big Data.

II. Marketing y Operaciones: La imagen de empresa, gestión logística y la demanda de uso del activo constituyen elementos

clave dentro de la estrategia de marketing digital y digitalización del servicio asociado a este. Comercialmente, el empleo de un modelo virtual desde fases tempranas del ciclo de vida de un activo proporciona oportunidades de generación de materiales de marketing con gran incidencia dentro de los potenciales clientes. A nivel operativo y durante la explotación de los activos, el acceso a información sobre los movimientos, tráfico y el flujo de personas en los mismos genera oportunidades para una transformación total del servicio, pudiendo aplicarse técnicas de discriminación de precios, anuncios dinámicos, mobile messaging, afinado en las tarifas por Superficie Bruta Alquilable (SBA) en función de ubicaciones y otras ventajas relevantes. Otro aspecto relevante de este driver viene de la mano de la potenciación de la experiencia de usuario, no sólo apoyado por la eficiencia operacional anterior, sino por actuaciones relacionadas con portales que agilicen la reserva (pre-booking) de servicios, integración de compras físicas y online...

III. Construcción: Se define como la capacidad de gestionar los activos inmobiliarios y los centros comerciales desde un momento temprano de su ciclo de vida y durante toda la vida útil del activo. En este punto cobra gran relevancia la implantación de la metodología BIM. Posteriormente en la fase de Construcción, mediante la implantación de entornos de colaboración ágiles e integrados (con sistemas de gestión de proveedores, certificaciones, compras, etc. tratados como parte del driver FICO y que cobran gran relevancia en este punto) permite la monitorización de la ejecución del proyecto por parte de los contratistas. Finalmente, dichos modelos se preparan para realizar todas las operaciones de Facility Management, predefiniendo así tiempos de realización de mantenimientos preventivos y correctivos, entre otros. La clave en este driver es la integración de todos estos usos potenciales con los sistemas de gestión corporativa, ERP, sistemas de gestión documental, etc. que nos permitan explotar la información digital de construcción para la mejora de las operaciones ordinarias de la compañía, en la doble realidad de obras y mantenimiento en activos existentes y de los nuevos grandes desarrollos greenfield.

IV. Innovación: A nivel de innovación dentro del sector encontramos aplicaciones como el uso de la tecnología Blockchain para la realización de transacciones o cualquier tipo de certificación. La explotación de bases de datos mediante herramientas y sistemas de Big Data o BI permiten tomar decisiones que impactan directamente en las ventas y por consiguiente en la rentabilidad de los clientes y en la nuestra en última instancia. El empleo de VR/AR (Realidad Virtual / Realidad Aumentada), tanto para mejorar la gestión y explotación del centro, como para potenciar la experiencia de usuario son también campos que tratamos desde este driver. Finalmente, analizaremos las principales tendencias del sector PropTech, cuyo nombre nace de la fusión de las palabras Property y Technology.



## Ámbitos de la Estrategia Digital



En la definición de la Estrategia Digital afrontaremos desde la perspectiva planteada por estos cuatro drivers el impacto sobre 15 ámbitos relativos a la estructura tecnológica, de procesos, financiera y humana de la compañía. Cada uno de los drivers impacta de manera diferente sobre estos ámbitos, en ocasiones de manera concurrente, sinérgica, complementaria o amortiguadora.

Estos 15 ámbitos son:

- Clientes: Se refiere a la capacidad de la compañía y sus sistemas de integrar la perspectiva de gestión de la experiencia de cliente en el desarrollo ordinario de sus operaciones. El Cliente se convierte en un referente a la hora de plantear el proceso de transformación, ya que constituye el ámbito de desarrollo natural del modelo de negocio y es generador de ingresos primarios. En este ámbito se trata de lograr una experiencia única de cliente mediante la homogeneización de canales y centralización de información, permitiendo que todos los canales hagan uso de ella (datos personales, comentarios en foros, reclamaciones, etc.)

- VDC-BIM: Construcción Virtual y BIM. Esta metodología se basa en el desarrollo de proyectos en entornos colaborativos que permiten el intercambio y almacenamiento de la información, información que posteriormente puede ser explotada a

través de sistemas de BI y Big Data. La Estrategia Digital es, además, un BIP – BIM Implementation Plan, que, de manera ordenada, establece un conjunto de acciones para la adopción de metodología BIM en el seno de la organización.

- Procesos: Se refiere al conjunto de flujos de trabajo, estandarizados o no, dentro de la compañía y soportados con tecnología. La transformación digital de los procesos se afronta desde una triple perspectiva:

- Crecimiento: Permite abordar la transformación digital para responder de forma ágil a las nuevas tendencias de mercado
- Optimización: Puesta en marcha de iniciativas de optimización de procesos, haciendo uso de las nuevas capacidades tecnológicas
- Entorno: Ayuda a evaluar el posicionamiento en el entorno, tomando en cuenta las ventajas competitivas adquiridas a través de la transformación digital, así como factores organizativos internos y externos.

- Organización: Las nuevas necesidades y requerimientos de negocio pueden demandar un crecimiento de la Dirección de IT para poder cubrirlos con los niveles de calidad esperados. Para ello es necesario realizar un análisis organizativo que iden-

tifique las posibles carencias del departamento (competencias, habilidades y capacidades) definiendo la estrategia de sourcing para cada una de las áreas de la Dirección de IT con el objetivo de acomodarse a los requerimientos y el crecimiento a futuro de la compañía. Del mismo modo, a nivel global, la incorporación de soluciones tecnológicas y la digitalización de procesos, como BIM, puede dar lugar a la redefinición de roles o la necesidad de redefinir áreas de la organización.

- Gestión del Cambio: Entendemos gestión del cambio como la función que asegura que la transición que experimentan las personas ante un cambio dentro de la organización, ya sean empleados o clientes, se lleva a cabo de manera efectiva, ordenada y con una involucración y experiencia satisfactoria. Nuestro enfoque está basado en 2 fases: Análisis e Implementación de la estrategia de Gestión del Cambio. En la definición de la Estrategia Digital se incluirán las directivas de alto nivel para la implementación de la estrategia de Gestión del Cambio.

- Risk & Compliance: Proponemos una metodología de trabajo que aborda todo el proceso ordenado de análisis del grado de cumplimiento de cada normativa, elaboración de un plan de acción con medidas y recomendaciones, y la prestación de un servicio business as usual de manera recurrente. Para ello, definiremos los principales riesgos en materia tecnológica y de cumplimiento normativo; analizaremos los riesgos identificados, proporcionando las correspondientes acciones mitigadoras para reducir el impacto en IT y en negocio; y finalmente, definiremos los proyectos a llevar a cabo para proporcionar un nivel de seguridad IT adecuado y garantizar el cumplimiento normativo.

- Cultura: Con la formulación de la Estrategia Digital buscaremos promover una cultura y compromiso con los procesos de la compañía apalancado en el compromiso con la generación fiel de información, mantenimiento y explotación de la información sostenibles y seguros, con especial importancia en las capacidades de prevención, detección, respuesta y recuperación ante las ciberamenazas y en las capacidades de investigación y persecución del ciberterrorismo y la ciberdelincuencia; en un contexto de compromiso con los valores propios de la organización. En paralelo, la comunicación y salida de información de la compañía es un proceso clave que ha de controlarse e incluirse dentro de la cultura corporativa y alinearse con los valores que dirigen ésta. La gestión de la información de marca mostrada en redes sociales de forma sistemática y procedimental debe ser considerada para obtener el máximo rendimiento de la difusión, sin caer en riesgos reputacionales.

- Formación: Se configura como el soporte teórico-práctico que asegura la correcta gestión del cambio y la transmisión del conocimiento para el soporte tecnológico de las operaciones. La Estrategia Digital revelará las necesidades de alto nivel de formación de los principales grupos de profesionales de la empresa.

- Financials: Las inversiones en tecnología deben estar alineadas con la visión y estrategia de negocio de la organización, pero también deben materializarse en beneficios financieros para los stakeholders. Para ello es necesario analizar la forma en la que las iniciativas estratégicas de IT impactan (i) en el presupuesto de tecnología y (ii) en las palancas de creación de valor de la organización. Para ello, estableceremos una secuencia de trabajo en tres etapas para definir el impacto en este ámbito de cada driver:

- Definir las necesidades presupuestarias para cada una de las iniciativas y proyectos identificados

- Evaluar la evolución de las inversiones IT durante la ejecución del plan de sistemas, identificando la correcta inversión y evaluando el ROI de la misma

- Proporcionar métricas de mercado que permitan la comparación de los gastos e inversiones de tecnología de la organización respecto al mercado.

- Infraestructuras: Donde analizamos los modelos de datacenters y comunicaciones. El objetivo que se ha de seguir a la hora de definir la política relativa al centro de procesos de datos y la elección de las aplicaciones debe estar encaminado a soportar y maximizar los procesos de negocio de la compañía, así como sacar partido de tecnología cloud que permitan obtener un rédito de la información gestionada. A nivel de comunicaciones, nos centramos en dar un salto cualitativo respecto a los servicios facilitadores con el objeto de simplificar, abaratar, extender y maximizar el uso de los servicios de conectividad y comunicaciones de la compañía.

- Arquitectura: La nueva dirección estratégica requerirá una revisión de los Sistemas de Gestión, Departamentales y el Host / Mainframe con el objetivo de analizar las líneas futuras de cada aplicación, identificando sistemas a evolucionar, sustituir o desarrollar, nuevos requisitos para la arquitectura IT y diseñar soluciones de continuidad y optimización. Referente a la arquitectura de aplicaciones y soluciones IT, abogamos por el uso de arquitecturas SOA (Service Oriented Architecture) y TOGAF (del Open Group Architecture Framework). Este tipo de arquitecturas proporcionan una mayor flexibilidad, ayudando a reducir la complejidad y aumentando la eficiencia en la integración entre los sistemas existentes y nuevos.

- Seguridad: Ponemos el foco en las personas, a través de la formación específica y campañas de concienciación; ejercicios prácticos de Ciberseguridad, que proporcionan una experiencia de aprendizaje única; penetration tests, hunting – cyber deception, la investigación de incidentes y el cumplimiento y adecuación al marco normativo. Existen seis pilares fundamentales:

- Formación
- Ejercicios
- Test de Penetración
- Hunting/Ciber Deception
- Investigación de Incidencias
- Cumplimiento Normativo.

En el ámbito de ciberseguridad se requiere garantizar el uso de los estándares de calidad apropiados, como son la adopción de la ISO 27001, estándar de gestión de seguridad de la información, y el ciclo PDCA de mejora continua.

- Aplicaciones: Analizar las características de las aplicaciones desde un punto de vista tecnológico y de costes. Para ello se necesita mantener entrevistas con los responsables de soporte y desarrollo a fin de:

- Definir un sistema de suscripción y de servicios en línea compatibles con los nuevos canales digitales
- Identificar las herramientas necesarias para la gestión de la relación con el cliente y para potenciar la actividad en redes sociales
- Para los principales sistemas analizados, conocer:
- Lenguajes y metodologías de programación empleadas
- Interfaces existentes con otros sistemas
- Arquitectura tecnológica
- Requerimientos tecnológicos (Plataforma hardware, sistemas operativos, BBDD, etc.)
- Identificar los proyectos en curso y futuros de mejora, eliminación o adquisición de aplicaciones.

De este análisis surgen otras posibles iniciativas transversales a considerar en la definición de un objetivo de digitalización de los procesos operativos de una compañía. Así, por ejemplo, el uso de servicios cloud como PaaS o IaaS puede proporcionar flexibilidad y escalabilidad a la plataforma tecnológica en un entorno en constante cambio, siempre ajustándose a las necesidades operativas de la compañía.

- Entorno de datos: El objetivo de gestión del entorno de datos de la compañía será poder utilizar herramientas de BI, Big Data y Analítica Predictiva para explotar dichos datos. La introducción de bases de datos dentro del proceso constructivo añade cierta complejidad relacionada con el aseguramiento de la Calidad del Dato, la interoperabilidad entre formatos como pueden ser el IFC y BCF y el modelado de procesos a partir de sus flujos de infor-

mación. Además, a través de una gestión unificada y sistemática de los datos existentes es posible establecer procesos de BI, lo que nos permitirá, no solamente obtener tendencias y ayudar a la toma de decisiones, sino que además, a posteriori, se podrán incluir fuentes de información externas explotables con un sistema Big Data capaz de extraer conclusiones más completas, constituyendo de este modo una herramienta fundamental para la toma de decisiones.

- Movilidad: La introducción de nuevas tecnologías como el Internet of Things (IoT), los códigos QR, receptores RFID, la sensorización o las cámaras que permiten enriquecer el entorno con realidad aumentada, constituyen herramientas que pueden ser utilizadas para facilitar procesos como el de certificación o la obtención de métricas en obra, con toda la eficiencia operativa y de procesos que significan para el proceso constructivo. Son beneficios esperables de las estrategias de movilidad:

- Aumento en la productividad: a través de la flexibilización del puesto de trabajo.
- Actualización de información en los sistemas en tiempo real desde dispositivos de movilidad que permitan:
  - agilizar la respuesta al cliente y proveedores.
  - mejorar las comunicaciones.
  - responder con más rapidez a las consultas internas.
- Utilización de técnicas de movilidad: como utilización de tablets para el control de producción en obra.

## EL CONTEXTO DEL SECTOR INMOBILIARIO Y ÚLTIMAS TENDENCIAS DIGITALES

El mercado inmobiliario, quizás más dinámico que la producción pesada de obra civil en cuanto a su composición empresarial y variedad de perfiles corporativos, se encuentra inmerso en un proceso de cambio provocado por el uso de las nuevas tecnologías en su comunicación con los clientes, que también presentan un mayor dinamismo que las administraciones públicas contratantes de obra civil.

El inmobiliario se encuentra en proceso de renovación que trae consigo la estabilización de precios, el aumento de la demanda, y un crecimiento moderado del empleo y la economía.

Por ello, las empresas del sector están dando un paso hacia los modelos de negocio digitales; esto supone una amenaza para los medios tradicionales en la compraventa de viviendas, pero también una oportunidad para aquellos que sepan reinventar lo que los expertos llaman el customer experience.

Navegar por tediosos portales inmobiliarios es obsoleto. Ni hablar de salir a la calle a buscar casa. El sector se está adaptando a las nuevas necesidades del cliente, por ello están lanzando

algunas Apps inmobiliarias, herramientas con las que seducir al cliente desde su smartphone.

Otros activos inmobiliarios, más allá del residencial, como los espacios comerciales o los hoteleros se encuentran inmersos en un proceso de cambio provocado por el uso de las nuevas tecnologías en su comunicación con los clientes.

“En un marco favorable de mejora del consumo, de la demanda interna y de las ventas del comercio, el sector de los centros comerciales está muy consolidado y sus ventas van en aumento”, expone el presidente de la Asociación Española de Centros y Parques Comerciales, Javier Hortelano de la Lastra.

Hortelano también subraya la importancia de adaptarse a las nuevas tecnologías, sobre todo con el auge del ecommerce. “No hay que competir con ellas, sino convivir. Los centros comerciales se ven sometidos a readaptarse a las nuevas tecnologías, que son un aliado estupendo para mejorar la comunicación con los clientes”, ha explicado, al tiempo que ha recordado que los centros apuestan por ofrecer una “experiencia” diferente a la compra por Internet, por lo que se fomenta el ocio y la restauración.

Son, pues, tres los retos clave que marcan la evolución del sector:

- La creación de una oferta diferencial del activo que combine la experiencia de compra o la mera estancia con la conveniencia en el mix de servicios adicionales ofertados.
- Establecer una estrategia multicanal que potencie, a través del uso de la tecnología, una experiencia de uso del centro novedosa y diferencial.
- Crear nuevos formatos de centros comerciales y hoteles, que alternen la presencia de usos diversos y que mejoren las oportunidades de generar nuevos modelos de ingresos.

Estos retos, a su vez, dan lugar a tres tendencias que están marcando el desarrollo y reconversión de nuevos centros, ahora convertidos en auténticos resorts de compras y otros usos: ocio, salud, académicos, etc.

- Construcción de una propuesta única para el usuario, tanto al consumidor como al comerciante /operador hotelero, con un objetivo único: determinar claramente la motivación de compra y fidelizar.
- Alinear el tenant mix con la estrategia digital del resort (en el caso de centros comerciales) y el uso que de él hace el consumidor. Surgen nuevos formatos con repartos entre superficie pública y SBA diferentes a los tradicionales, usos mixtos que incorporan sector salud, ocio diferente al tradicional, usos académicos, etc.

- Establecer un alineamiento claro entre CAPEX y la inversión digital para generar una experiencia única de uso: resorts con ubicaciones físicas y online únicas, hoteles con servicios de valor añadido a través de la personalización online de la estancia o viviendas que se venden con un proceso de interacción.



Estas tres tendencias de evolución estratégica del sector ponen, por tanto, a la innovación tecnológica como una palanca de acción sobre dicho crecimiento. En España, el Real Estate digital es un concepto innovador que en otros países como Alemania, Holanda o Reino Unido está implantado desde hace años.

En este punto parece oportuno hablar de Proptech. Se habla mucho de este término actualmente, pero ¿sabemos a qué hace referencia el Proptech?

El concepto une un sector, el de la explotación inmobiliaria (y sus colindantes, como son la arquitectura y la edificación residencial) con las tecnologías y el ecosistema digital. A través de la tecnología, numerosas empresas del sector pretenden liderar la transformación del sector inmobiliario, de lo tradicional al mundo digital.

Esta tendencia cuenta con una fuerte presencia en Estados Unidos, y tuvo sus primeros casos en Reino Unido. Relaciona conceptos como big data, realidad virtual y desarrollos software.

Así, por ejemplo, se aplica el Home Staging a la comercialización de espacios en centros comerciales, una técnica de marketing basada en el diseño y la decoración que aumenta el poder de atracción de la vivienda (en este caso, el local), y de ese modo acelera su venta o alquiler al mejor precio.

Promovido por interioristas, diseñadores y otros actores del mercado inmobiliario, combina el marketing de experiencia con tecnologías como la realidad aumentada o los vídeos de inmersión 360°.

Su propósito es preparar un inmueble para su comercialización (alquiler o venta), haciendo más atractiva la propiedad. Desde el año 2008 hay empresas en España que se dedican específicamente a ofrecer este servicio.

Otra tendencia es el empleo y tratamiento de grandes cantidades de datos. Por Big Data entendemos el conjunto de herramientas destinadas a la gestión, manejo y análisis eficiente de enormes volúmenes de datos e información variada a una alta velocidad permitiendo lograr unos datos veraces y útiles para tomar decisiones y aportar valor a la sociedad.

La gran cantidad de información que se genera diariamente es susceptible de ser sometida a un proceso de explotación de dichos datos para convertirlos en conocimiento. El sector de la ingeniería y de la construcción, está actualmente en este proceso de implantación.

Estos avances suponen una gran mejora en la estimación de costes y otros beneficios, como, por ejemplo:

- Ayuda a realizar mapas de calor que nos permiten determinar las mejores ubicaciones de nuestros centros comerciales, determinar atractividad de determinados locales, itinerarios y tráfico más usados, y realizar una variedad de customer analytics que optimicen el rendimiento del centro.
- Permite ayudar a tomar decisiones como consecuencia de lo anterior, pudiendo plantear escenarios de manera predictiva que nos ayuden a determinar con certidumbre el comportamiento de la demanda.
- Obtener datos de los usuarios de los espacios permitiendo realizar su segmentación y plantear estrategias específicas para cada uno de estos segmentos a partir de sus comportamientos, gustos, o necesidades específicas.
- Obtener datos con la aplicación de sensores en cualquier tipo de construcción, favoreciendo su monitorización en muchos niveles de rendimiento, como por ejemplo la eficiencia energética de un edificio.

Por otro lado, es importante de cara a la operación de un activo y/o su comercialización comentar las tendencias relacionadas con la construcción sostenible. El término sostenible aplicado al sector de la construcción es complejo por su ámbito de aplicación: factores materiales, económicos, sociales, ecológicos, de viabilidad y de gestión. 🌀





# 1995-2020

# Aniversario AGA

ENRIQUE  
**Hernández**

Ingeniero de Caminos,  
Canales y Puertos.  
Director general de AGA

JOSÉ ANTONIO  
**Rodríguez**

Ingeniero de Caminos,  
Canales y Puertos.  
Coordinador técnico de AGA

## RESUMEN

En el año 2020 se cumplen 25 años desde que se fundó AGA (Asociación Española de Empresas Gestoras de los Servicios de Agua Urbana). La Asociación celebrará este Aniversario con actos especiales que intensificarán el mensaje que ha venido transmitiendo a la sociedad, especialmente en los últimos meses: su compromiso de excelencia con un servicio vital para la ciudadanía y la necesidad de asegurar la sostenibilidad del mismo, siguiendo los criterios de la Agenda 2030 de Naciones Unidas.

El artículo pasa revista a la actividad realizada por AGA en 2019, año en el que destaca la firma y publicación del nuevo convenio colectivo, la atención prestada a los entornos de trabajo saludables, la profesionalización del sector mediante una continuada formación, el impulso hacia una economía 100 % circular y el contacto cercano con administraciones e instituciones de todo tipo.

## PALABRAS CLAVE

Agua urbana, aniversario, Agenda 2030, Servicio de Excelencia, tarifas justas y equitativas

## ABSTRACT

*The year 2020 will see the 25th anniversary of the founding of the AGA (Spanish Association of Urban Water Management Companies). The Association is celebrating this anniversary with a series of events that will strengthen the message conveyed to the public, particularly over recent months: regarding its commitment to excellence in the provision of a vital public service and the need to ensure the sustainability of the same, in line with the criteria of the United Nations 2030 Agenda.*

## KEYWORDS

*B*

La 25ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, más conocida como COP25, ha supuesto un hito para nuestro país. Dos semanas en las que personas expertas y comprometidas con el medio ambiente, representantes políticos e instituciones han tratado de fijar aquellas medidas, para los próximos años, que maximicen el respeto por el medio ambiente. El conjunto de la sociedad civil y empresarial ha tenido también un papel protagonista en esta cumbre.

Como no podía ser de otra forma y cumpliendo el compromiso inherente que tienen las empresas de agua urbana con el medio ambiente, por el hecho de trabajar de manera directa con un recurso natural como es el agua, AGA, a través de sus empresas y también como asociación, ha estado presente en la Conferencia.

La COP25 ha sido un magnífico colofón al año 2019 para las empresas públicas, mixtas y privadas integradas en AGA, de la que han sido partícipes, como tantas otras entidades preocupadas por el futuro de las nuevas generaciones y del planeta.

## ¿QUÉ ES AGA?

La Asociación Española de Empresas Gestoras de los Servicios de Agua Urbana (AGA) es una asociación empresarial que agrupa a empresas gestoras de agua urbana de todo tipo (públicas, mixtas y privadas). En total, representan alrededor del 75 % del servicio de abastecimiento y saneamiento que se presta en España. Es, por tanto, la asociación mayoritaria del sector y encargada de la negociación del convenio colectivo estatal –que se ha renovado este año–. Están también entre sus actividades principales: la formación, con el objetivo de avanzar aún más hacia la profesionalización del sector; la prevención de riesgos laborales, como objetivo primordial hacia el bienestar laboral; y la atención a todos los asuntos legales (normativa, legislación, etc.) que afecten de forma directa o indirecta al sector.

## UNOS MESES INTENSOS EN ACTIVIDAD

Tras un importante año 2018 como asociación, 2019 ha supuesto un año cargado de trabajo e implicación.

Con el fin de 2019 y el inicio de 2020, año en que AGA celebra el aniversario por sus 25 años de existencia desde que se fundara en 1995, es momento de hacer repaso a estos intensos últimos 12 meses, en los que la Asociación ha aumentado su participación en todo tipo de actos, así como su colaboración con el máximo número de entidades posible. En consecuencia, se ha incrementado también su visibilidad en redes sociales, entrevistas y prensa de todo tipo.

## UN INICIO DE 2019 CARGADO DE INICIATIVAS

De entre todas las iniciativas en las que ha participado AGA, destaca especialmente el Libro Verde de la Gobernanza del Agua en España, iniciativa participativa del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO), que recoge las conversaciones ya iniciadas anteriormente en la búsqueda del Pacto Nacional por el Agua y que intenta avanzar hacia un objetivo de desarrollo sostenible y accesibilidad universal al agua, con máximo respeto al medio ambiente. AGA, como asociación o a través de sus empresas asociadas, ha estado presente en



Stand de Suez en la COP25, diciembre 2019



Mesa redonda AGA en SIGA, febrero 2019

los foros territoriales desarrollados en distintos puntos de la geografía española. La Asociación defiende la prestación del mejor servicio posible a la ciudadanía y para ello es necesario buscar unas tarifas justas y equitativas que recojan todos los costes asociados al servicio prestado, incluida la parte correspondiente a las importantes inversiones que hay que realizar para mantener un nivel de servicio acorde a los requerimientos legislativos, medioambientales y sociales.

En 2019, ha destacado también la segunda edición de la Feria SIGA (Soluciones Innovadoras para la Gestión del Agua) celebrada en febrero en el IFEMA de Madrid. AGA participó coordinando una jornada propia dentro de la feria, que llevaba por título "Agua Urbana y Nuevos Desafíos Municipales". Con esta jornada, entre otras muchas cosas, se quiso destacar la importancia que tiene el sector específico del agua urbana y que queda, en muchas ocasiones, diluida frente a otros importantes sectores también ligados íntimamente al agua. Se contó con la

presencia, entre otros, del secretario de Estado de Energía, los responsables de asuntos de agua de los principales partidos de ámbito nacional del momento: PP, PSOE, Podemos y Ciudadanos así como la alcaldesa de Santander. También en SIGA, AGA organizó una mesa redonda bajo el título "Financiación de Infraestructuras del Agua".

Poco después, a primeros de abril, se celebró en Sevilla la mesa redonda "La Gestión Integral del Agua Urbana"; organizada por AGA junto con la Asociación Territorial de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental y en la que también participó la Asociación de Abastecimientos de Agua y Saneamientos de Andalucía (ASA).

### UN VERANO INTENSO

El verano también fue una época importante para la Asociación, destacando principalmente dos eventos celebrados en la ciudad de Santander y enmarcados dentro de sus conocidos Cursos de Verano.

- Por un lado, AGA participó en el V Foro Global de Ingeniería y Obra Pública, organizado por la Fundación Caminos y el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, con la colaboración de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP), celebrándose además en la emblemática sede de esta institución: el Palacio de la Magdalena. En particular, AGA formó parte de la Mesa de cambio climático en la que hizo hincapié en el servicio de agua urbana como uno de los más próximos a la ciudadanía –al ser de titularidad municipal–; la lucha diaria de las empresas por ser más eficientes y reducir su huella de carbono; y el total alineamiento de las empresas asociadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

- Además, AGA participó en el curso "El Potencial de la Economía Circular en la Gestión de los Recursos Hídricos", patrocinado por Suez y en el que, entre otras cosas, publicó –junto con AEAS– un pequeño avance de los estudios de inversión y financiación que se estaban llevando a cabo en ese momento, promovidos por ambas entidades.

## UN APLAUDIDO NUEVO CONVENIO SECTORIAL

Sin duda, uno de los hitos más relevantes del 2019 para AGA ha sido el nuevo convenio colectivo, firmado el 9 de julio y publicado en el BOE el 3 de octubre. El VI Convenio Colectivo Estatal del Ciclo Integral del Agua 2018-2022 supone un acuerdo innovador que da respuesta a las principales cuestiones del entorno laboral actual, estableciendo con claridad el marco del sector, evitando así la concurrencia con convenios de otros sectores. Por supuesto, el Convenio supone una mejora en las condiciones laborales.

Se destacan los siguientes acuerdos:

- Regular la jubilación obligatoria como medida de mantenimiento del empleo en el sector, favoreciendo el rejuvenecimiento de las plantillas.
- Apuesta por el mantenimiento del empleo y la continuidad en la prestación de los servicios: fomento de la subrogación.
- Se introducen novedades en materia de formación, promoción profesional y manifiesta el compromiso del sector con aspectos como la igualdad de género, conciliación, corresponsabilidad y protección a las víctimas de la violencia de género.
- Apuesta por el empleo de calidad, la

formación y la excelencia empresarial, haciendo uso siempre de la innovación y tecnología más avanzada del momento y alineando a todo el sector del agua urbana en la consecución de la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

## UN BUEN INICIO DE CURSO

A finales de octubre, destaca también la organización junto con el Colegio de Caminos y la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS) de la jornada titulada “Los Servicios del Ciclo Urbano del Agua. Retos y Perspectivas” en la que, como su propio nombre indica, se analizaron los principales retos que tiene por delante el sector. Participaron en la misma representantes de las principales empresas públicas, mixtas y privadas asociadas a AGA, así como miembros del MITECO, la universidad o entidades como AECID (Asociación Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo) y la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de la Ingeniería Civil.

## DEFENSA DE INVERSIÓN ADECUADA Y FINANCIACIÓN JUSTA PARA EL AGUA URBANA

A finales del mes de noviembre, tuvo lugar un acto muy relevante para el sector del agua urbana: la presentación, en

sede parlamentaria, de sendos estudios de inversión y financiación en la Sala Ernest Lluch del Congreso de los Diputados; los estudios llevan por nombre:

- “Análisis de las necesidades de inversión en renovación de las infraestructuras del ciclo urbano del agua”
- “Hacia una financiación más eficiente de las infraestructuras del ciclo urbano del agua en España”

El primero ha sido realizado con la colaboración de AEAS, Cátedra Aquae de Economía del Agua (Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)-Fundación Aquae) y del grupo de investigación Ciencias de Ingeniería y Desarrollo Global (EScGD) del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

El segundo cuenta con la participación de AGA, AEAS y PricewaterhouseCoopers (PwC).

Algunas de las medidas más destacadas de estos estudios, que son de acceso totalmente libre y que se pueden encontrar y descargar directamente desde la red, son:

Presentación estudios inversión y financiación en la Sala Ernest Lluch del Congreso de los Diputados, noviembre 2019





Vehículos alimentados por gas procedente de depuradoras, Proyecto All-Gas (Aqualia)



- Asegurar que las tarifas/cuotas de inversión sean finalistas, es decir, que el dinero del agua sea para el agua.

- Incentivación de los modelos de agregación municipal, para ganar economías de escala, y apoyo a los municipios que deberán hacer separación de actividades.

- Ajustes en la normativa actual de contratación pública, tales como la adaptación de la tasa de retorno financiero, o una flexibilización en la revisión o actualización de tarifas, asegurando el control público, todo ello para fomentar las soluciones de financiación.

- Creación de un fondo nacional de carácter público-privado y abierto a la participación ciudadana, orientado a la financiación de proyectos de infraestructuras de agua urbana.

- Elaboración de una base de datos de carácter público a nivel tanto técnico-operativo como económico-financiero, que permita un *benchmarking* (comparación) transparente.

- Transparencia en los programas y ejecución de inversiones.

- Establecimiento de un marco metodológico de cálculo de los costes y las tarifas urbanas de agua, armónico en todo el territorio nacional.

- Establecimiento de un cuerpo regulador.

### **AUMENTO DE LA VISIBILIDAD ANTE LA SOCIEDAD CIVIL**

En esas mismas fechas, AGA inició un mecenazgo en las conocidas mesas de debate “Nueva Economía Fórum” con la inauguración de una nueva tribuna que se ha bautizado como “Agenda Urbana 2030 - Foro de la Nueva Ciudad”. Dicha tribuna contó con Abel Caballero –alcalde de Vigo y presidente de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP)– como primer orador. La tribuna se repetirá mensualmente hasta el verano de 2020, contando con responsables públicos de distintos partidos políticos.

### **UN DURO TRABAJO DÍA A DÍA**

A pesar de todo lo ya dicho, la actividad de AGA va mucho más allá. El trabajo diario de la asociación es muy intenso y está presente en todos aquellos foros donde sea necesario defender el papel de las empresas y la profesionalidad de sus plantillas.

Como asociación empresarial, mantenemos contacto permanente con FUNDAE (Fundación Estatal para la Formación en el Empleo –antigua Fundación Tripartita–), SEPE (Servicio Público de Empleo Estatal), INCUAL (Instituto Nacional de las Cualificaciones), CEAGU (Centro de Referencia Nacional de Energía Eléctrica, Agua y Gas), etc., con el objetivo de mejorar la formación y empleabilidad de los trabajadores del sector y fomentar así la profesionalización del mismo.

Para el funcionamiento del día a día, AGA se apoya en personal experto procedente de sus empresas asociadas que se agrupan en cuatro comisiones distintas: Comisión de Legislación, que se encarga del análisis y propuesta de cambios en normativa y legislación; Comisión de Asuntos Laborales, cuyo cometido principal es la negociación colectiva; Comisión de Formación, en contacto permanente con las instituciones anteriormente descritas; Comisión de Seguridad y Salud Laboral, centrada en la Prevención de Riesgos Laborales y el bienestar de los trabajadores.

Respecto a esto último, destaca la celebración del V Congreso de Prevención, Seguridad y Salud en el Trabajo en la sede de GEOE, el pasado 13 de noviembre. El Congreso fue todo un éxito, en el que AGA tuvo un papel muy relevante por ser asociación coorganizadora. Participaron, además, las asociaciones AELEC (Asociación de Empresas de Energía Eléctrica), SEDIGAS (Asociación Española del Gas) y ADEMI (Asociación de Empresas de Ingeniería, Montajes, Mantenimientos y Servicios Industriales).

En 2020 se celebrará la 6ª edición del mismo y, coincidiendo con su 25º aniversario, AGA será la asociación organizadora principal del evento, que posiblemente se abrirá también a las asociaciones tecnológicas y digitales.

De entre otros eventos relevantes en los que ha tomado parte la Asociación,

caben destacar, por ejemplo, el proyecto piloto Jornadas DNF (Detección de Necesidades Formativas) a las que AGA fue invitada junto a un selecto y reducido grupo de asociaciones, organizadas el 26 y 27 de septiembre por el SEPE y la Red de Centros de Referencia Nacional en el ámbito de la FP (Formación Profesional); la Mesa de Validación del Estudio Prospectivo de las actividades económicas relacionadas con la Economía Circular en España o el Contraste Externo de la revisión de las cualificaciones profesionales propuestas por INCUAL.

Siendo este un número especial de la Revista de Obras Públicas sobre transformación digital, no se puede evitar mencionar la participación de AGA en la Oficina de Transformación Digital (OTD) del Colegio y la necesidad de aplicar este concepto al día a día del agua urbana, en pro de ofrecer un servicio cada día mejor a la ciudadanía.

## RELACIONES INTERNACIONALES

Aunque AGA es una asociación de ámbito nacional, su trabajo no solo se circunscribe a las fronteras españolas. Por poner solo un par de ejem-

plos, este año AGA ha sido la invitada principal en el evento organizado por la Asociación de Empresas Portuguesas para el Sector del Medio Ambiente (AEPESA) por su 25º aniversario, celebrado el pasado mes de julio en Lisboa. Desde hace años, AGA y AEPESA mantienen una estrecha relación, plasmada en un acuerdo de colaboración, como asociaciones de países hermanos que comparten intereses comunes.

Muy destacable es también la relación cercana que mantiene AGA con la ONU, en lo que a agua urbana se refiere, a través del relator especial sobre los derechos humanos al agua potable y el saneamiento. AGA es responsable de informar a esta entidad sobre la realidad del sector de agua urbana en España y colaborar en todo lo posible, favoreciendo que las líneas de acción que quiera iniciar la ONU, vayan en la línea de garantizar el acceso universal a los servicios de agua y saneamiento en condiciones de justicia, sostenibilidad y máximo respeto medioambiental. AGA defiende que, para el éxito del ODS 6 (agua limpia y saneamiento), es indispensable el ODS 17 (búsqueda de alianzas).

## 1995-2020: 25 AÑOS DE AGA

Como ya se ha indicado con anterioridad en este texto, 2020 supone para AGA un hito importante porque se cumplen 25 años desde su fundación. Como tal, la actividad de la Asociación se incrementará aún más, continuando con la línea de trabajo que se ha intensificado en los últimos meses. El fin último es avanzar hacia una economía 100 % circular que suponga un compromiso claro con la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

De entre los puntos que impulsará AGA desde sus asociadas públicas, mixtas y privadas en este 2020, destacan: la apuesta por un servicio de excelencia; el fomento de la innovación tecnológica y la transformación digital; la aplicación de tarifas justas y equitativas con sensibilidad social; la búsqueda de la inversión necesaria y la financiación adecuada; la creación de un regulador que vele por el cumplimiento de las exigencias que requiere un servicio de excelencia y que favorezca la homogenización de los conceptos que recogen las tarifas; la colaboración institucional para acelerar la profesionalización del sector; la defensa de la prevención, la salud y el bienestar,



V Congreso de Prevención, Seguridad y Salud en el Trabajo en la sede de CEOE, el pasado 13 de noviembre. En 2020 se celebrará la 6ª edición del mismo y, coincidiendo con su 25º aniversario, AGA será la asociación organizadora principal del evento

Arriba\_ Terciario Avanzado de la EDAR  
Arroyo Culebro Cuenca Media-Alta (Canal  
de Isabel II)

Centro\_ Presa de Entrepeñas (Guadalajara);  
Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT)

Abajo\_ Embalse de la Peña (Huesca);  
Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE)



como garantía de entornos de trabajo saludables; la exigencia de la adaptación normativa y legislativa necesaria para conseguir una economía 100 % circular, facilitando el uso, por ejemplo, de agua regenerada, estruvita y energía producida en planta, etc.

Con todo lo anterior, AGA espera conseguir que este 2020 sea un año en el que poder defender, aún con más ahínco, el prestigio del sector profesional del agua urbana, mostrando, con decisión, que presta un servicio de gran valor social y absolutamente respetuoso con el medio ambiente. 🌱





**NOTICIAS**



# Miguel Aguiló,

## Premio Nacional de Ingeniería Civil



Un jurado presidido por el secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Pedro Saura, ha concedido el Premio Nacional de Ingeniería Civil del Ministerio de Fomento, correspondiente a la convocatoria 2019, a Miguel Aguiló Alonso. El jurado lo ha hecho tras ponderar las sobresalientes cualidades y circunstancias que caracterizan la trayectoria profesional de este ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

De Aguiló se ha reconocido su larga y fecunda labor profesional, por lo que representa en el campo de la Ingeniería Civil, incluido el desempeño de diversos cargos relevantes en el sector público: director general y viceconsejero de Obras Públicas en la Comunidad de Madrid y, más adelante, presidente del Canal de Isabel II, Astilleros Españoles e Iberia. Actualmente, es director de Política Estratégica en el Grupo ACS. Autor y director de numerosos proyectos de puentes y

estructuras, ha logrado galardones como el Premio Nacional de Urbanismo o la Medalla de Honor del Colegio de Ingenieros de Caminos.

En su faceta académica es Catedrático Emérito de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), donde sucedió a José Antonio Fernández Ordóñez en la Cátedra de “Historia y Estética de la Ingeniería Civil” en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, donde también impartió la asignatura de “Paisaje e Ingeniería Ambiental” y forma parte del Grupo de Investigación de Paisajes Culturales de la UPM.

Además, es autor o coautor de más de 60 libros, de 38 capítulos en publicaciones conjuntas y más de 65 artículos en revistas nacionales e internacionales del sector, desde 1974. Entre sus publicaciones destacan: Qué significa construir; Forma y tipo en el arte de construir puentes; El paisaje construido; 10 tomos de la Colección de obras de arquitectura e ingeniería de ACS sobre presas, puentes, caminos, energía eléctrica, puentes, edificios singulares, pasarelas, alta velocidad y cubiertas, más una síntesis sobre el Legado de lo construido; 6 tomos dedicados a Madrid, Nueva York, Berlín, Sidney, Londres y San Francisco en la Colección de ACS de ciudades. También ha pronunciado más de 130 conferencias y participado en más de 30 mesas redondas.

Por otra parte, es Presidente de la Revista de Obras Públicas, Patrono de la Fundación Caminos, Director del Think Hub Caminos creado por encargo de dicha fundación, Presidente-fundador de la Fundación Miguel Aguiló desde diciembre de 2009, cuyos fines son la investigación, desarrollo, innovación, formación y divulgación de la ingeniería civil, la arquitectura y disciplinas afines de construcción, especialmente en lo relacionado con su estética, historia y paisaje (<http://www.fundacionmiguelaguilo.org/>).

Se ha considerado, por todo ello, que Miguel Aguiló Alonso cumple destacadamente con las características de la convocatoria y cabe subrayar su larga trayectoria, tanto en el ámbito profesional como en el académico y reúne los méritos suficientes para ser galardonado con este premio del Ministerio de Fomento. 📍

# VIII

## **Congreso Nacional de Ingeniería Civil**

El liderazgo de los  
ingenieros de Caminos  
Madrid - 17 y 18 de febrero de 2020



Colegio de  
Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos

[www.ciccp.es](http://www.ciccp.es)



# Somos los caminos que elegimos

Nadie llega a ser lo que es sin tomar decisiones. Y una decisión es, a fin de cuentas, como un camino.

**Nosotros hemos elegido el de la transparencia y el compromiso para llegar donde más queríamos estar: a tu lado.**

[bancocaminos.es](http://bancocaminos.es)



**Banco  
Caminos**  
BANCO PRIVADO