

# bit

2025 | Editan COIT y AEIT | nº 238 | 6€



## Entrevista

Paco Salcedo

Presidente de Microsoft  
España. Ingeniero del  
Año 2025 del COIT

## Reportaje

GT Jóvenes del COIT

Seis años abriendo  
camino a los futuros  
telecos



**Trazando el  
futuro urbano  
desde la tecnología**

Congreso Nacional de Telecomunicaciones 2025 del COIT

## TECNOLOGÍA, SOLUCIONES Y SERVICIOS PARA EL NUEVO ENTORNO DIGITAL

### CIBERSEGURIDAD PARA DEFENSA E INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS



#### Redes de comunicaciones

Resilientes y seguras que conectan dispositivos, optimizan procesos, reducen costes y garantizan la continuidad operativa



#### Infraestructuras e instalaciones

Que garantizan la disponibilidad, integridad y confidencialidad de los datos y de los procesos críticos de negocio



#### Seguridad en redes OT

Que garantice la continuidad y confiabilidad de los procesos industriales y de las operaciones en entornos críticos y vehículos acorazados



#### Acceso seguro

Mediante la securización de infraestructuras con políticas de acceso a redes y aplicaciones atendiendo al principio de confianza cero

**COIT**

Almagro, 2 - 1º Izda.  
28010 · Madrid  
Tel. 91 391 10 66  
[www.coit.es](http://www.coit.es)

**Director**

Juan Carlos López

**Comité de redacción**

Marta Balenciaga  
Juan Carlos López  
José Fernando García  
Alexia Rodríguez  
José Casado  
José Miguel Roca  
Teresa Pascual  
Félix Pérez  
José Luis Ruiz  
Natalia Molinero

**Fotografía**

ICS Comunicación-Depositphoto

**Edición y diseño**

ICS COMUNICACIÓN  
Coordinación  
Carlos Martí  
Diseño y maquetación  
David G. Rincón

**Publicidad**

[publicidad@coit.es](mailto:publicidad@coit.es)

**Suscripciones**

[bit@coit.es](mailto:bit@coit.es)

**Depósito Legal**

M-23.295-1978

**Imprime**

Tauro Gráfica

# Del dato a la decisión: tecnología y talento diseñan la ciudad

Un año más, el COIT ha celebrado su Congreso Nacional de Telecomunicaciones, en esta ocasión en Zaragoza y bajo el enfoque 'Ciudades de futuro: eficiencia tecnológica'. Durante el 24 y 25 de noviembre la capital aragonesa acogió una docena de mesas redondas y ponencias que abordaron diferentes enfoques sobre cómo la digitalización, el 5G, la IA y otras tecnologías habilitadoras son ya imprescindibles tanto para planificar el urbanismo del futuro como para optimizar los servicios públicos destinados a la ciudadanía.

Aunque ya avanzamos la principal información sobre la cita en el pasado número de BIT (237, septiembre), hemos querido dar la mayor visibilidad posible a este evento, uno de los más importantes para nuestro Colegio, publicando ahora un Especial con siete artículos de otros tantos profesionales que fueron ponentes en el Congreso.

Los enfoques de los textos son tan diversos como la propia especialización de sus autores: liderazgo humanista en la era de la IA; *small cells* como eje vertebrador de la conectividad urbana; el Nodo IoT como el gran 'corazón' tecnológico de los edificios inteligentes; la evolución de Aragón como un *hub* digital de referencia; las principales 18 tecnologías más transformadoras del metabolismo urbano, y la 'ciudad cognitiva' que evoluciona de la digitalización táctica a la gobernanza estratégica del territorio.

Este número también es relevante porque incluye las entrevistas a nuestros premiados en 2025: Paco Salcedo, presidente de Microsoft España e Ingeniero del Año, y Patricia Úrbez, directora general de Sector Público en Fujitsu España, que recibió nuestro galardón Pionera\_IT.

Como ya es habitual, completamos este número de BIT con artículos y columnas de opinión que recorren, reflexionan o informan sobre tecnologías, impacto social, eventos y también sobre el importante esfuerzo que nuestro colegio realiza y que le permite ser reconocido como referente profesional y social en el ámbito de las telecomunicaciones.

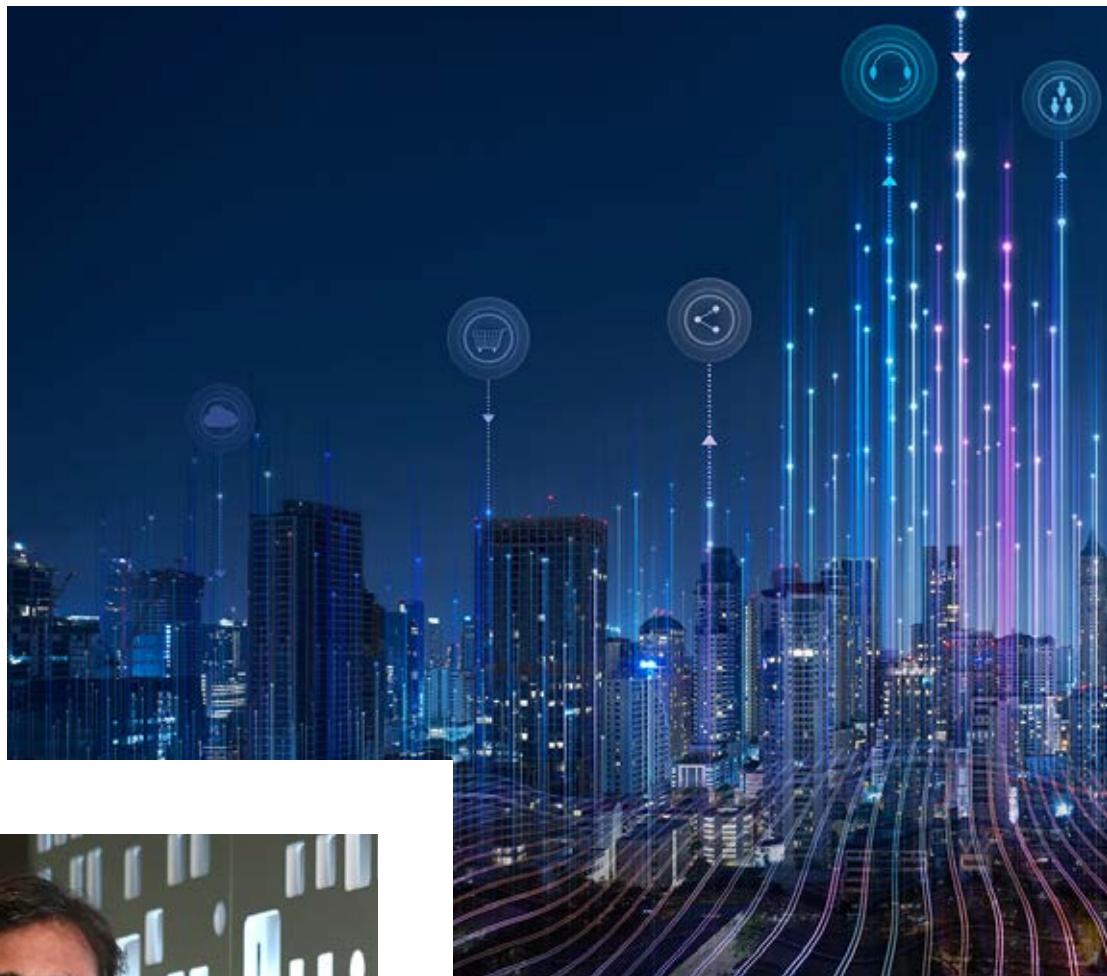
Buena lectura.



Colegio Oficial  
Ingenieros de  
Telecomunicación

Asociación Española  
Ingenieros de  
Telecomunicación

# Sumario

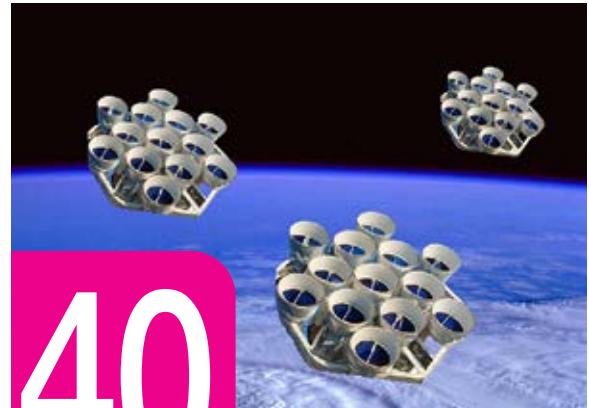


**34**

## Entrevista

### Paco Salcedo.

Presidente de Microsoft España. Ingeniero del Año 2025 del COIT



**40**

## Reportaje

De unos comienzos humildes a un futuro brillante. Un viaje por la radioastronomía en España



# Índice

- 
- 03** Editorial
- 
- 04** Sumario
- 
- 06** **Congreso COIT 2025: Ciudades de futuro**
- 
- 06 Trazando el futuro urbano desde la tecnología
- 
- 08 Aragón Hub Tecnológico. Parques tecnológicos, conectividad y soluciones digitales
- 
- 12 El papel determinante de las nuevas tecnologías para afrontar los principales retos de las ciudades
- 
- 16 Conectar los edificios con el futuro energético y digital: la clave está en el Nodo IoT
- 
- 20 La Ciudad Cognitiva: de la digitalización táctica a la gobernanza estratégica del territorio
- 
- 24 El Futuro de las ciudades: liderazgo humanista en la era de la IA
- 
- 28 Aragón consolida su papel como *hub* digital de referencia
- 
- 30 Densificación inteligente: la infraestructura invisible que impulsa la ciudad conectada
- 
- 34** **Entrevista.** Paco Salcedo, presidente de Microsoft España. Ingeniero del Año 2025 del COIT
- 
- 40** **Reportaje.** De unos comienzos humildes a un futuro brillante. Un viaje por la radioastronomía en España
- 
- 44** **Opinión.** El pecado del exponencialismo: cuando la física frena a la ficción. Por Carlos López Ariztegui
- 
- 46** **Reportaje.** Del aula al laboratorio. Cómo los institutos de investigación impulsan la vocación en telecomunicación
- 
- 50** **Entrevista.** Patricia Úrbez, Pionera\_IT 2025 del COIT
- 
- 54** **Reportaje.** GT Jóvenes del COIT: seis años abriendo camino a los futuros telecos
- 
- 58** **Opinión.** “Queremos volver a España”. Por Teresa Pascual Ogueta
- 
- 60** **Reportaje.** Oficina Acelera Pyme COIT Madrid 2025-2027. Impulso a la digitalización y al emprendimiento tecnológico
- 
- 62** **Reportaje.** Cables submarinos: construyendo la Senda Invisible de Internet
- 
- 66** **Opinión.** Relojeros del nanosegundo. Por Javier Domínguez
- 
- 68** **Entrevista Empresas.** Charo Fernández, directora nacional de Sabadell Professional
- 
- 70** **Escucha activa del COIT**
- 
- 72** **Experiencias profesionales.** Emilia Gómez
- 
- 74** **Más allá de la profesión.** Javier Santaolalla, Ingeniero de Telecomunicación y divulgador
- 
- 76** **Lecturas que suman**
- 
- 78** **Territoriales**
- 
- 80** **Out of Office**
- 
- 82** **Imprescindibles**



**Entrevista**  
**Patricia Úrbez.**  
Pionera\_IT 2025 del COIT

## Congreso Nacional de Telecomunicaciones 2025 del COIT

# Trazando el futuro urbano desde la tecnología

Zaragoza fue el escenario elegido para la celebración del V Congreso Nacional de Telecomunicaciones, organizado por el Colegio los días 24 y 25 de septiembre de 2025.

Más de 200 profesionales del sector, representantes institucionales, empresas tecnológicas y universidades se dieron cita en el centro Etopia de la capital aragonesa para debatir sobre conectividad, Inteligencia Artificial, sostenibilidad, movilidad y gobernanza digital, con una mirada transversal sobre el futuro de las ciudades.

El Congreso fue inaugurado por el secretario de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, Antonio Hernando, junto a la consejera de Cultura, Educación y Turismo del Ayuntamiento de Zaragoza, Sara

Fernández, y la decana-presidente del COIT, Marta Balenciaga. Durante su intervención, Hernando subrayó el papel del sector como impulsor de un modelo de ciudad eficiente, conectada y centrada en las personas, y avanzó próximas novedades regulatorias sobre seguridad y sostenibilidad en telecomunicaciones.

Sara Fernández, por su parte, destacó el papel de Zaragoza como hub tecnológico en crecimiento, donde la tecnología se concibe como un medio para mejorar la vida de los ciudadanos. Marta Balenciaga, decana-presidente del COIT, subrayó que el Congreso es “un punto de encuentro de referencia nacional” y señaló a Zaragoza como “laboratorio urbano pionero en soluciones tecnológicas que marcan tendencia en España”.



Durante la primera jornada se celebraron cinco mesas redondas sobre gobernanza digital, ciberseguridad, ecosistemas tecnológicos, movilidad inteligente y talento digital. Participaron responsables públicos, expertos del sector, académicos y empresas tecnológicas.

La segunda jornada abrió con una ponencia del vicepresidente de la CNMC, Ángel García Castillejo, que repasó las novedades regulatorias europeas. Posteriormente, se celebraron dos mesas dedicadas a redes 5G/6G, IoT y sostenibilidad urbana, así como un diálogo entre Merce Mariño (AWS Iberia) y María José Sánchez Yago (Premio Pionera\_IT 2024) que aportó una visión humanista sobre la transformación digital. El acto de clausura corrió a cargo de Javier Mateo, decano del COIT Aragón, y Fernando Beltrán, delegado del Gobierno en Aragón.

Con este congreso, el COIT reafirma su papel como espacio de reflexión y encuentro para alinear esfuerzos entre la Administración pública, las empresas y el mundo académico. Nuestra revista BIT publica este especial del Congreso Zaragoza 2025, donde algunos de los protagonistas del evento profundizan en los temas clave debatidos en las mesas redondas.





**CARLOS ORTAS MARTÍN.**

Director gerente del Parque Tecnológico Walqa.

# Aragón Hub Tecnológico

## Parques tecnológicos, conectividad y soluciones digitales

Estamos viviendo claramente una nueva era en la economía. La Inteligencia Artificial (IA) se ha convertido en un componente esencial para el desarrollo y la innovación. En todo ello, los datos juegan un papel fundamental, y **Aragón se posiciona para ello en una situación de liderazgo**.

El tratamiento y almacenamiento de los datos son uno de los grandes desafíos para conseguir que los resultados sean óptimos y se pueda cumplir el objetivo de impulsar el desarrollo de la economía. Todo ello nos pone encima de la mesa unos desafíos que tienen que ser claves en el futuro.

Aquí es donde jugarán un papel fundamental los centros de datos y donde se ha abierto una de las grandes oportunidades para la economía española.

España, y en especial comunidades como Aragón, atesoran algunas de las condiciones necesarias para la implantación de estos centros. Nuestra ubi-

cación geográfica en Europa, cercana a África y nexo con América, hace que nuestro país logre atraer grandes inversiones en la nube, algunas récord, como las que se están anunciando en Aragón.

En la atracción de grandes inversiones juegan un papel fundamental varios factores. Por un lado, una Administración proactiva, que a su vez dispone de herramientas que permiten cierta celebridad. Por otro lado, una cultura empresarial consciente de que, a mayor inversión, más Producto Interior Bruto y, por ello, mayor recaudación para costear los servicios que presta la Administración al propio ciudadano.

**Nuestro país, y en especial comunidades como Aragón, atesoran algunas de las condiciones necesarias para los centros de datos**



De izquierda a derecha: José Antonio Portilla, director Cátedra ISDEFU-UAH, vocal de la Junta Gobierno COIT y coordinador del Grupo de Trabajo de Políticas Públicas del COIT; Juan Francisco Marco, director de Operaciones en EMBOU (Grupo MasOrange); Carlos Ortas, gerente de Walqa (Huesca); Daniel Urquiza, gerente de Technopark (Alcañiz, Teruel), y Daniel Rey, director gerente del Instituto Aragonés de Fomento (IAF).

### Energía asequible y cercana

Por otro lado, las instalaciones de los centros de datos requieren de espacio. Pero este espacio, sin otros factores, no es nada. Aragón ha sido un *player* de primer nivel desde tiempos inmemoriales en algunos de estos factores que son esenciales, como es la energía renovable, primero con los saltos hidráulicos del Pirineo y ahora con la expansión basada en otros recursos que en estas tierras son multitud como son el viento y el sol.

En este campo, es importante la capacidad de energía renovable y de gestión de los excedentes. Pero hay un factor absolutamente determinante: la red eléctrica. Por mucho que produzca-

mos, tenemos que ser destinatarios de esa energía y poder distribuirla. El Ministerio tiene que acompañar a Aragón en sus necesidades y para ello tiene que aumentar la capacidad de los nudos de acceso.

### Captación de inversiones

Aragón está realizando un trabajo excepcional. Hemos logrado la atracción de 70.000 millones de euros en inversión en sectores tan diversos como los datos, la defensa o la automoción. En este trabajo tienen un papel muy importante agentes como Aragón Exterior. No obstante, debemos convertir estas inversiones en oportunidades que unan empresa, desarrollo y aprovechamiento de los datos. Estos datos son,

en muchas ocasiones, estratégicos, material sensible o simplemente claves en el desarrollo de muchas compañías.

El *cloud*, la gobernanza de datos, la ciberseguridad y la IA generativa son materias clave, tanto para formar a nuestros futuros profesionales como para ayudar a nuestros emprendedores.

Es el momento de conseguir generar valor añadido alrededor de todos los avances que estamos viendo, como son los últimos ejemplos de Amazon Web Services, Blackstone, Microsoft y un largo etcétera.

### Necesidad de profesionales

Es aquí donde quiero hablar de otro de los factores clave, y del que tenemos la máxima responsabilidad. Hacer que números e inversión sean tangibles: lo que futbolísticamente llaman los entendidos 'bajar el balón al suelo'.

Aquí, el llamado 'talento' o la mano de obra cualificada de toda la vida será

**Hemos logrado la atracción de 70.000 millones de euros en inversión para sectores tan diversos como los datos, la defensa o la automoción**

## El **cloud**, la **gobernanza de datos**, la **ciberseguridad** y la **IA generativa** son **materias clave**

fundamental. El ecosistema que surja alrededor de estos datos, de su gobernanza, de su latencia, de su seguridad, dependerá de personas.

La formación es clave, tanto en Ingeniería como en la Formación Profesional. Se están desarrollando multitud de programas y planes, que comienzan a impulsarse tanto desde la Universidad Pública como las privadas. O Planes de Formación Profesional, como los que se han anunciado desde Walqa, en compañía de empresas como Inetum, para acercar la última tecnología a los escolares. Habrá un nuevo Campus Digital en Zaragoza y se están desarrollando planes de adaptación y especialización.

## EL nuevo parque tecnológico DAT Alierta completará un triángulo virtuoso junto Walqa y TechnoPark

### Espacios de conexión

Este caldo de cultivo necesita de espacios de convivencia. Por ello, nacerá uno de los grandes proyectos empresariales públicos privados de los próximos años. Nos referimos a DAT Alierta, un nuevo parque tecnológico en el que se conectarán empresas con la Universidad de Zaragoza, el ITA o el CEEI.

Será el mayor polo de atracción de inversiones y de desarrollo de nuestra comunidad. Ya hay ejemplos similares que funcionan con éxito, como Málaga Tech Park, Cartuja, Parke...

Aragón no puede ser menos y dispondrá de un nuevo parque de primer nivel en la capital que completará un triángulo virtuoso junto Walqa y TechnoPark.

### Innovación y desarrollo

Por eso, insisto, tenemos que potenciar desde estos polos lo que tiene que ser un objetivo capital: fomentar la innovación y el desarrollo. Han de ser espacios donde se concentren empresas, centros de investigación y proveedores de servicios, y donde se pueda alcanzar ese conocimiento compartido.

Este debe de ser un objetivo común para el que debemos remar juntos las entidades públicas, privadas y todos los implicados, con universidades y *clústers*, e incluyendo a los colegios profesionales, actores muy importantes que forman parte de este *expertise* que nos deben ayudar a marcar la senda a seguir.

Es nuestro reto: hacer que podamos ser uno de los *hubs* tecnológicos europeos. Ese es el camino que se está recorriendo en Aragón como antes apuntaba: aprovechar la inversión en tecnología para fomentar la innovación y el trabajo colaborativo a través del desarrollo de un nuevo parque tecnológico en la ciudad de Zaragoza, DAT Alierta, que va a complementar a Walqa en Huesca y Technopark en Alcañiz. El futuro es un reto que ya está aquí. ▶



Vista general del Parque Tecnológico Walqa.



**JOSÉ ANTONIO ONDIVIELA.**  
Strategy Senior Advisor. Ayuntamiento Zaragoza.

# El papel determinante de las nuevas tecnologías para afrontar los principales retos de las ciudades

Nuestras ciudades se están replanteando su manera de conectar con los ciudadanos, sus procesos administrativos, su forma de gestionar el medio y su manera de conocer a los diferentes colectivos en riesgo de vulnerabilidad y los servicios sociales que necesitan. Todo ello gracias a la **Inteligencia Artificial, a sus increíbles posibilidades y a su disponibilidad a costes asumibles**.

Parece claro que nuestras ciudades modernas en 2030 serán gobernadas con el ciudadano en el centro, con quien se diseñará y ofrecerán los servicios. Las ciudades estarán orientadas a retener y atraer talento, basadas en datos, gestionadas por Inteligencia Artificial (IA), apoyadas en las decisiones en el medio físico por gemelos digitales, conectadas por 6G y autosuficientes en energía y agua (y en casi toda la materia que necesitan).

La tecnología, y especialmente la Inteligencia Artificial (IA) es un aliado poderoso para que las ciudades puedan prepararse y responder eficazmente a los retos que nos plantea el cambio climático, los cambios sociales y demográficos, la necesidad de eficiencia y productividad balanceada con el bienestar, la inclusividad, y la calidad de vida en nuestras ciudades.

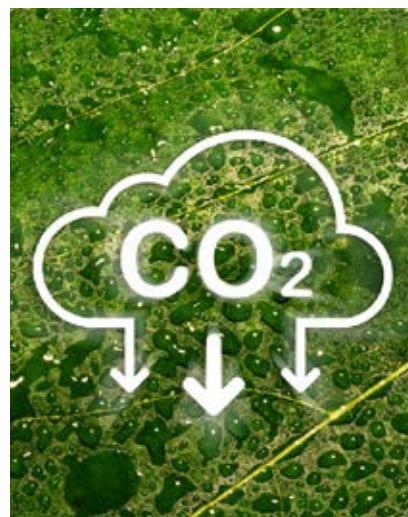
Pero ¿cuáles son los principales retos? Sin un orden de importancia, debemos tener en cuenta estos 18, con sus correspondientes soluciones.

## 01

### Descarbonización

La sostenibilidad urbana implica transformar la gestión de recursos para reducir emisiones y avanzar hacia la neutralidad climática. Las ciudades

líderes, como Ámsterdam y Singapur, han implementado redes eléctricas inteligentes, sistemas de monitorización ambiental y políticas de energía renovable.



Por ejemplo, Singapur utiliza sensores y análisis de datos para optimizar el consumo energético y reducir la huella de carbono, mientras Copenhague se ha propuesto ser la primera capital neutra en carbono para 2025 (parece que 'casi' lo va a conseguir este año), integrando movilidad eléctrica, sistemas inteligentes de calefacción y agua caliente por distrito, y energías limpias en su planificación urbana. Zaragoza ya produce la energía que necesitan sus operaciones públicas (vehículos, edificios, etc.).

## 02

### Ciudades circulares

La economía circular busca cerrar el ciclo de los materiales, minimizando residuos y maximizando la reutilización. Ámsterdam es pionera en políticas de reciclaje y reutilización de materiales de construcción, mientras que Ciudad del Cabo ha desarrollado sistemas de intercambio de residuos para fomentar la simbiosis industrial.

Barcelona impulsa el compostaje urbano y la reutilización de agua, integrando tecnología para rastrear y optimizar estos procesos. Zaragoza será Zero Waste en 2030 con su moderna planta de tratamiento de residuos.

A las tradicionales tres 'R' de reducir, reusar, reciclar, añadimos rediseñar los procesos para que consuman menos materia y renaturalizar espacios urbanos, como ha hecho Zaragoza con el proyecto Huerva.



# 03

## Nuevo urbanismo

El urbanismo moderno se apoya en datos y simulaciones para crear barrios donde todo está a menos de 15 minutos (incluido el trabajo), facilitando la vida cotidiana y reduciendo desplazamientos.



Los elementos urbanos se rediseñan para que puedan cumplir diferentes funciones (*plug&play*). París ha adoptado el modelo de 'ciudad de 15 minutos', mientras que Barcelona y Melbourne utilizan gemelos digitales para planificar y adaptar espacios públicos según las necesidades ciudadanas. Se estudian nuevas formas de utilización de las aceras, de la interfase acera/calzada, surgen conceptos como ciudad esponja, ciudad *playground*, ciudad flotante, etc. Zaragoza es, de entrada, una ciudad ideal para los 15 minutos, por su forma compacta, plana y sus excelentes comunicaciones terrestres.

# 04

## Nueva movilidad urbana

La movilidad urbana se reinventa con vehículos eléctricos, sistemas compartidos y visión cero víctimas mortales. Copenhague y Ámsterdam lideran con infraestructuras ciclistas y transporte público eficiente. Singapur ha reducido el tráfico privado mediante licencias e impuestos muy caros y ha incrementado el uso del transporte público en un 70%.



La movilidad del futuro se está diseñando con modelos de negocio basados en la sostenibilidad, como los vehículos compartidos y autónomos. Zaragoza es líder en uso de bicicleta y patinete, y una de las pocas ciudades del mundo sin accidentes fatales con estos vehículos.

# 05

## Movilidad como servicio

La integración de diferentes modos de transporte en plataformas digitales permite planificar rutas multimodales y facilita el acceso universal. Zúrich y Seúl han desarrollado aplicaciones que integran metro, autobús, bicicletas y taxis, optimizando rutas y pagos. El transporte urbano en la almendra central es ya gratis en Luxemburgo, Basilea y algunas otras ciudades. Con la menor tasa de atasco en ciudad mayor de 500.000 habitantes del mundo, y una flota de transporte público que tiende a ser completamente eléctrica, Zaragoza propone una excelente combinación de opciones de movilidad.



# 06

## Movilidad aérea urbana

El uso de drones y vehículos aéreos eléctricos está en fase experimental en ciudades como Dubái y Seúl, donde se han creado corredores aéreos y vertipuertos para logística y transporte de pasajeros apoyados por sistemas de gestión inteligente.



Los nuevos estándares de operación de vuelos urbanos U-SPACE permiten la implantación de estos sistemas de transporte, no solo para emergencias y seguridad, sino también abiertos a mercancías, y en un futuro próximo a viajeros. Zaragoza cuenta ya con un proyecto de vertipuerto, *sandbox* de prueba y liderazgo en clúster de empresas y demostración, con SIAM y Mobility City.

# 07

## Estilo de vida laboral híbrido

La digitalización permite modelos de trabajo flexibles, optimizando el uso de oficinas y mejorando la calidad de vida. San Francisco y Madrid han promovido espacios de *coworking* y teletrabajo, apoyados por plataformas colaborativas y análisis de datos sobre el uso del tiempo. Cuando la mayoría de los trabajado-

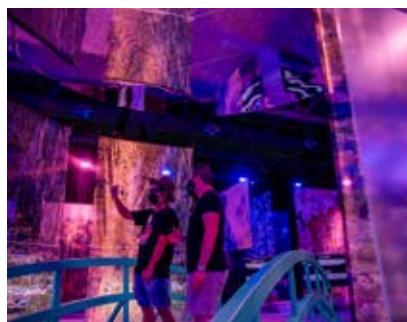
res pueden llevar a sus hijos andando al colegio, o volver a casa a comer, estamos frente a una ciudad con extraordinaria calidad en el balance *work/life*.



## 08

### Nueva construcción

La construcción sostenible se apoya en BIM, gemelos digitales y materiales innovadores. Venlo (Países Bajos) ha construido edificios 'Cradle to Cradle' diseñados para ser desmontados y reutilizados, mientras Toronto promueve la circularidad en la edificación pública. Van llegando nuevos materiales, edificios de madera para fijar carbono, certificados de construcción como BREAM, etc. Zaragoza destaca por su inversión en ayudas a la remodelación de edificios en materia de certificado energético y sostenibilidad.



## 09

### Culturalmente atractivas

La realidad aumentada y virtual enriquecen la experiencia cultural y turística. Roma y Dubái han creado recorridos virtuales y experiencias inmersivas en museos y espacios públicos, facilitando el acceso y la interacción ciudadana. También puede verse Olimpia en su antiguo esplendor, o visualizar el 'Titanic' donde fue construido (Belfast). Zaragoza ha disfrutado de espectáculos de luces inmersivos en las Fiestas de El Pilar (Monumental Tour) y recientemente en el templo de Santo Tomás de Aquin.



## 10

### Ciudad social

La tecnología ayuda a identificar colectivos vulnerables y adaptar servicios urbanos. Edimburgo es líder en políticas inclusivas y accesibilidad, mientras Madrid utiliza IA para personalizar servicios sociales y mejorar la atención a personas mayores. Zaragoza ha construido el mapa de vulnerabilidad más avanzado, utilizando 50 KPI y consiguiendo la inteligencia necesaria para conocer y priorizar los servicios sociales necesarios.

## 11

### Ciudad generativa con IA

La IA automatiza la atención ciudadana y personaliza la interacción. Hangzhou (China) utiliza *chatbots* para gestionar trámites y consultas, y Boston ha implementado centros de atención inteligentes que resuelven incidencias en tiempo real. Zaragoza está ultimando su propuesta *chatbot* para ofrecer toda la información sobre sus servicios públicos a ciudadanos y visitantes.



## 12

### Cocreación y participación

Las plataformas digitales facilitan la participación ciudadana. Madrid con 'Decide Madrid' y Valencia con 'Valencia Participa' permiten a los ciudadanos votar, proponer proyectos y decidir sobre presupuestos, integrando IA para analizar propuestas. Por su parte, la permanente conexión y escucha sobre propuestas en barrios garantiza que Zaragoza diseñe y priorice sus inversiones según la demanda real.



**13****Ciberseguridad**

La protección frente a ciberataques es esencial. San Francisco y Singapur han desarrollado estrategias avanzadas de ciberseguridad para infraestructuras críticas y dispositivos IoT, combinando monitorización en tiempo real y formación ciudadana. La tradicional amenaza en acceso a los datos para conseguir un pago por extorsión (*ransomware*) se está ampliando con ataques a los sistemas IoT que gestionan infraestructuras críticas (*IoT Security*). Zaragoza invierte una considerable cantidad de recursos en esta cuestión clave.

**14****Seguridad física y Videovigilancia**

La analítica avanzada y la IA ayudan a prevenir delitos. Río de Janeiro ha implementado centros de operaciones que monitorizan la ciudad en tiempo real, mientras Wuhan utiliza IA para adaptar la vigilancia y la respuesta ante emergencias. La combinación de tecnologías con recursos humanos y materiales han posicionado a Zaragoza como una de las ciudades líderes a nivel mundial en seguridad urbana, junto a Singapur y Nagoya (Japón).

**15****Del IoT a la ciudad semiautomática**

Los gemelos digitales permiten simular escenarios urbanos y tomar decisiones informadas. Rotterdam, Tampere (Finlandia), Helsinki, Ámsterdam y Madrid son ciudades muy destacadas en este tipo de tecnologías. Zaragoza está desarrollando dentro de su estrategia de transformación digital 'Zityverse' un gemelo digital de la ciudad para planificar y gestionar servicios urbanos, mientras Dubái utiliza simulaciones para optimizar infraestructuras.

**16****Ciudad cyborg**

La robótica asume tareas de limpieza y mantenimiento en entornos peligrosos. Tokio y Shanghái han desplegado robots para la limpieza urbana y la gestión de residuos, mejorando la seguridad y eficiencia. Zaragoza ha probado robots para entrega de comida a domicilio.

**17****Resiliencia**

La tecnología ayuda a anticipar riesgos y gestionar emergencias. New York y Barcelona han implementado sistemas de alerta temprana y plataformas colaborativas para fortalecer la resiliencia física y social ante fenómenos extremos. También Valencia (tras la terrible DANA) y Málaga están desarrollando sistemas de esta categoría. Zaragoza tiene un proyecto integral de resiliencia física y social, con el apoyo de Bloomberg Philanthropies.

**18****Metaciudad / Cityverse**

El metaverso y los gemelos digitales ofrecen nuevas formas de interacción y planificación urbana. Seúl, Doha y Singapur han creado una réplica digital de la ciudad para servicios públicos y participación ciudadana. Zaragoza impulsa 'Zityverse' para integrar realidad mixta, IA y plataformas de datos urbanos, avanzando hacia una ciudad inteligente y climáticamente neutra. Ejemplo de esto puede ser la ofrenda de flores virtual y otros desarrollos.







JESÚS TORRES TENOR.

Director Grupo Transformación Digital. Centro Tecnológico CIRCE.

## Conectar los edificios con el futuro energético y digital

# La clave está en el Nodo IoT

El nodo IoT (*Internet of Things*) fue el hilo conductor de una de las mesas redondas del V Congreso Nacional de Telecomunicaciones del COIT, un tema, como veremos, potencialmente muy ligado a la energía. **Cabe destacarlo, porque el sistema eléctrico recibió varias menciones en las jornadas, comenzando por las propias ponencias inaugurales.**

La dependencia energética de elementos fundamentales de las comunicaciones y la digitalización es crítica, como en la red móvil o los centros de datos, cuya dimensión directamente se codifica en megavatios. El apagón peninsular de este año permitió recapacitar al respecto y favoreció las alusiones del congreso, centradas en la importancia de un sistema eléctrico resiliente.

No es necesario entrar en estrategias de planificación ni en detalles técnicos de la operación de la red para ser conscientes de la importancia de gestionar los nuevos escenarios del sistema eléctrico. El flujo tradicional de gran generación a consumo, más encauzado, se transforma con la integración de fuentes renovables, instalaciones de usuario y nuevas demandas, como la carga de vehículo eléctrico o los referidos centros de datos.

Las necesidades en tiempo real de monitorización y visibilidad del estado del

sistema, junto a su control, son cada vez más importantes y complejas. Ya no basta con destacar cómo el sistema eléctrico sostiene las redes de información, porque es igual de crucial y una oportunidad sectorial subrayar el camino inverso: el papel decisivo de la digitalización para afrontar los retos energéticos.

### Nodo IoT como concentrador de información

Referencias recientes sitúan el consumo energético de los edificios entre el 17,9 % (solo viviendas, según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE) y el 30 % (según el Plan Nacional de Energía y Clima 2021-2030, PNIEC). En este contexto, el Nodo IoT cobra aún más relevancia. Es el sistema concentrador de información diversa de un edificio, obtenida a través de sensores en campo (UNE 178108).

La mesa redonda celebrada en el Congreso del COIT sobre este tema conver-

**El Nodo IoT es el sistema concentrador de información diversa de un edificio, obtenida a través sensores en campo**



gió en varios mensajes clave: la necesidad de que la tecnología demuestre su valor añadido a través de casos de uso y modelos de negocio claros (el ‘para qué’), el papel de la normalización y los retos pendientes para su expansión. Estos enfoques nos servirán para las reflexiones del resto del artículo.

Los requisitos funcionales del Nodo IoT están estandarizados desde 2017. Destacan el procesamiento local de los datos para extraer información útil en la toma de decisiones y su puesta a disposición de plataformas superiores, como las de gestión de ciudad inteligente (UNE 178104).

Para ello, la norma elabora varias necesidades técnicas agrupadas en requisitos funcionales y operativos. Habilitar interfaces con sistemas energéticos,

disponer de comunicación entre nodos, incorporar mecanismos de ciberseguridad o garantizar la interoperabilidad de sus protocolos y modelos de datos son solo algunos ejemplos.

Analizados con la perspectiva del presente, surgen dos conclusiones: la tecnología implicada ha madurado notablemente en los últimos años y las demandas sectoriales y normativas empiezan a impulsar aplicaciones emergentes. Lo que en su origen era una sensata base técnica para un futuro aún en el horizonte, ahora empieza a traducirse en obligaciones concretas.

#### Ciberseguridad y espacios de datos

La ciberseguridad sectorial y los espacios de datos, por ejemplo, son dos frentes que han llegado para quedarse y van a ganar velocidad a corto plazo.

En Europa, la normativa NIS2 ya marca las directrices y sanciones para la protección de infraestructuras críticas. Incluyen las de Administraciones públicas, energía o agua potable, ecosistemas de los que el Nodo IoT acabará formando parte.

A partir de características finales obligatorias, la NIS2 especifica objetivos de seguridad para las redes de estos servicios esenciales, como acceso protegido, cifrado de los datos y control y autenticación de usuario. Todos ellos se han previsto en las capacidades del Nodo IoT.

La trasposición española de la ley se espera de forma inminente y ya existe un borrador público del anteproyecto. En otras palabras: la ciberseguridad deja de ser buena práctica para convertirse en condición de entrada.

Fijado el mínimo imprescindible en materia de seguridad, el siguiente paso es preguntarse qué hacer con todos esos

## Los requisitos funcionales del Nodo IoT están estandarizados desde 2017

## Lo que en su origen era una sensata base técnica para un futuro aún en el horizonte, ahora empieza a traducirse en obligaciones concretas

datos protegidos y cómo compartirlos. De nuevo, la definición original del Nodo IoT contó con ello y ahora se trata de un frente más maduro, liderado por los mencionados espacios de datos.

Esencialmente, consisten en entornos organizados y gobernados para compartir información de forma segura y controlada entre múltiples actores, normalmente en un sector concreto (energía, salud, movilidad, ciudades, etc.). Combinan reglas de gobernanza (quién accede a qué información) e infraestructura técnica para ponerla en común sin que sus propietarios pierdan el control y, al mismo tiempo, facilita nuevos servicios e innovación colaborativa.

Las plataformas de ciudad inteligente, uno de los primeros destinos naturales de la información gestionada por estos nodos, son un caso de uso inicial que encaja totalmente con este paradigma. Muy extendidas en la administración local, especialmente en ayuntamientos, se apoyan precisamente en la puesta en común de datos procedentes de múltiples servicios urbanos.

En general, hay un impulso de los espacios de datos en los entornos urbano y energético, donde compartir y reutilizar información genera un retorno claro para el conjunto de la sociedad. De hecho, una de las iniciativas europeas con mayor alcance en este ámbito es el Espacio de Datos Europeo de Energía, promovido por la CE como entorno donde todos los actores del sistema energético y su cadena de valor puedan interactuar.

Mediante el refuerzo de la digitalización de la energía, se potenciarán servicios avanzados, entre los que se incluyen la flexibilidad, la gestión avanzada de la demanda y las comunidades energéticas. El Nodo IoT sube otra vez de escalafón: es la puerta de entrada del edificio a los espacios de datos urbanos y de energía. Ya hay propuestas concretas para casos de control de demanda en edificios y gestión de comunidades energéticas.

### De la experiencia piloto a la implantación real

Retomando aquellos mensajes clave del debate celebrado en el Congreso del COIT, da la impresión de que varios 'para qué' empiezan, por fin, a estar claros. Gracias a la normalización, el Nodo IoT afronta esta etapa en buena posición: su concepto está bien definido y los requisitos básicos, alineados.

Las tecnologías de comunicaciones, sensorización y conectividad también han ido madurando, y las experiencias piloto de captación de datos en edificios existen desde hace años. En la mesa redonda del Congreso se citaron varios de ellos y se subrayó que la base tecnológica está preparada.

Sin embargo, la experiencia práctica no queda libre de incógnitas y dar el salto de la demostración puntual a una implantación real y extendida sigue planteando retos muy concretos. Es destacable la involucración de los usuarios y de los agentes de la cadena de valor, con los distintos roles e incentivos de constructores y operadores aún necesitados de claridad.

También se suman aspectos operativos, como el acceso a las instalaciones, la integración con sistemas heredados o la gestión de responsabilidades en ciberseguridad y mantenimiento. Todo ello tiene un alto componente práctico, ya que no siempre es sencillo capturar datos, modificar instalaciones o decidir quién y cómo asumirá la inversión en tecnología.

No son desafíos pequeños, pero el sector de las telecomunicaciones acumula casos de éxito solventes, ejemplificados de manera muy cercana por la normalización de las ICT en edificios. Nuestra profesión sabe manejar esa mezcla de tecnología, digitalización, usuarios e infraestructura.

Esta experiencia acumulada con redes en entornos edificados es uno de los mejores avales para abordar ahora la unión de Nodos IoT, datos y aplicaciones sectoriales en ciudades inteligentes y energía.

### Futuro prometedor

El momento de explosión de estas necesidades todavía es una incógnita. La regulación avanza a su propio ritmo, pero las señales son claras: espacios de datos; integración con redes eléctricas inteligentes y agregadores de demanda; interés creciente de las administraciones públicas, y ciberseguridad por ley. Todo ello sujeto a evidencias basadas en información. En dominios innovadores ligados a infraestructuras, las posiciones dominantes son para quien esté preparado cuando llega el detonante, no quien empieza a reaccionar entonces.

Si algo queda claro es que la cuestión ya no es tecnológica, sino de pasar a la acción: aprovechar la normalización y articular propuestas de valor. En la mesa redonda estuvieron representadas la industria, la ingeniería, las asociaciones y los centros tecnológicos. Todos ellos tienen experiencia, legitimidad y herramientas para dar el siguiente paso con el Nodo IoT. Es necesario pasar del papel y los pilotos a proyectos reales que conecten los datos de los edificios con aplicaciones al servicio de ciudades y sistemas energéticos más inteligentes.►

## El Nodo IoT se convierte en la puerta de entrada del edificio a los espacios de datos urbanos y de energía



**GUILLERMO PASCUAL LÓPEZ.**  
Director autonómico de Telefónica en Aragón.

# La Ciudad cognitiva

## De la digitalización táctica a la gobernanza estratégica del territorio

Las regiones están aprovechando las oportunidades que ofrecen las telecomunicaciones y la digitalización **para ser más eficientes y ofrecer mejores servicios a sus ciudadanos**. En una de las mesas redondas del Congreso del COIT 2025, moderada por el autor de este artículo, se pudieron conocer los proyectos de Madrid, València y Zaragoza.

Durante la última década, el sector de las telecomunicaciones y la administración pública han convivido en una fase de exploración digital constante, impulsando pilotos y testeando conceptos. El reciente Congreso del COIT celebrado en Zaragoza confirma que esta dinámica no se detiene, sino que evoluciona. La era experimental continúa, pero ahora bajo un marco estratégico que busca validar los próximos pasos con mayor rigor y precisión. Ya no probamos por probar: validamos para escalar.

La mesa redonda que tuve el privilegio de moderar, con responsables de la estrategia digital de Madrid, Zaragoza y València, evidenció que la digitalización y la inteligencia artificial han dejado de ser aspiraciones futuristas para convertirse en palancas reales de transformación urbana.

El debate actual gira en torno a cómo las regiones gobiernan este aprendizaje continuo para traducirlo en bienestar ciudadano y eficiencia operativa. Como ingenieros y directivos, nuestra respon-

sabilidad es garantizar que este proceso iterativo se realice con robustez, seguridad y una visión humanista.

### Madrid: el dato como infraestructura crítica de decisión

La primera gran conclusión es clara: el dato ha trascendido su rol tradicional de registro administrativo para consolidarse como el activo neurálgico de la infraestructura urbana. La gestión de la ciudad contemporánea se apoya en un modelo integral donde la eficiencia de los activos físicos depende, en última instancia, de nuestra capacidad para gobernar la información y transformarla en decisiones estratégicas de alto valor.

El caso de Madrid es paradigmático en esta evolución hacia lo que podríamos llamar la 'administración predictiva'. La implementación del gemelo digital no debe entenderse como una mera representación gráfica, sino como un cuadro de mando integral que permite simular y anticipar. Cuando una ciudad es capaz de tomar decisiones concretas en movilidad o emergencias basándose en si-



**El debate actual gira en torno a cómo las regiones gobiernan este aprendizaje continuo para traducirlo en bienestar ciudadano y eficiencia operativa**



mulaciones virtuales, está redefiniendo la naturaleza misma del servicio público.

Este nivel de sofisticación exige automatización de procesos y métricas claras de ahorro y reducción de tiempos. Para el sector de las telecomunicaciones, esto supone un reto de ingeniería: redes de ultra baja latencia y capacidad de cómputo en el borde (*edge computing*) que soporten inteligencia en tiempo real.

Pero el poder del dato conlleva una responsabilidad asimétrica. A medida que desplegamos sensores y algoritmos de IA en videovigilancia y gestión urbana, surge el desafío de la aceptación social. La excelencia tecnológica hoy pasa por la ética: equilibrar seguridad, privacidad y transparencia algorítmica mediante mecanismos de gobernanza que generen confianza.

#### **Zaragoza: sostenibilidad como vector de competitividad**

Si el dato es el cerebro de la nueva ciudad, la sostenibilidad es su sistema circulatorio. En un contexto de emergencia climática, la tecnología se revela como el habilitador clave para alcanzar las metas de descarbonización. Zaragoza ofrece una hoja de ruta hacia la neutralidad climática en 2030 que destaca por su pragmatismo y ambición inversora.

Con un plan de inversiones que supera los 160 millones de euros, la capital aragonesa demuestra que la tecnología verde no es un gasto, sino una inversión en productividad. La aplicación de operaciones urbanas basadas en datos, como la limpieza inteligente o la optimización de rutas, ilustran cómo la eficiencia algorítmica se traduce en una mayor calidad de servicio y productividad.

Además, Zaragoza apuesta por reimaginar la morfología urbana con el concepto de 'ciudad de 15 minutos', que depende de la conectividad para habilitar nuevas formas de movilidad, como vehículos eléctricos o drones. Este ecosistema complejo requiere colaboración público-privada para atraer talento y proyectos internacionales, consolidando a la ciudad como un *living lab* europeo.



De izquierda a derecha: Guillermo Pascual, director autonómico de Telefónica en Aragón; Fernando de Pablo, director general de la Oficina Digital del Ayuntamiento de Madrid; José Antonio Ondiviela, Strategy Senior Advisor (Ayuntamiento de Zaragoza), y Mar Ferrer, jefa de Infraestructuras Técnicas, Sistemas y Comunicaciones de la Fundación perteneciente al Ayuntamiento de Valencia (València Innovation Capital).

### València: Innovación abierta y el ciudadano en el centro

La tecnología no opera en el vacío; opera en un contexto social. El riesgo de crear ciudades tecnológicamente perfectas, pero socialmente desconectadas, es real. València aporta una visión clave: la ciudad como plataforma de innovación abierta o *sandbox* urbano.

Proyectos que interconectan casi 200 edificios municipales son la base técnica, pero el verdadero salto reside en iniciativas como el *Cityverso*, que fomenta la participación ciudadana y abre oportunidades al sector privado. Así, la *Smart City* se convierte en una comunidad conectada.

La excelencia en la gestión implica acompañar el despliegue de infraestructuras con programas de formación y capacitación digital. Solo creando un ecosistema sostenible de innovación

garantizamos que la tecnología sea motor de prosperidad inclusiva.

### Desafíos sistémicos: escala, ciberseguridad y financiación

Mirando hacia el horizonte 2027-2030, los retos son tan ambiciosos como inevitables. El primero es la escalabilidad: el paso crítico de un proyecto piloto a un servicio estable a gran escala. La respuesta reside en la estandarización y la interoperabilidad; las soluciones a medida son insostenibles, necesitamos plataformas robustas.

El segundo desafío es la financiación y la regulación. La colaboración público-privada debe intensificarse para superar barreras comunes y garantizar que la innovación no se frene por falta de recursos o por marcos normativos obsoletos. Y finalmente, la ciberseguridad se erige como el pilar crítico. En un entorno donde gestionamos servicios esenciales, la protección frente a amenazas no es opcional: es la condición

indispensable para mantener la confianza del ciudadano y la continuidad operativa.

### La responsabilidad de construir el futuro

El balance es inequívoco: España dispone del talento, la infraestructura y la voluntad política para liderar la gobernanza digital europea. Ciudades como Madrid, Zaragoza y València no replican modelos ajenos; definen un estándar propio basado en eficiencia, sostenibilidad y humanismo tecnológico.

Desde Aragón, y con la perspectiva global de Telefónica, asumimos la responsabilidad de este desafío histórico. Nuestro rol trasciende la conectividad: somos el aliado tecnológico estratégico que aporta robustez, seguridad e inteligencia a estas visiones políticas.

La digitalización y la IA son los instrumentos más potentes de nuestra era, pero su verdadero valor reside en su capacidad para mejorar la vida de las personas. Es el momento de transformar esa capacidad técnica en bienestar real, ejecutando esta transformación con la excelencia, la solvencia y el rigor que la sociedad y el tejido empresarial nos demandan.►

## El dato ha trascendido su rol tradicional de registro administrativo para consolidarse como el activo neurálgico de la infraestructura urbana



Colegio Oficial  
Ingenieros de  
Telecomunicación

Asociación Española  
Ingenieros de  
Telecomunicación

# Tu voz en la Revista BIT

Si tienes un tema de actualidad en  
telecomunicaciones que te apasione y quieres darlo a  
conocer al colectivo, no dudes en proponernos tu idea  
de artículo.

Escríbenos a [comunicaciones@coit.es](mailto:comunicaciones@coit.es)





**MERCE MARIÑO.**  
Directora de tecnología para AWS Iberia.

## El Futuro de las ciudades

# Liderazgo humanista en la era de la IA

**“No nos disgusta el cambio, nos disgusta que nos cambien”.** Esta reflexión captura perfectamente la paradoja de nuestro tiempo: vivimos en una era de transformación tecnológica sin precedentes, donde la Inteligencia Artificial (IA) generativa está redefiniendo cómo trabajamos, cómo nos relacionamos y cómo vivimos en nuestras ciudades.

El éxito de esta transformación no depende de la sofisticación de nuestros algoritmos, sino de nuestra capacidad para mantener a las personas en el centro del cambio, involucrándoles como verdaderos protagonistas de la transformación.

Los ingenieros, por ejemplo, tendemos a enamorarnos de la tecnología por sí misma. Pero la realidad es que la tecnología por sí sola no tiene la capacidad de transformar; son las personas quienes transforman y la tecnología debe ponerse a su servicio como una herramienta más.

Esta convicción nos lleva a explorar tres pilares fundamentales que están redefiniendo el futuro de nuestras ciudades: el liderazgo humanista que necesitamos cultivar, la revolución del trabajo distribuido que está transformando nuestros espacios urbanos y la educación que debe prepararnos para este nuevo escenario.

### El Imperativo del liderazgo humanista

En este momento de inflexión tecnológica, necesitamos urgentemente un nuevo tipo de liderazgo humanista que entienda el valor de la inteligencia aumentada por encima de la IA. No se trata de reemplazar capacidades huma-

nas, sino de amplificarlas, combinando la creatividad, empatía y juicio humano con la capacidad de procesamiento, análisis y automatización de la IA para sacar lo mejor de nuestros equipos.

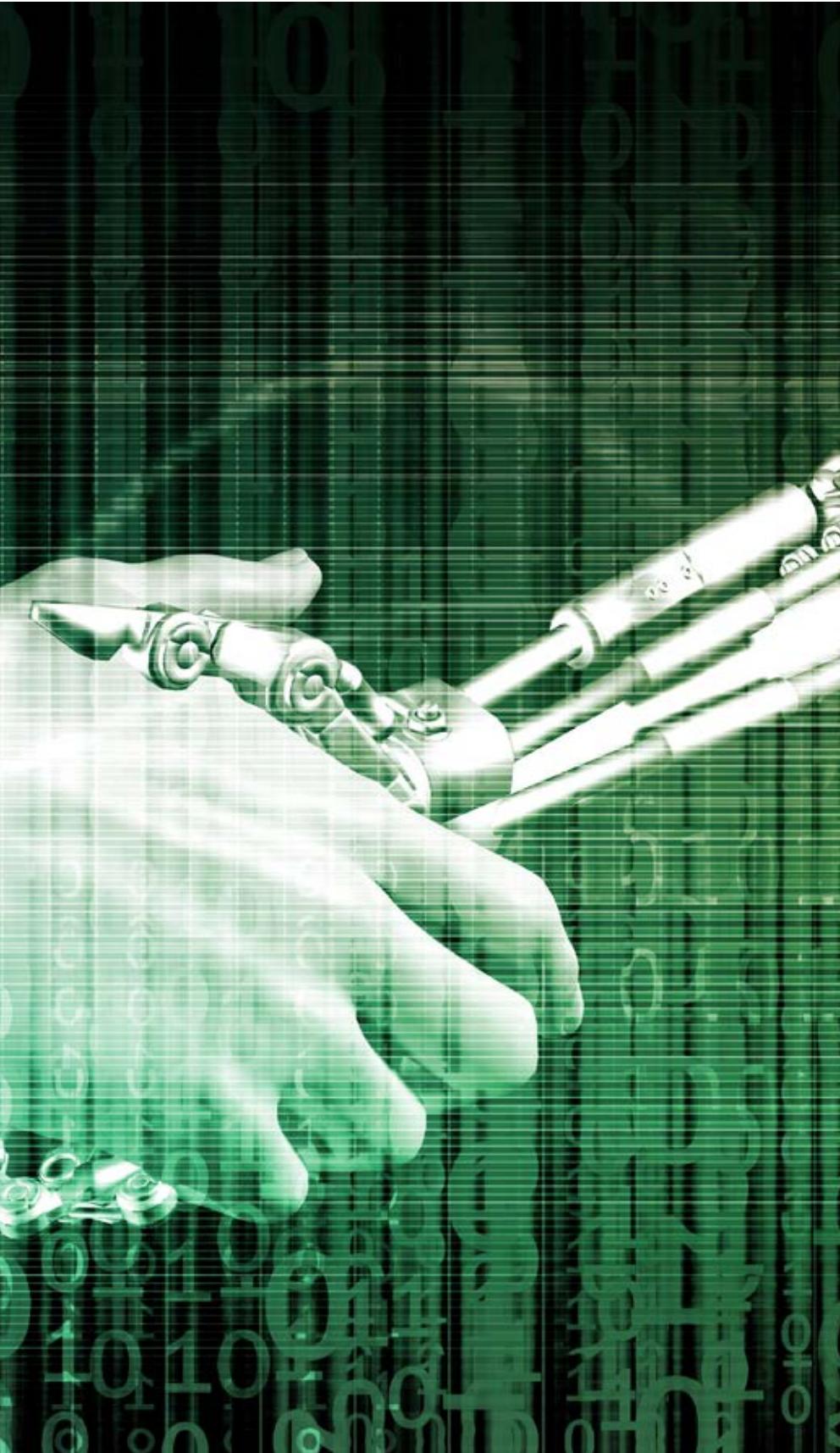
La importancia del liderazgo humanista radica en una verdad fundamental: las personas no nos resistimos al cambio en sí mismo, sino a la imposición y la pérdida de control sobre este. De hecho, aunque buscamos constantemente transformarnos y evolucionar, rechazamos convertirnos en objetos pasivos de circunstancias que no hemos elegido.

El verdadero desafío del liderazgo tecnológico no reside en la sofisticación de nuestras soluciones, sino en garantizar que cada innovación amplíe las capacidades humanas en lugar de limitarlas.

### Inteligencia aumentada, potenciando el talento humano

En este contexto, el concepto de inteligencia aumentada cobra especial relevancia, representando un cambio en cómo pensamos sobre la IA. En lugar de preguntarnos “¿qué tareas puede hacer la IA en lugar de los humanos?” deberíamos preguntarnos “¿cómo convertir la IA en un catalizador del crecimiento profesional y la innovación?”.





La IA Generativa marca un punto de inflexión revolucionario en nuestra relación con la tecnología. Superamos la era de la mera automatización y el análisis de datos para entrar en una nueva dimensión donde los sistemas de IA se convierten en colaboradores creativos, capaces de generar ideas, proponer soluciones innovadoras y explorar múltiples posibilidades.

Esta tecnología no solo complementa nuestras capacidades existentes, sino que abre nuevos horizontes de cocreación entre humanos y máquinas, transformando fundamentalmente cómo abordamos los desafíos y desarrollamos soluciones.

La colaboración humano-IA requiere un cambio cultural significativo. Debemos superar el miedo a la obsolescencia y acoger la curiosidad sobre cómo estas herramientas pueden liberarnos de tareas repetitivas para dedicarnos a trabajo más significativo.

Recae entonces sobre los líderes la responsabilidad de crear entornos psicológicamente seguros donde experimentar con IA sea visto como una oportunidad, no como una amenaza.

#### **Trabajo distribuido y su impacto urbano**

Este nuevo enfoque de liderazgo humanista y colaboración con la IA está posibilitando una de las transformaciones más profundas que estamos viviendo: la capacidad de trabajar desde cualquier sitio. La tecnología *cloud*, las herramientas de colaboración digital y la conectividad han roto la ecuación tradicional que vinculaba oportunidades profesionales con ubicación geográfica, creando un efecto dominó que está reconfigurando el tejido de nuestras ciudades.

Esta revolución tiene implicaciones bidireccionales fascinantes. Para las empresas, significa acceso a talento en cualquier lugar del mundo. La transformación digital ha derribado las barreras geográficas tradicionales en la búsqueda y retención del talento.



## La IA Generativa marca un punto de inflexión revolucionario en nuestra relación con la tecnología

La nueva realidad permite que una startup innovadora en Barcelona pueda incorporar a una brillante especialista en *machine learning* que ha elegido Galicia como su hogar. Esto permite construir equipos genuinamente diversos, donde la multiplicidad no solo se refleja en diversos orígenes culturales y recorridos profesionales, sino también en múltiples perspectivas vitales.

Para las personas, esto es un elemento disruptivo en términos de libertad. La evolución tecnológica supone una redefinición fundamental de las posibilidades vitales. La localización geográfica, tradicionalmente un factor determinante en el desarrollo profesional, se ha transformado en una elección personal basada en preferencias individuales.

Esta nueva realidad marca un punto de inflexión: por primera vez, el desarrollo de una carrera profesional exitosa no está condicionado por la ubicación

geográfica. Las personas pueden decidir sobre su entorno de acuerdo con sus valores y aspiraciones personales, manteniendo el acceso a oportunidades de crecimiento profesional.

### Reimaginando el modelo urbano

Esta redistribución del talento tiene el potencial de crear modelos de ciudad más escalables y sostenibles. Durante décadas, hemos visto una concentración creciente de población en megaciudades caracterizadas por la congestión, la contaminación, la vivienda inaccesible, el estrés sobre infraestructuras o la desigualdad espacial.

El trabajo distribuido permite revertir parcialmente esta tendencia, revitalizando ciudades medianas y pequeñas que ofrecen mejor calidad de vida a menor coste. Esto no significa el fin de las grandes ciudades, que seguirán siendo centros de innovación, cultura y oportunidades. Pero sí significa una red urbana más equilibrada, donde

diferentes tipos de ciudades pueden prosperar ofreciendo propuestas de valor muy distintas.

Desde una perspectiva de ingeniería urbana, esto es tremadamente positivo por numerosas razones. La primera es que permite que se descentralice la demanda, aliviando la presión sobre las infraestructuras de las megaciudades.

También permite que se revitalicen las ciudades medianas, puesto que una nueva distribución del talento afecta positivamente a los núcleos urbanos de tamaño medio que experimentaban un declive poblacional. El incremento de capital humano cualificado, junto con el aumento de su poder adquisitivo, está catalizando una transformación integral de estas ciudades que les permite proyectar su desarrollo desde una perspectiva contemporánea.

### Educación para un mundo en constante cambio

Si el modelo de trabajo está experimentando una transformación tan profunda, y si nuestras ciudades se están reconfigurando en respuesta a estas nuevas dinámicas, resulta inevitable preguntarnos: ¿Está nuestro sistema educativo preparando al talento para

## La capacidad de trabajar desde cualquier sitio está reconfigurando el tejido de nuestras ciudades

este nuevo escenario? Porque si existe un cambio radical en cómo y dónde trabajamos, debe existir también una transformación equivalente en los espacios donde ese talento se forma.

Si hay un área donde la necesidad de cambio es más urgente, es precisamente la educación. El modelo actual resulta muchas veces obsoleto en un mundo donde la vida útil de las habilidades técnicas se acorta exponencialmente. Necesitamos repensar la educación para que responda a la velocidad y complejidad del cambio tecnológico, preparando a los estudiantes no solo para los trabajos del presente, sino para adaptarse continuamente a las demandas del futuro.

La velocidad del cambio tecnológico ha desactualizado el modelo de educación basado en conocimientos estáticos. Un ingeniero recién graduado descubre que parte de lo que estudió en su primer año ya es historia antigua: las tecnologías mutan, las herramientas se renuevan y nuevos paradigmas revolucionan la industria constantemente. Por eso, más que acumular conocimientos específicos, necesitamos desarrollar la capacidad de aprender y adaptarnos continuamente. La pregunta ya no es “¿qué sabes?”, sino “¿cómo de rápido puedes aprender?”.

El verdadero valor de la educación superior no reside en la acumulación de conocimientos técnicos. Ahora se basa en

el desarrollo de habilidades fundamentales: pensamiento crítico, capacidad de síntesis, creatividad y colaboración.

Las universidades deben enseñarnos a abordar lo desconocido con curiosidad en lugar de temor, cultivando la actitud de quien, lejos de resignarse ante la rueda que no para de girar, aprende a subirse a ella. Se trata de formar profesionales que miren la transformación digital no como una amenaza que los arrastra, sino como una oportunidad que pueden aprovechar haciéndose las preguntas correctas, experimentando sin miedo al error y manteniendo viva esa curiosidad que convierte cada cambio en una posibilidad de crecimiento. Estas competencias transversales son las que verdaderamente perduran, independientemente de los cambios tecnológicos que nos depare el futuro.

### Tecnología con propósito humano

Nos encontramos en un momento decisivo. Las herramientas que tenemos hoy (desde la IA hasta la conectividad global) nos permiten reimaginar completamente cómo vivimos y trabajamos. Pero estas capacidades técnicas solo cobran sentido cuando sirven para ampliar la libertad y el bienestar de las personas.

La verdadera medida del éxito no será cuántas ciudades etiquetamos como ‘inteligentes’, sino cuántas personas pueden elegir dónde vivir sin sacrificar su desarrollo profesional, cuántos profesionales encuentran en la tecnología una aliada en lugar de una amenaza, y cuántas comunidades logran prosperar más allá de las megaciudades saturadas.

El desafío está en nuestras manos: construir un futuro donde la tecnología potencie lo mejor de la condición humana. Esto exige líderes que prioricen a las personas sobre los algoritmos, sistemas educativos que formen para la adaptación continua, y ciudades diseñadas para la vida, no solo para la eficiencia.

El futuro urbano que construimos hoy marcará la diferencia para las próximas generaciones. Asegúrenos de que sea un futuro donde la tecnología sirva al bienestar humano, no al revés. ▶





JUAN FRANCISCO MARCO.

Director de Operaciones en EMBOU (Grupo MasOrange).

# Aragón consolida su papel como *hub* digital de referencia

Aragón está sentando las bases para un futuro tecnológico prometedor, donde la conectividad y las soluciones digitales juegan un papel crucial en el desarrollo económico y social de la región. Esta fue la idea central que vertebró la mesa redonda “Aragón hub tecnológico: parques tecnológicos, conectividad y soluciones digitales”, celebrada en el marco del IV Congreso de Telecomunicaciones COIT 2025 y en la que tuve el honor de participar junto a destacados representantes del ecosistema tecnológico aragonés.

Durante la sesión, quedó patente que Aragón no solo está avanzando en infraestructuras digitales, sino que está consolidando un modelo de *hub* capaz de generar oportunidades para startups y pymes locales, y atraer inversiones estratégicas.

Desde Orange Empresas y Embou, marcas ambas del Grupo MasOrange, nos sentimos profundamente comprometidos con este proceso y orgullosos de contribuir con nuestras soluciones y servicios a este impulso transformador.

Por ello, el territorio aragonés se ha convertido en escenario de algunos de nuestros proyectos estratégicos más relevantes, que están posicionando a esta Comunidad como un laboratorio de innovación real, con aplicaciones concretas en sectores clave como la automoción, la logística, el turismo o la ciberseguridad.

Uno de los ejemplos más ilustrativos es el despliegue de una red privada 5G Stand Alone en Motorland Aragón y su Technopark, iniciativa impulsada por Orange Empresas en colaboración con el Gobierno de Aragón a través de Aragonesa de Servicios Telemáticos.

Esta infraestructura no es un simple piloto, sino una red plenamente operativa que permite realizar pruebas avanzadas de conducción autónoma, sensorización y telemetría, convirtiendo a Motorland en un referente nacional en movilidad conectada.

La capacidad de *network slicing* de esta red permite priorizar recursos para usos tan fundamentales en el recinto como son la producción audiovisual en eventos deportivos, la gestión de emergencias o la monitorización avanzada de vehículos. Todo ello con una flexibilidad que garantiza su adaptación a futuras demandas, beneficiando no solo al circuito, sino también al parque empresarial y al municipio de Alcañiz en el que se ubica.

Este proyecto, con una inversión superior al millón de euros, demuestra cómo la conectividad puede ser la base sobre la que se construye el futuro de la industria 4.0 y la transformación digital del territorio.

## El impulso digital transforma empresas y territorios

Uno de los retos fundamentales que se ha de afrontar tanto en el ámbito públ-





co como el privado es garantizar que la transformación digital alcance a todo el tejido empresarial, con especial foco en aquellos negocios que aún se encuentran en fases iniciales de adopción tecnológica, de modo que esta evolución se convierta en una palanca real de crecimiento para todos los sectores productivos.

Desde MasOrange estamos liderando esta transformación con una propuesta clara: reconnectar a personas y colectivos sobre la base de una experiencia y servicio excelentes.

Para ello es fundamental contar con la mejor conectividad, y por eso trabajamos cada día para que todos, desde grandes corporaciones hasta los más pequeños negocios, puedan contar siempre con las redes fijas más rápidas y fiables, una cobertura móvil 5G de vanguardia y la innovación al servicio del progreso, con proyectos pioneros como la primera red Open RAN de Europa.

Pero más allá de la conectividad, ofrecemos soluciones específicas en ciberseguridad, almacenamiento en la nube, Inteligencia Artificial (IA), IoT, Big Data y entornos de trabajo digitales. En este sentido, hemos desarrollado propuestas adaptadas a sectores como el transporte, la energía, la salud y la educación, asegurando que cada empresa pueda adaptarse y prosperar en el entorno digital actual.

Nuestro compromiso con la Administración pública también es firme: somos responsables del Centro de Operaciones de Ciberseguridad de la Comunidad de Madrid, y en Aragón proporcionamos servicios de conectividad en dos de los lotes del contrato MARCo del Gobierno autonómico.

#### **Tecnología con impacto social y territorial**

La tecnología no solo debe generar riqueza, sino también cohesión social y

territorial. En este sentido, Embou, como operador regional de MasOrange en Aragón, ha sido pionero en romper la brecha digital del entorno rural desde hace más de 20 años. Hoy seguimos apostando por proyectos que mejoran la vida de las personas en todo el territorio.

Uno de los pilares de esta estrategia es el uso del Big Data. En colaboración con la entidad Turismo de Aragón, estamos desarrollando una herramienta innovadora que permite la ingesta, integración y explotación de fuentes de datos heterogéneas asistidas por IA. Esta solución crea un *data lake* semántico adaptado al sector turístico que culmina en un Punto Único de Consulta.

Gracias a datos únicos obtenidos a través de modelos que garantizan la anonimización de los datos y la privacidad de los usuarios, podemos conocer patrones de movilidad, factores sociodemográficos y preferencias de los visitantes. Esta herramienta, alineada con los objetivos de Segitur, tiene un enorme potencial para mejorar la planificación turística y la sostenibilidad del sector.

Otro ejemplo es el sistema de gestión inteligente de aparcamiento que hemos implantado en Aínsa, joya medieval del Sobrarbe. Mediante sensores ópticos y paneles informativos, nuestra plataforma de *Smart city* dirige a los visitantes hacia las zonas de aparcamiento óptimas, mejorando la experiencia turística y la sostenibilidad del entorno.

Todos estos proyectos, en los que ha sido fundamental la colaboración público-privada, nos permiten concluir, sin género de dudas, que Aragón está avanzando hacia un modelo de desarrollo tecnológico que combina innovación, inclusión y sostenibilidad, y donde MasOrange quiere jugar un papel fundamental acompañando a los aragoneses en este proceso, aportando conectividad, soluciones y conocimiento del territorio. ▶

**La tecnología no solo debe generar riqueza, sino también cohesión social y territorial**





**MIGUEL MANJÓN TORRES.**

Densification Product Manager, Cellnex Telecom S.A.

## Densificación inteligente

# La infraestructura invisible que impulsa la ciudad conectada

La digitalización de los entornos urbanos ha dejado de ser una promesa para convertirse en una presión operativa constante. En las ciudades **hemos pasado de luchar por la cobertura a luchar por la capacidad**. El crecimiento exponencial del tráfico de datos, el vídeo en alta definición y la masificación del Internet de las Cosas (IoT) han desbordado el modelo tradicional.

Las macroceldas, columna vertebral histórica de la telefonía móvil, se enfrentan a una paradoja. Aunque imprescindibles para la cobertura general, ya no son suficientes para absorber la demanda en los 'puntos calientes' de las ciudades. En zonas densas, interiores complejos o entornos estacionales, la red tradicional se satura, incapaz de gestionar el volumen de datos por metro cuadrado actual.

Surge así una brecha entre la capacidad disponible y las expectativas ciudadanas. Sin embargo, las ciudades no pueden permitirse llenarse de más torres. Las restricciones de espacio y la preservación del patrimonio exigen una reingeniería del modelo.

En este contexto, los operadores neutros y la densificación mediante *small cells* emergen como la única hoja de ruta sostenible para aumentar la capacidad quirúrgicamente, minimizando el impacto en el espacio público.

### La problemática: cuando la física choca con el urbanismo

Para entender la urgencia, hay que analizar el tráfico móvil: crece anualmente

por encima del 20% y más del 70% se concentra en zonas urbanas. Esto crea un efecto 'embudo' en plazas o ejes comerciales, donde la macrocelda pierde eficiencia ante tal densidad. El resultado no es falta de cobertura, sino una degradación del servicio: lentitud y latencia.

A este reto se suma la física del espectro. El 5G se apoya en bandas medias y altas para ofrecer velocidad, pero estas tienen menor penetración. El problema se agrava con la arquitectura moderna: los edificios eficientes utilizan materiales aislantes y cristales tintados que actúan como barreras para la señal. La atenuación puede superar los 20 decibelios, dejando los interiores sin servicio de calidad. Intentar solucionar esto aumentando la potencia exterior es ineficiente y genera interferencias.

Finalmente, está el reto urbanístico. El modelo tradicional, donde cada operador despliega su propia infraestructura es insostenible. La duplicación de equipamiento ocupa espacio, genera contaminación visual y satura la gestión municipal. La ciudad necesita conectividad, pero no a costa de su habitabilidad.



## Soluciones y tendencias:

### la arquitectura de la red invisible

El futuro de la conectividad urbana pasa por una red más cercana al usuario. En Europa se observa una tendencia clara hacia despliegues basados en *small cells* integradas en mobiliario urbano y gestionadas mediante operadores de infraestructura neutros. Este modelo cubre tanto necesidades técnicas como objetivos de sostenibilidad y eficiencia administrativa.

Las celdas pequeñas permiten aumentar la capacidad sin recurrir a estructuras voluminosas. Su proximidad al usuario mejora el rendimiento en zonas donde las macroceldas no pueden llegar con eficacia. Los avances en diseño permiten integrar antenas y radios en farolas, marquesinas, paneles informativos o mobiliario digital sin alterar su apariencia, reduciendo el impacto visual y facilitando la aceptación ciudadana.

Las tendencias más relevantes muestran tres líneas de convergencia. La primera es complementar las macroceldas con microinfraestructuras distribuidas que aprovechan activos de la ciudad y ofrecen capacidad localizada. La segunda consiste en reforzar la coordinación entre operadores y ayuntamientos para evitar duplicidades, simplificar permisos y reducir la huella ambiental. La tercera persigue adoptar modelos compartidos que eliminan equipamiento redundante y permiten planificar la conectividad como un servicio urbano transversal.

La densificación se convierte así en la base para desarrollar nuevos servicios: sensorización ambiental, alumbrado inteligente, videovigilancia, gestión del tráfico o automatización de servicios municipales.

Cada nuevo nodo funciona como un punto preparado para ampliar servi-

cios sin inversiones duplicadas, consolidando la red como infraestructura estructural de la ciudad.

### El operador neutro:

#### clave de la viabilidad económica

Desplegar miles de micro-nodos es costoso si cada operador lo hace por su cuenta. El modelo de *Neutral Host* de Cellnex se consolida como una solución rentable: una entidad gestora invierte en la infraestructura y la fibra, ofreciendo conectividad compartida a todos los operadores móviles.

Para los operadores, esto transforma el CAPEX en OPEX, permitiéndoles ampliar capacidad rápidamente sin asumir el riesgo de la obra civil. Para los ayuntamientos, el operador neutro actúa como interlocutor único, ordenando el espacio público y evitando redundancias. Es también un imperativo de sostenibilidad: compartir equipos y energía reduce significativamente la huella de carbono, alineándose con las prioridades municipales.

### Barreras y soluciones: hacia una regulación ligera y coherente

Aunque la tecnología está madura, el despliegue de *small cells* en Europa se enfrenta a la barrera de la heterogeneidad normativa. La falta de criterios comunes entre municipios complica la escalabilidad, generando incertidumbre y sobrecostes para adaptar cada despliegue a requisitos distintos.

La actualización normativa europea ha sido un avance, pero insuficiente. El límite actual de treinta litros para los equipos resulta escaso en entornos multioperador, donde se necesita capacidad para integrar varias bandas. Elevar este límite a cincuenta litros permitiría desplegar soluciones compartidas completas sin afectar la estética. Asimismo, la altura mínima fijada en cu-

tro metros restringe instalaciones críticas en espacios menores. Reducirla a tres metros ampliaría las ubicaciones viables, especialmente en interiores. A ello se suma una revisión de los límites de potencia ya que en zonas densas es insuficiente.

Por lo tanto, para liberar el potencial de este modelo es necesario avanzar hacia un régimen regulatorio ligero: reglas homogéneas, plantillas comunes de permisos y procedimientos simplificados que traten a las *small cells* como elementos de bajo impacto.

### Casos relevantes:

#### experiencias reales en Europa

El modelo ya se valida con éxito sobre el terreno. Un referente claro es el Reino Unido. En Londres, un entorno desafiante por su densidad y arquitectura, compañías como Cellnex lideran proyectos de *small cells* colaborando con los distritos para usar activos municipales.

Además, los operadores móviles (MNO) británicos impulsan la iniciativa NHOD (Neutral Host Out-Door) bajo el foro técnico JOTS. Este marco pionero estandariza el despliegue compartido. Actualmente, se realiza el primer piloto en Londres para definir el modelo operativo que haga efectiva la compartición de infraestructura activa entre MNO.

En España, la estrategia se ha centrado en integrar equipos en elementos de alta capilaridad como quioscos y mobiliario urbano. Al aprovechar ubicaciones con electricidad en zonas de tránsito, se resuelven puntos de saturación sin obra civil invasiva.

Por su parte, Portugal destaca en la gestión de la estacionalidad: en zonas costeras, las *small cells* absorben los picos de demanda turística flexiblemente, evitando sobredimensionar la red macro de forma ineficiente.

Por otra parte, la experiencia de Cellnex en Italia aporta casos especialmente relevantes en centros históricos. En ciudades como Milán, Erice o Ciampino se han desplegado sistemas de antenas

**En zonas densas, interiores complejos o entornos estacionales, la red tradicional se satura, incapaz de gestionar el volumen de datos por metro cuadrado actual**

distribuidas integradas en farolas, edificios municipales y pequeños puntos técnicos, respetando las restricciones patrimoniales y mejorando la capacidad en zonas con fuerte densidad de visitantes. Estos ejemplos demuestran que la densificación puede desplegarse sin comprometer la estética de entornos protegidos.

En conjunto, estos casos reflejan cómo la densificación urbana permite absorber el crecimiento del tráfico sin deteriorar el espacio público, aprovechando los activos existentes y reduciendo la necesidad de nuevas infraestructuras visibles.

### Conclusión

Las ciudades están entrando en una fase clave de su transformación digital. La densificación mediante celdas pequeñas y modelos de infraestructura neutra permite responder al crecimiento del tráfico, mejorar la experiencia de usuario y avanzar hacia un entorno urbano más eficiente, conectado y sostenible.

Los casos desplegados por Cellnex en varios países europeos demuestran que la integración estética, el uso de mobiliario urbano existente y la colaboración público-privada son las palancas esenciales para lograr despliegues exitosos.

Sin embargo, la tecnología no puede avanzar sola: la regulación debe evolucionar al mismo ritmo. Es imprescindible adoptar un marco normativo más ligero, coherente y adaptado a la realidad tecnológica, que facilite la escala necesaria para integrar la densificación en la planificación urbana. La conectividad del futuro no se sostendrá únicamente en grandes torres, sino que deberá apoyarse en una red distribuida e invisible, integrada en la propia arquitectura de la ciudad.

Las decisiones que se adopten hoy determinarán la capacidad de las ciudades para competir en un entorno digital global. Convertir la eficiencia tecnológica en una herramienta de progreso urbano depende, en última instancia, de nuestra capacidad para armonizar la innovación con una regulación ágil. ▶

## Las ciudades no pueden permitirse llenarse de más torres. Las restricciones de espacio y la preservación del patrimonio **exigen una reingeniería del modelo**





## Paco Salcedo

Presidente de Microsoft España. Ingeniero del Año 2025 del COIT

# «Los Ingenieros de Telecomunicación somos los arquitectos de un mundo hiperconectado»

En esta entrevista, Paco Salcedo, presidente de Microsoft España e Ingeniero del Año 2025 del COIT, nos aporta su visión sobre un futuro digitalizado e hiperconectado, donde el despliegue de la Inteligencia Artificial y el desarrollo pleno de la nube, entre otros factores tecnológicos, **marcarán la diferencia y el devenir de la humanidad en las próximas décadas.**

### Dada tu amplia trayectoria profesional ¿en qué momento consideras que se encuentra el sector español de las telecomunicaciones y la transformación digital?

La Inteligencia Artificial (IA) está protagonizando una auténtica revolución tecnológica, transformando la manera en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. En menos de tres años, más de 1.000 millones de personas en todo el mundo han utilizado la IA en alguna forma, convirtiéndose en la tecnología de adopción más rápida de la historia.

Esta revolución supone una oportunidad única para redefinir nuestro modelo productivo, potenciar la innovación y mejorar la competitividad de todos los sectores. La clave está en aprovechar este cambio de paradigma para impulsar el crecimiento económico y el bienestar social, siempre desde un enfoque responsable e inclusivo.

España destaca internacionalmente por su dinamismo digital: es el sexto país del mundo en adopción de IA. Sin embargo, este liderazgo en uso contrasta con varios retos estructurales. Muchas empresas y administraciones aún deben acelerar su migración a la nube y la gestión adecuada de los

datos para extraer todo el potencial de la IA. Igualmente, es imprescindible apostar por la ciberseguridad avanzada, la gobernanza responsable y el cumplimiento normativo para que las organizaciones puedan innovar y crecer con tranquilidad.

Pero, aunque España es el cuarto país europeo en adopción de IA generativa, ocupa el puesto 14 en disponibilidad de talento especializado. Es fundamental invertir en formación y atraer talento digital para cerrar esta brecha.

Y no hay que olvidar que solo el 8% de las Pymes españolas ha incorporado alguna solución basada en IA. Democratizar el acceso a la tecnología y facilitar la digitalización de las Pymes es esencial para que la transformación digital llegue a todos los sectores y regiones, permitiendo competir en igualdad de condiciones y contribuyendo al crecimiento y la creación de empleo.

El sector de las telecomunicaciones está en plena búsqueda de nuevos modelos de negocio, impulsados por la necesidad de ofrecer experiencias de cliente más personalizadas, automatizar procesos y ganar escala a nivel europeo.

La consolidación del sector es un debate abierto, pero lo que resulta indiscutible es el papel estratégico que pueden desempeñar los operadores como socios tecnológicos clave. Los operadores son fundamentales para desplegar infraestructuras, garantizar la conectividad y la seguridad de las comunicaciones, y habilitar servicios críticos como la IA y la nube.

Además, su cercanía al tejido empresarial les sitúa en una posición privilegiada para acompañar a las Pymes en su digitalización, facilitando el acceso a soluciones avanzadas y formación, y contribuyendo así a democratizar la innovación.

“

**Los operadores son fundamentales para desplegar infraestructuras, garantizar la conectividad y la seguridad de las comunicaciones**

“

## La regulación europea debe ser un motor de competitividad, no un freno

### ¿Y a nivel internacional?

Globalmente, la transformación digital avanza a diferentes velocidades. Según el nuevo informe de Microsoft, 'AI Diffusion Report: Where AI is most used, developed and built', España sobresale en este contexto internacional, situándose entre los países más activos del mundo en uso real de IA, con una tasa de adopción cercana al 40%, por encima de la media europea (22%) y mundial (15%), y solo por detrás de Emiratos Árabes Unidos, Singapur, Noruega, Irlanda y Francia.

Esto refleja el dinamismo de nuestro ecosistema digital y la capacidad de España para aprovechar la IA como motor de competitividad y progreso. Aun así, la adopción global de la IA sigue siendo desigual y está muy ligada al nivel de renta y a la disponibilidad de infraestructuras como electricidad, conectividad y computación. El reto es democratizar el acceso a la IA y garantizar que sus beneficios lleguen a todas las personas y organizaciones.

Con el fin de acelerar la adopción de IA y nube en todo el mundo, Microsoft está llevando a cabo la mayor inversión en infraestructura de su historia. En el pasado año fiscal, la compañía destinó más de 80.000 millones de dólares a la construcción y expansión de centros de datos optimizados para IA en todo el mundo, lo que supuso más del doble de lo invertido entre 2018 y 2022.

Esta estrategia abarca la creación de más de 25 nuevas regiones *cloud* en todo el mundo. Microsoft cuenta actualmente con más de 70 de estas regiones anunciadas y operativas en todo el mundo, lo que representa la mayor huella global de centros de datos de cualquier proveedor de nube.

Estas regiones están distribuidas en más de 60 países y abarcan todos los continentes, permitiendo el despliegue de servicios de IA y nube con baja latencia, alta disponibilidad y cumplimiento normativo local. La infraestructura global de Microsoft incluye más de 400 centros de datos interconectados, respaldados por una de las redes privadas más extensas del planeta, con líneas de alta velocidad y cables submarinos que garantizan conectividad y resiliencia.

A nivel internacional, el sector de las telecomunicaciones desempeña un papel esencial como aliado estratégico de Microsoft en la expansión y consolidación de la infraestructura de inteligencia artificial y nube.

Las empresas de telecomunicaciones colaboran con Microsoft en tres dimensiones clave. Como clientes, adoptando soluciones avanzadas de IA y *cloud* para transformar sus propios servicios, optimizar operaciones y ofrecer experiencias innovadoras a sus usuarios finales. Como suministradores, proporcionando la conectividad, la infraestructura de red y los servicios críticos que permiten el funcionamiento eficiente y seguro de los centros de datos y plataformas *cloud* de Microsoft en todo el mundo. Como socios comerciales, desarrollando conjuntamente nuevos modelos de negocio, integrando servicios y co-innovando para llevar la IA y la nube a más sectores y regiones, especialmente a las pequeñas y medianas empresas.

Esta relación de colaboración es fundamental para democratizar el acceso a la tecnología, acelerar la digitalización y garantizar que los beneficios de la IA y la nube lleguen a empresas y ciudadanos en todos los mercados.

### En un ámbito de competencia global, ¿cómo crees que debe gestionar la Unión Europea su necesidad de ganar músculo tecnológico creando un ecosistema de operadores más robusto y competitivo?

La IA es una tecnología de propósito general, por lo que su valor no está necesariamente ligado a los países que la han inventado y están desarrollándola o a los que están produciendo nuevos modelos de lenguajes.

El verdadero valor de la IA está en su adopción y aplicación a escala. Y esa es, precisamente, la gran oportunidad para la Unión Europea: impulsar el uso masivo de la IA en empresas, en Administraciones públicas y en la ciudadanía para acelerar nuestra competitividad global.

Para ello, es fundamental contar con la mejor infraestructura de IA y nube; desarrollar soluciones de nube soberana; priorizar seguridad, privacidad y gobernanza, y asegurar que el despliegue de la IA se haga de manera responsable e inclusiva.

La UE debe fomentar alianzas estratégicas con líderes tecnológicos globales que inviertan en Europa, asegurando así el acceso a las mejores infraestructuras y plataformas de nube e IA. Es fundamental fortalecer el tejido de empresas europeas que ofrecen servicios profesionales y soluciones tecnológicas, tanto para el sector privado como para las administraciones públicas.

Estos actores son esenciales para ayudar a las organizaciones a adoptar la IA y la nube a escala, generando valor añadido y facilitando la transformación digital en todos los sectores. La UE debe apoyar el crecimiento de estos proveedores, facilitando el acceso a financiación, formación y mercados internacionales.

En este sentido, Europa debe apostar por un ecosistema de empresas tecnológicas capaces de crear propiedad intelectual sobre las plataformas de nube e IA, y que puedan exportar estas soluciones a nivel global.

La regulación europea debe ser un motor de competitividad, no un freno. Europa ha demostrado con el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) y la Ley de IA que es posible liderar la creación de marcos normativos que protejan a los usuarios y generen confianza. Sin embargo, es crucial evitar la sobreregulación que pueda ahogar la innovación.

En lo que se refiere al talento, la visión de Microsoft es que la colaboración público-privada y la conexión entre el mundo académico y el tejido empresarial son esenciales para cerrar la brecha de competencias digitales. Por eso, trabajamos en el impulso de iniciativas de formación, creación de *hubs* de innovación y comunidades de aprendizaje, así como la integración de la IA en todos los procesos educativos.

Este enfoque integral permite que Europa no solo forme a los profesionales que demanda el mercado, sino que también lidere la investigación y el desarrollo de soluciones tecnológicas avanzadas.

**¿Está la actual legislación europea permitiendo este crecimiento del sector de las telecomunicaciones? ¿Y en España?**

La Unión Europea ha sido pionera en la creación de un entorno regulatorio robusto y exigente, que ha permitido a Europa posicionarse como referente mundial en protección de datos y ética digital. El Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) y, más recientemente, la Ley de Inteligencia Artificial (AI Act) han establecido estándares globales que garantizan la seguridad, la privacidad y los derechos fundamentales de los ciudadanos. Esta aproximación no solo protege a los consumidores, sino que también genera confianza y seguridad jurídica para empresas e inversores.

Microsoft apoya firmemente este enfoque regulatorio, considerándolo una oportunidad para promover una IA segura y confiable. La compañía ha integrado principios de IA responsable en sus productos y servicios y ha

lanzado iniciativas como EU Data Boundary y Microsoft Sovereign Cloud para garantizar la soberanía digital y el cumplimiento normativo en Europa. Sin embargo, el rápido avance tecnológico exige que la regulación sea ágil, flexible y adaptada a la realidad del mercado. Existe un consenso creciente sobre la necesidad de evitar la sobrelegislación, que podría frenar la innovación y dificultar la competitividad europea frente a otras regiones.

**Desde que Microsoft crea el Sistema Operativo MS-DOS, aparece Windows y sigue la aparición imparable de paquetes ofimáticos, hasta la actualidad con la computación en la nube, los centros de datos, las infraestructuras de telecomunicaciones y los cables submarinos... ¿cómo afronta Microsoft los nuevos retos que las tecnologías habilitadoras digitales nos plantean?**

Al reflexionar sobre el recorrido de Microsoft durante estos 50 años de innovación, me inspira la visión y la determinación que marcaron nuestros inicios: acercar la tecnología a todas las personas y organizaciones. Aquella ambición de poner un ordenador en cada escritorio y en cada hogar, impulsada por Bill Gates, sigue viva hoy en la era de la IA y con una misión como compañía que se resume en "Empoderar a todas las personas y las organizaciones en el planeta a hacer más".

Ahora, mantenemos ese mismo espíritu pionero al desarrollar soluciones como Copilot, que aspira a convertirse en un verdadero compañero de IA para todos, facilitando el día a día y potenciando el talento de cada persona.

Microsoft se ha consolidado como la plataforma abierta de referencia en IA, poniendo a disposición de empresas,

desarrolladores y organizaciones un catálogo que supera los 11.000 modelos de IA, incluyendo modelos propios, de terceros, y de código abierto. Esta amplitud y diversidad permiten a cualquier organización elegir, personalizar y desplegar el modelo que mejor se adapte a sus necesidades, ya sea para crear copilotos personalizados, agentes inteligentes o soluciones sectoriales avanzadas.

La estrategia de Microsoft se basa en la interoperabilidad, la apertura y la colaboración, eliminando barreras tecnológicas y facilitando la integración de soluciones de múltiples proveedores, lo que fomenta un ecosistema de innovación verdaderamente global.

Si pienso en el futuro, estoy convencido de que en los próximos años presenciaremos cómo la revolución de la IA se integra en todos los ámbitos de la sociedad, generando nuevas oportunidades.

El siguiente gran salto será la computación cuántica, un campo en el que estamos plenamente involucrados gracias a un equipo de investigación puntero que ha desarrollado 'Majorana 1', el primer procesador cuántico del mundo basado en *qubits* topológicos.

Somos conscientes de que el éxito actual no garantiza el éxito futuro. Por eso, la capacidad de aprender constantemente y evolucionar forma parte esencial de nuestra cultura. Con esa mentalidad, seguiremos fieles a nuestros principios y preparados para afrontar los próximos 50 años con la misma pasión y compromiso.

**¿Cómo se puede hacer para que las soluciones digitales sean más sostenibles y estén alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS?**

**“**  
**La estrategia de Microsoft se basa en la interoperabilidad, la apertura y la colaboración**



La sostenibilidad debe estar en el centro de la transformación digital. Para que las soluciones digitales sean realmente sostenibles y alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, es fundamental diseñar tecnologías que reduzcan el consumo energético y la huella de carbono. La IA y la nube son grandes aliadas para optimizar procesos y fomentar la innovación responsable, ayudando a empresas y administraciones a medir y reducir su impacto ambiental.

En Microsoft nos hemos comprometido a ser negativos en carbono y positivos en agua en 2030, y a eliminar nuestra huella histórica de carbono para 2050, apostando por energías renovables y la economía circular en toda nuestra cadena de valor.

Otra innovación clave es la inversión que estamos realizando en centros de datos sostenibles y energéticamente eficientes que incorporan tecnologías de refrigeración avanzada para reducir al máximo el consumo de agua y utilizan energías renovables.

**¿Qué necesitan realmente las empresas, sean grandes o pequeñas, cuando se enfrentan al reto de digitalizar sus procesos y modelos de negocio?**

Las empresas necesitan soluciones digitales sencillas, seguras y adaptables a su realidad, pero sobre todo requieren acompañamiento experto y formación para que sus equipos adopten la tecnología con confianza.

La clave está en contar con aliados que entiendan su sector y les ayuden a transformar la cultura interna, para que la digitalización no sea solo un cambio tecnológico, sino una verdadera palanca de crecimiento y competitividad.

En este proceso, la seguridad es un pilar fundamental. Desde Microsoft, entendemos que la confianza es la base de la transformación digital. Por eso, todas nuestras soluciones están diseñadas con un enfoque de seguridad integral que protege los datos, garantiza la privacidad y refuerza la resiliencia frente a amenazas.

Apostamos por la ciberseguridad avanzada, la gobernanza responsable

y el cumplimiento normativo para que las empresas puedan innovar y crecer con tranquilidad, sabiendo que su información y la de sus clientes están protegidas en todo momento. Así, acompañamos a las organizaciones no solo en la adopción tecnológica, sino también en la creación de un entorno digital seguro y confiable que impulse su competitividad a largo plazo.

**¿Vamos por el buen camino para transitar en España hacia una economía de la IA basada en la innovación responsable y sostenible?**

España está avanzando con paso firme hacia una economía de la IA basada en la innovación responsable y sostenible. Los datos más recientes muestran que nuestro país se sitúa entre los líderes mundiales en adopción real de IA. Esto refleja el dinamismo de nuestro ecosistema digital y la capacidad de España para aprovechar la IA como motor de competitividad y progreso.

“

**España está avanzando hacia una economía de la IA basada en la innovación responsable y sostenible**

Sin embargo, el verdadero reto está en democratizar el acceso a la tecnología y acelerar la adopción de la IA en todos los sectores, especialmente en las Pymes. La colaboración entre empresas, administraciones y el ecosistema educativo es clave para que la innovación llegue a todos los rincones y para que la transformación digital sea inclusiva y sostenible.

### **¿Cuáles son las barreras y las oportunidades de esta transición?**

La transición hacia una economía digital más avanzada no solo plantea retos, sino también enormes oportunidades para España. Si bien existen desafíos como la brecha de talento digital, contamos con una base sólida: infraestructuras de IA y nube de calidad, conectividad universal y un ecosistema tecnológico en crecimiento.

Los centros de datos son un pilar fundamental en este camino. No se trata solo de almacenar información, sino de habilitar servicios críticos como la IA que potencia nuestra competitividad. En Microsoft estamos invirtiendo en centros de datos de última generación en España, acercando la nube a empresas y administraciones para que puedan innovar sin límites. Esto supone un impulso económico y la generación de empleo cualificado.

La oportunidad está clara: el objetivo común debe ser convertir a España en un *hub* digital europeo, donde la tecnología sea motor de competitividad y bienestar. En Microsoft creemos que esta transición no es solo posible, sino que ya está en marcha. Pero existen tres grandes barreras interrelacionadas: la migración a la nube, la ciberseguridad y la formación.

En primer lugar, la aceleración de la adopción de la nube es imprescindible para desplegar soluciones de IA avanzadas, pero muchas organizaciones aún mantienen datos y procesos en sistemas heredados, lo que limita la capacidad de escalar y aprovechar todo el potencial de la IA.

En segundo lugar, la ciberseguridad se ha convertido en un pilar fundamental:



## **En Microsoft estamos invirtiendo en centros de datos de última generación en España**

la confianza es la base de cualquier proceso de transformación digital. La protección de los datos y la resiliencia frente a amenazas son requisitos ineludibles para innovar con garantías.

Por último, la brecha de talento digital sigue siendo un reto crítico: aunque la demanda de perfiles especializados en IA y *cloud* crece exponencialmente, aún existe un déficit de profesionales formados. Microsoft ha puesto en marcha iniciativas para formar gratuitamente a millones de personas en IA, en colaboración con gobiernos, universidades y entidades sociales, pero el reto de la capacitación masiva y continua sigue siendo clave para que la transformación digital sea inclusiva y sostenible. Se trata de no dejar a nadie atrás.

### **¿Como presidente de una gran empresa tecnológica, qué papel consideras que desempeñamos los Ingenieros de Telecomunicación en este proceso de transformación digital?**

El papel de los Ingenieros de Telecomunicación es absolutamente fundamental a la hora de desplegar infraestructuras, impulsar la conectividad, garantizar la seguridad de las comunicaciones y avanzar hacia una economía digital avanzada.

Como destaque en mi discurso de aceptación del Premio de Ingeniero del Año del COIT, somos los arquitectos de un mundo hiperconectado y los profesionales que hacemos posible que la innovación tenga impacto real en la economía y en la sociedad, desde el convencimiento de que la tecnología puede mejorar la vida de las personas, de manera ética y responsable.

Como Ingeniero de Telecomunicación, me siento especialmente orgulloso

de formar parte de este colectivo y de contribuir al desarrollo tecnológico de nuestro país.

### **¿Qué le dirías a los jóvenes que están intentando elegir nuestra carrera profesional? ¿Cómo les orientarías hacia el mundo IT?**

Tenemos que inspirar a una nueva generación de ingenieros. En los últimos diez años, los egresados en Ingeniería de Telecomunicación han caído un 35%, y menos del 25% son mujeres. Debemos explicar a la sociedad que desarrollar una carrera en el ámbito de la Ingeniería de Telecomunicación es apostar por un futuro donde curiosidad, creatividad e impacto social se dan la mano.

Como dijo Robert A. Heinlein, escritor norteamericano de ciencia ficción, “Los ingenieros actúan en la interfaz entre ciencia y sociedad”. Creo que facilitar esa conexión entre el mundo de la teoría científica y su aplicación práctica es nuestra principal aportación, y, a nivel personal, estaré encantado de contribuir en lo que pueda a este objetivo.

### **¿Qué consideración te merece el trabajo que se desarrolla desde el COIT para defender los derechos profesionales de los IT?**

El COIT ha sido y es un referente en la defensa de los derechos profesionales, la promoción de la excelencia y la formación continua. Gracias al COIT, los Ingenieros de Telecomunicación contamos con una voz fuerte y respaldada, capaz de influir en la agenda tecnológica y social del país. Haber recibido el Premio Ingeniero del Año 2025 del COIT y la AEIT es un honor que me llena de orgullo y responsabilidad, y que me anima a seguir trabajando en favor de la profesión. ▶



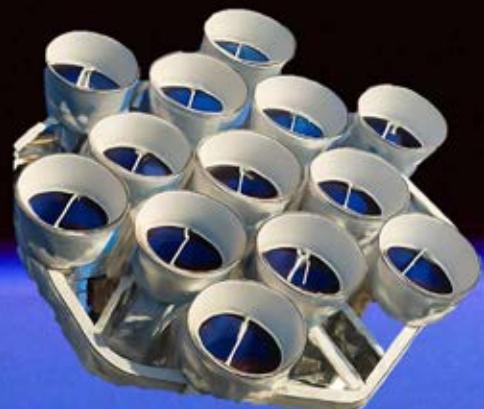
**CRISTINA GARCÍA MIRÓ.**

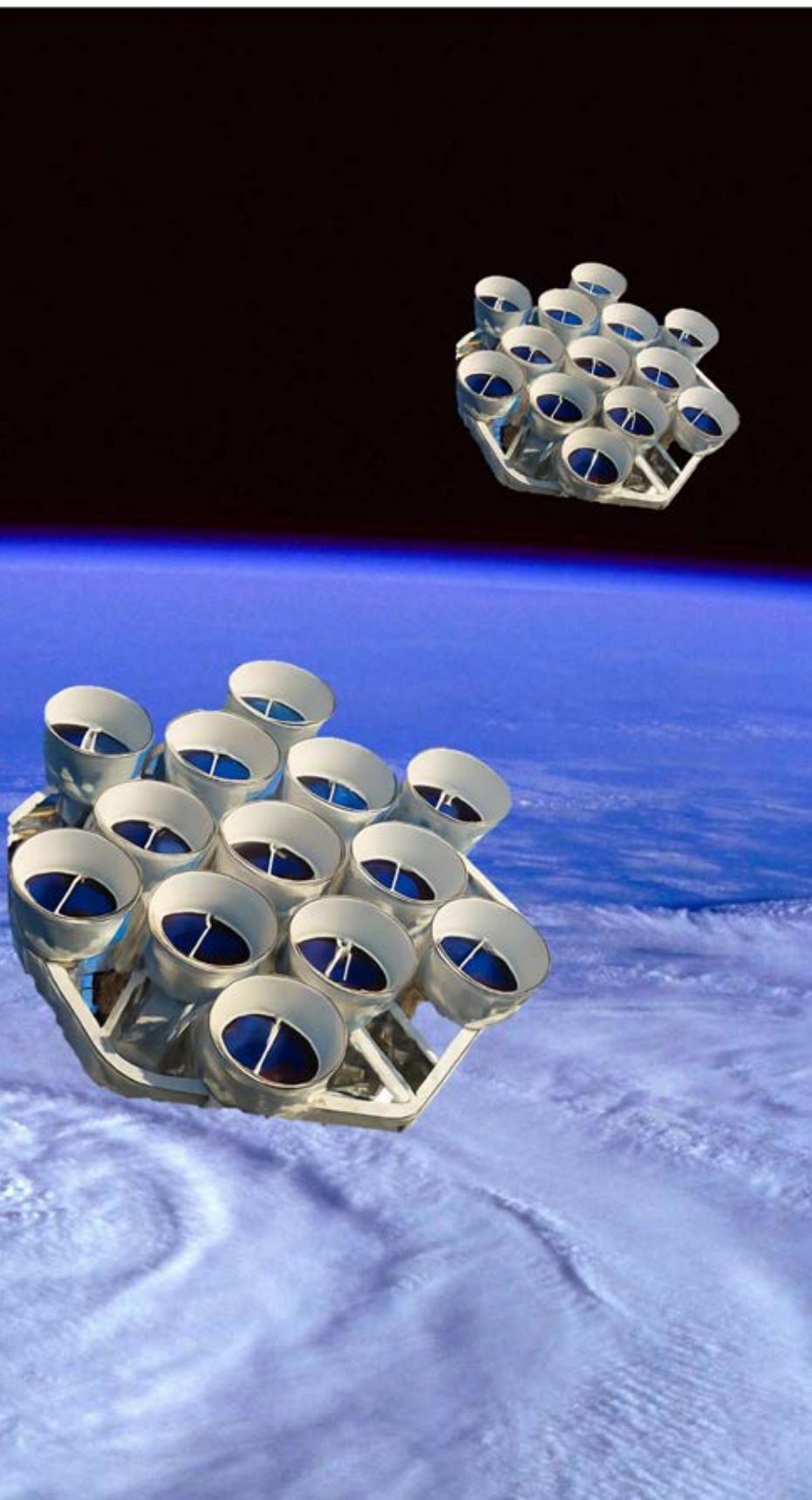
Astrónoma del Observatorio de Yebes y del Observatorio Astronómico Nacional. Presidenta de la Comisión J (Radioastronomía) de URSI-España.

**De unos comienzos  
humildes a un futuro brillante**

# **Un viaje por la radioastronomía en España**

Pocas disciplinas logran conjugar tan intensamente ciencia e ingeniería como la radioastronomía. Desde sus inicios en España, sobre todo a partir de los años 70, ha sido un campo que no solo ha impulsado el conocimiento del Universo, sino también el desarrollo tecnológico puntero en las telecomunicaciones. En esta travesía, observatorios, universidades, centros de investigación y empresas han ido tejiendo una red cada vez más robusta, **que posiciona a nuestro país como un actor clave en los grandes proyectos internacionales del siglo XXI.**





Durante las décadas de 1950 y 1960, la radioastronomía en España comenzó a tomar forma de manera más concreta, con una serie de iniciativas que marcaron el inicio de esta disciplina científica en el país.

Uno de los primeros hitos se produjo en 1954 con la construcción de un radiotelescopio de tipo dipolo destinado al estudio de ondas electromagnéticas de 75 cm de longitud en el Observatorio del Ebro, bajo la dirección de Antonio Romaña.

El observatorio se convirtió así en uno de los primeros centros españoles en realizar observaciones sistemáticas de emisiones de radio solares y fenómenos asociados, lo que consolidó su papel dentro de los esfuerzos internacionales de observación solar y geofísica.

Un año más tarde se inició la construcción de un radiotelescopio completamente diseñado y construido en España en los laboratorios electrónicos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central (actual Universidad Complutense de Madrid), bajo la dirección de José Baltá Elías. Este radiotelescopio sensible a longitudes de onda largas permitía iniciar estudios sistemáticos de radioastronomía desde Madrid, como por ejemplo la emisión de Júpiter, sentando las bases para futuras investigaciones en este campo emergente.

Durante los años 60, se consolidó la participación española en eventos científicos internacionales relacionados con la radioastronomía y las telecomunicaciones espaciales. En 1963, delegados españoles participaron en la Asamblea Plenaria del Comité Consultivo Internacional de Radio (CCIR) en Ginebra, donde se discutieron cuestiones técnicas como la asignación de frecuencias para la radioastronomía y las telecomunicaciones espaciales.

#### **Ciencia con antenas de la NASA en los 70**

La radioastronomía en España no despegó realmente hasta los años 70. La oportunidad llegó gracias a la Red de Espacio Profundo (Deep Space Network, DSN) de la NASA, que instaló tres

grandes complejos en el mundo: California, Canberra y Madrid. Las estaciones de Fresnedillas, Robledo de Chavela y Cebreros se usaban para seguimiento de sondas espaciales que estudiaban el Sistema Solar, pero se acordó reservar un pequeño porcentaje de tiempo para investigaciones astronómicas.

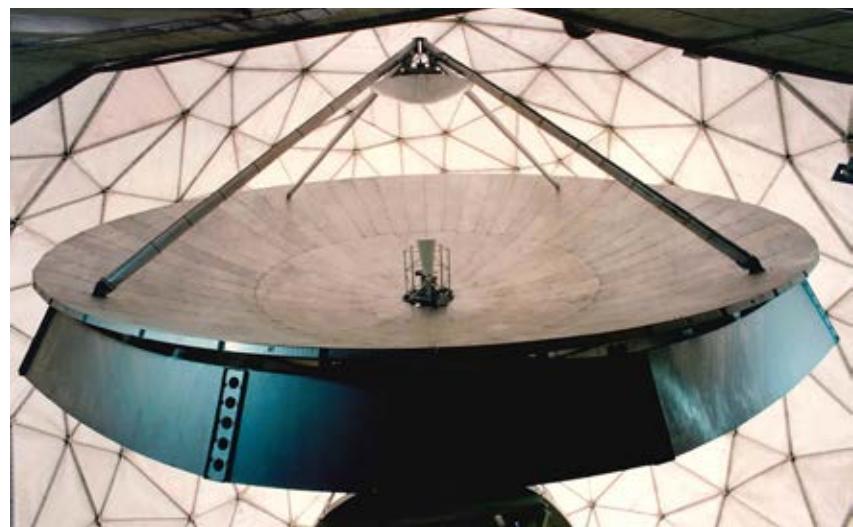
Así nació el 'Programa de País Anfitrión' (Host Country Program), que permitiría a científicos españoles acceder a estos magníficos radiotelescopios. En 1972, la Universidad de Barcelona y el INTA firmaron un convenio para utilizar la antena de Cebreros, y más tarde la de 70 metros de Robledo. En diciembre de ese mismo año se realizó la primera observación de radioastronomía en España de un astro fuera de nuestro Sistema Solar, liderada por Antonio Rius y Robert Estalella. El experimento detectó la occultación de una radiofuentre por la Luna, estableciendo un hito importante.

A partir de ahí, se formaron grupos de investigación en radioastronomía en universidades como Barcelona y Zaragoza y en centros como el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), realizando observaciones de pulsares, radioestrellas, observaciones de interferometría de muy larga línea de base (VLBI) y otros fenómenos del cosmos.

### **Consolidación: Observatorio de Yebes e impulso del IGN**

En paralelo al desarrollo con antenas de la NASA, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) promovió en 1974 la construcción del Observatorio de Yebes, Guadalajara. Bajo el impulso del astrónomo Jesús Gómez, se erigió el primer radiotelescopio de 14 metros de tipo Cassegrain completamente español, diseñado para operar hasta 90 GHz.

En 1979, a pesar de disponer de un receptor a temperatura ambiente, Jesús Gómez y el ingeniero Alberto Barcia demostraron el correcto funcionamiento del radiotelescopio, lo que marcó el inicio de un camino de desarrollo tecnológico y de innovación en Yebes, y la génesis del primer grupo de investigación español en radioastronomía milimétrica.



Primer radiotelescopio español de tipo Cassegrain de 14m de diámetro, en el Observatorio de Yebes.

En 1980 el IGN firmó un acuerdo de colaboración con el consorcio IRAM (Instituto de Radioastronomía Milimétrica), convirtiéndose una década después en miembro de pleno derecho, lo que facilitó a los investigadores españoles el acceso al radiotelescopio de 30 metros en Pico Veleta (Granada) y al interferómetro del Plateau de Bure.

En 1989 se logró la primera detección VLBI en 7 mm de la emisión máser de la molécula SiO de una estrella evolucionada, usando el 14m de Yebes y otros radiotelescopios europeos, mediante un receptor criogénico de 45 GHz desarrollado localmente. Este enfoque dual de ciencia e ingeniería continúa hoy con fuerza.

### **Presente: España como nodo internacional**

Actualmente, España cuenta con una extensa red de instituciones especializadas en radioastronomía, desde los Observatorios radioastronómicos de Yebes y Pico Veleta y el laboratorio de estudio de radiación de fondo cósmica del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), hasta centros de investigación como el IAA en Granada, el Centro de Astrobiología (CAB) o el Instituto de Física Funda-

mental del CSIC, y universidades como la Universidad de Valencia o la de Barcelona, entre muchas otras.

Hoy, el Observatorio de Yebes alberga uno de los radiotelescopios más avanzados del mundo (40 metros) que participa en observaciones de interferometría mundial y es puntero en estudios de astroquímica. Cuenta con un laboratorio de referencia en amplificadores de bajo ruido que ha exportado tecnología a observatorios internacionales, como el interferómetro ALMA o la misión espacial Herschel de la ESA.

Por su parte el radiotelescopio de 30 metros de IRAM participa en las observaciones de la red interferométrica mundial Event Horizon Telescope que ha logrado fotografiar por primera vez la sombra del masivo agujero negro que hospeda el centro de nuestra galaxia.

### **Futuro: retos orbitales y nuevos horizontes**

El panorama que se abre para la radioastronomía en España es tan ambicioso como ilusionante. Uno de los ejes de crecimiento es el Square Kilometre Array (SKA), una red de radiotelescopios que se está construyendo entre Sudáfrica

**Actualmente, España cuenta con una extensa red de instituciones especializadas en radioastronomía**

y Australia, y que será la mayor infraestructura radioastronómica del mundo.

Gracias a la destacada labor del IAA, en 2023 España se integró oficialmente como miembro de pleno derecho en el SKA, tras varios años participando activamente en las fases de diseño, con la implicación de 12 centros de investigación y otras tantas empresas. El prototipo español del Centro Regional de Ciencia de SKA en el IAA está procesando a pleno rendimiento los datos de los radiotelescopios precursores de SKA.

Desde instituciones como el Centro de Astrobiología, y los centros de excelencia IAC e IAA, y el Observatorio de Yebes, se lideran desarrollos tecnológicos clave; desde receptores criogénicos de gran ancho de banda hasta herramientas de procesado de datos, técnicas de transferencia de fase para VLBI o tecnologías de bolómetros avanzados como los KID (Kinetic Inductance Detector). En este ecosistema se integran también centros de supercomputación como el MareNostrum 5 (Barcelona Supercomputing Center, BSC), necesario para procesar los enormes volúmenes de datos que generan los nuevos radiotelescopios.

Otra línea de futuro es la radioastronomía espacial, que gana terreno ante la creciente interferencia radioeléctrica en la Tierra. España participa en proyectos pioneros como,

- THEZA (Terahertz Exploration Space Astrophysics), propuesta a la ESA de interferómetro espacial para observaciones en frecuencias de terahercios, con colaboración de Yebes.
- Futuras misiones internacionales con la NASA, como PRIMA (liderada por el CAB), centrada en el infrarrojo lejano.
- Desarrollo de sistemas para la misión japonesa LiteBIRD, que buscará huellas de la inflación en el fondo cósmico de microondas, en los que participa el IAC.
- Colaboraciones en la próxima generación del Event Horizon Telescope, con futuras antenas espaciales y una nueva antena en las Islas Canarias, liderado por el IAA.

En paralelo, desde centros como el IAC se impulsan otros nuevos telescopios como BINGO (40 metros), que estudiará las oscilaciones acústicas bariónicas, o el laboratorio CMBLab, dedicado a la cosmología de precisión.

### Industria nacional: ingeniería que llega a las estrellas

El progreso de la radioastronomía española no puede entenderse sin la participación del tejido industrial. Desde que España se unió a ALMA en 2003 y después al Observatorio Europeo Austral (ESO) en 2006, las empresas españolas han ganado contratos por más de 1.000 millones de euros en áreas como la física de partículas, la fusión y la astronomía, y en concreto para radioastronomía en las especializaciones de radiofrecuencia, criogenia, grandes estructuras o sistemas de control.

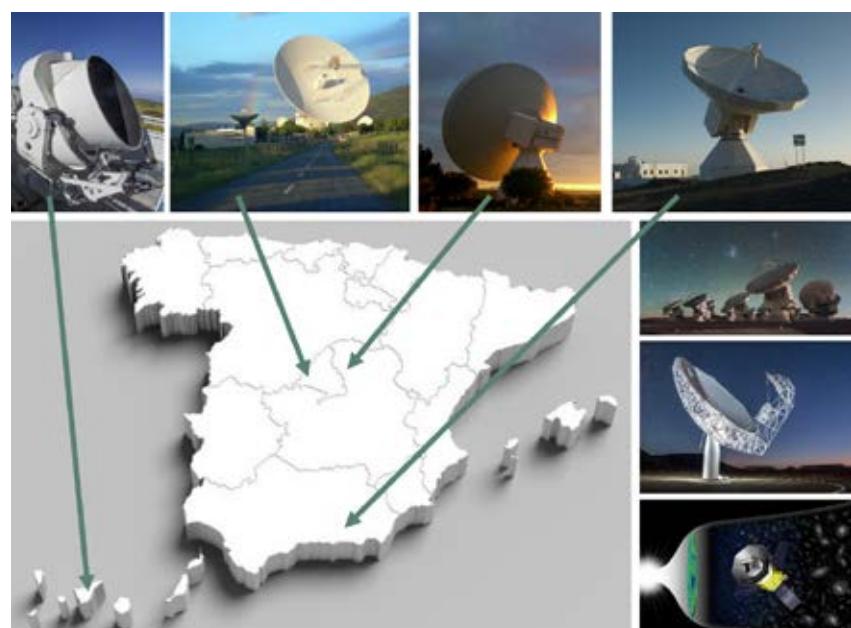
Un anillo industrial, empresas como TTI Norte, Sener, DAS Photonics, Schwartz-Hautmont, TSK, Asturfeito y muchas otras imposible de recoger en este artículo, han desarrollado componentes esenciales para grandes proyectos internacionales, demostrando la madurez de nuestro ecosistema tecnológico.

Este retorno industrial evidencia que la radioastronomía es también un catalizador económico, con fuerte efecto multiplicador en la innovación tecnológica.

### Conclusión: ciencia e ingeniería mirando al cielo

De unos comienzos humildes con tiempo cedido en antenas de la NASA, España ha pasado a ocupar un lugar relevante en el ecosistema global de la radioastronomía. Con observatorios punteros, centros de excelencia, otros diversos departamentos de investigación, una industria tecnológica altamente cualificada y una creciente presencia en proyectos espaciales, el futuro es tan prometedor como desafiante.

La radioastronomía no solo explora el cosmos: impulsa nuevas fronteras en la Ingeniería de Telecomunicación, en el procesado de cantidades ingentes de datos, en la tecnología de sensores, en la óptica y la computación. Es un campo de oportunidades para los profesionales del sector y una vía privilegiada para contribuir al conocimiento científico global. Por todo ello, el viaje de la radioastronomía en España no termina aquí. Al contrario: apenas estamos despegando. ▶



Presente y futuro de la radioastronomía española: de izquierda a derecha, y de arriba a abajo: telescopio Quijote del IAC, 70m de Robledo (NASA), 40m de Yebes (IGN), 30m de Pico Veleta (IRAM), ALMA (ESO), 15m de SKAO, y misión LiteBIRD (JAXA).



CARLOS LÓPEZ ARIZTEGUI.

Profesor Inteligencia Artificial. Decano ESIC Business & Marketing School.



## El pecado del exponencialismo: cuando la física frena a la ficción

Durante los últimos sesenta años, la humanidad ha vivido una anomalía histórica que, con el tiempo, hemos confundido con la normalidad. Hemos sido testigos del crecimiento tecnológico más significativo y sostenido de la era moderna: la era del silicio. Generaciones enteras han crecido bajo la premisa —casi incuestionada— de que la tecnología mejora de forma constante, rápida y predecible. La expresión más conocida de esta idea es la Ley de Moore: la observación de que **la capacidad de los microchips se duplica aproximadamente cada dos años, reduciendo costes y tamaño de manera sostenida**.

Este fenómeno no solo transformó la informática. También reconfiguró nuestra psicología colectiva. Nos entrenó para creer que el progreso tecnológico es, por defecto, exponencial y acumulativo. Que la curva del futuro siempre apunta hacia arriba y, además, lo hace cada vez más deprisa.

Inversores, emprendedores, tecnólogos y el público en general han interiorizado esta lógica hasta convertirla en una expectativa generalizada: si algo es ‘tecnológico’, debería mejorar como lo hicieron los ordenadores. Esta lógica se aplica habitualmente a las proyecciones sobre el vehículo autónomo, la Inteligencia Ar-

tificial general (AGI), la superinteligencia, los robots domésticos o la computación cuántica, a pesar de que cada uno de estos ámbitos enfrenta límites físicos y conceptuales radicalmente distintos.

Aquí es donde aparece lo que podríamos llamar el pecado del exponencia-

## Para entender por qué el exponencialismo suele fallar, conviene detenerse en una pregunta previa: ¿por qué la Ley de Moore funcionó durante tanto tiempo?

lismo: la tendencia a extrapolar curvas exponenciales allí donde no existe justificación física, química o energética para que lo hagan. Confundimos una excepción histórica con una ley universal.

Para entender por qué el exponencialismo suele fallar, conviene detenerse en una pregunta previa: ¿por qué la Ley de Moore funcionó durante tanto tiempo? La respuesta no es mágica ni inevitable. Tiene que ver con el aprovechamiento sistemático de una enorme ineficiencia inicial.

En los primeros ordenadores, las corrientes eléctricas empleadas para representar información digital —un ‘1’ o un ‘0’— eran desproporcionadamente grandes respecto a lo que la física fundamental requería. Había un exceso de energía brutal.

Los ingenieros trabajaban con márgenes inmensos. La combinación de sobredimensionamiento inicial y una curva de aprendizaje muy favorable en la fabricación permitió un escalado sostenido de tamaño, voltaje y consumo sin violar los requisitos físicos de operación.

Durante décadas fue posible dividir la corriente por dos, luego por dos otra vez, y repetir el proceso sin chocar con límites fundamentales. La Ley de Moore fue posible porque empezamos muy lejos de los límites físicos. Fue, en sentido estricto, una carrera cuesta abajo durante décadas.

El pecado del exponencialismo aparece cuando intentamos trasladar esa lógica del mundo de los bits —abstracto, discreto, informacional— al mundo de los átomos, gobernado por restricciones materiales ineludibles.

### Incluso en la IA —una tecnología que, en principio, habita cómodamente en el silicio— el exponencialismo empieza a mostrar signos de agotamiento

La información es etérea, la materia es obstinada. Un ejemplo paradigmático de este choque lo encontramos en la industria de los vehículos eléctricos. Durante años se prometió que las baterías seguirían la misma trayectoria que los microchips: el doble de capacidad, la mitad de precio, cada pocos años. Pero la química no concede indulgencias.

Mientras que en un chip podíamos reducir el tamaño de los transistores, no podemos reducir el tamaño de un átomo de litio. Una batería no gestiona lógica; gestiona iones físicos que se desplazan en un espacio confinado. Su rendimiento está limitado por densidades energéticas, reacciones químicas y estabilidad térmica. Por eso sus mejoras son incrementales, del orden del 5–8 % anual, no exponenciales. Esperar que una batería evolucione como un smartphone es ignorar la tabla periódica.

Incluso en la IA —una tecnología que, en principio, habita cómodamente en el silicio— el exponencialismo empieza a mostrar signos de agotamiento. La Ley de Moore trataba, en esencia, de hacer más con menos. La era actual de la IA, especialmente la IA generativa, se caracteriza por lo contrario: hacer más con mucho más. Los avances recientes no se deben a una eficiencia radicalmente superior, sino al escalado masivo de cómputo, datos y energía.

Para obtener mejoras marginales en capacidad, necesitamos cantidades desproporcionadas de recursos: más datos, más parámetros, más centros de datos. El cuello de botella ya no es solo el chip, sino también la red eléctrica, la

refrigeración y el acceso a energía estable y abundante, junto con limitaciones arquitectónicas más profundas, como el conocido cuello de botella de Von Neumann: la velocidad de transferencia de datos entre la memoria y las unidades de cómputo —hoy amplificada en la comunicación entre GPU y memoria— que impone fricciones crecientes al escalado. La fe en la escalabilidad infinita —la idea de que el progreso computacional vendría dado casi automáticamente por el paso del tiempo— ha terminado.

El exponencialismo es, en el fondo, un sesgo de disponibilidad. Juzgamos el futuro de todas las tecnologías basándonos en el éxito extraordinario —y excepcional— de los semiconductores.

La Ley de Moore no fue la regla del universo, sino una feliz anomalía histórica. A medida que nos adentramos en dominios donde es necesario mover átomos, almacenar energía, transformar materiales o interactuar con sistemas biológicos, las curvas de crecimiento exponencial se desvanecen. En su lugar reaparece la ingeniería de siempre: lenta, costosa, incremental.

Sin duda alguna, seguiremos viendo mejoras en la IA y en otras áreas tecnológicas. Pero no vendrán de una prolongación automática de las curvas pasadas, sino de la aplicación deliberada del ingenio humano. Los avances reales surgirán de nuevas arquitecturas computacionales, de enfoques algorítmicos más eficientes, de una mejor integración entre hardware y software, y de una comprensión más profunda de los límites —y oportunidades— que impone la física. El progreso futuro será menos espectacular en apariencia, pero más sustancial en su impacto: menos basado en escalar sin fricción y más en diseñar con intención.

El futuro seguirá avanzando, sin duda. Pero comprender sus límites es tan importante como celebrar sus posibilidades. Para navegarlo con inteligencia —humana, no artificial— debemos abandonar la expectativa de milagros exponenciales allí donde la física solo permite avances paso a paso. ▶



VÍCTOR RUBIO JIMÉNEZ.

Representante de Alumnos del grupo PARS del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Universitat Politècnica de València.



# Del aula al laboratorio

## Cómo los institutos de investigación impulsan la vocación en telecomunicación

Las Escuelas de Ingeniería de Telecomunicación se caracterizan por la formación de ingenieros versátiles, cuyo currículum no se limita solamente a la teoría vista en las aulas o a las prácticas realizadas en los laboratorios docentes. Los estudiantes, cada vez en mayor medida, descubren que su vocación y oportunidades pasan por los institutos de investigación. Este artículo explora cómo estos institutos **cumplen un papel esencial para una formación universitaria completa y de vanguardia**.





En el instante en que los alumnos entran en los institutos de investigación por primera vez es cuando los descubren. Estos institutos, que suelen ser frecuentes en la mayoría de las universidades de España, muchas veces pasan desapercibidos para los estudiantes.

Actualmente, poco a poco, se han convertido en un eje fundamental que permite afianzar la formación académica con la innovación real del sector.

En la Universitat Politècnica de València existen numerosos institutos de investigación. Uno de los más representativos en el ámbito de las telecomunicaciones es el Instituto de Telecomunicaciones y Aplicaciones Multimedia (iTEAM). Se trata de un centro que aglutina a varios grupos de investigación.

Su abanico de actividades investigadoras abarca desde las comunicaciones inalámbricas y las redes ópticas hasta la radiopropagación, antenas, procesamiento multimedia o tecnologías de audio.

Si se analiza no solo el impacto científico, la influencia entre los estudiantes dentro del instituto es notoria. Se ofrecen prácticas en empresa, temas para el desarrollo de Trabajos Fin de Grado (TFG) y Fin de Máster (TFM), la posibilidad de incorporarse a proyectos europeos y el contacto directo con tecnologías innovadoras.

#### **El valor del grupo de investigación durante su etapa formativa**

Para un estudiante de Ingeniería de Telecomunicación, el contacto con un instituto de investigación puede resultar único y suponer un punto de inflexión en su carrera.

Es en ese mismo instante cuando se observa la fina línea que separa los conceptos teóricos adquiridos en clase con los prototipos, los algoritmos y las medidas que se derivan de ellos.

La distancia que existe entre la teoría y la práctica se reduce, despertando en el estudiante una motivación extra por aprender de forma aplicada.

## **En la Universitat Politècnica de València uno de los institutos de investigación más representativos en el ámbito de las telecomunicaciones es el iTEAM**

Son innumerables los beneficios que encuentran los estudiantes cuando conocen y acceden a estos grupos de investigación:

### **1. Descubrimiento de áreas que les apasionan.**

Todo el mundo del sector sabe que las telecomunicaciones abarcan áreas desde el electromagnetismo hasta el *machine learning*, sin dejar de lado las comunicaciones ópticas, espaciales, móviles y el procesado multimedia. En un instituto de investigación, como por ejemplo el iTEAM, los estudiantes pueden explorar diferentes temáticas de investigación, encontrando aquellas áreas que más les motiven.

### **2. Adquisición de competencias.**

Existen numerosas competencias que no se adquieren a través de las asignaturas y que pueden marcar la diferencia ante empresas e instituciones. Los grupos de investigación fomentan el trabajo en equipo, manejo de equipamiento profesional, redacción científica, gestión de datos, capacidad de interpretar y presentar resultados, etc., que son claramente ejemplos de habilidades imprescindibles para cualquier egresado que le ayudarán en su desarrollo profesional.

### **3. Acceso a proyectos reales.**

En ocasiones, la docencia trata de simular entornos de proyecto, pero no es posible lograrlo de forma completa. Sin embargo, en estos institutos se participa activamente en proyectos reales, contribuyendo con publicaciones y abriendo caminos hacia programas de doctorado o hacia empresas tecnológicas punteras.

### **Conectando a los estudiantes con la investigación**

Existen varias vías de acceso a los institutos de investigación, todas ellas compatibles con los estudios de grado o máster:

#### **1. Prácticas y becas de colaboración.**

Muchos estudiantes comienzan gracias a becas de laboratorio, programas de inicio a la investigación o contratos asociados a proyectos. Gracias a ello, el estudiante puede involucrarse en el día a día de un grupo, con tutores cercanos y tareas progresivas que facilitan su incorporación.

#### **2. Trabajos Fin de Grado y Fin de Máster.**

Los TFG/TFM dirigidos desde un instituto suelen abordar problemas reales desde el diseño de antenas experimentales o medidas de propagación hasta sistemas IoT o aplicaciones multimedia. Generalmente, el salto de calidad respecto a un trabajo puramente bibliográfico es evidente.

#### **3. Formación complementaria.**

Los seminarios, talleres, charlas de investigadores invitados y cursos breves que se llevan a cabo en los institutos de investigación despiertan en los estudiantes el interés por la investigación.

### **iTEAM UPV como generador de talento**

El iTEAM de la UPV se ha consolidado como un modelo exitoso de interacción con estudiantes. En 2024 recibió el reconocimiento de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de la UPV por su compromiso con las prácticas en empresa.

## **Los institutos de investigación se han convertido en un eje fundamental que permite afianzar la formación académica con la innovación real del sector**

Su estructura en grupos de investigación según la rama de conocimiento permite acoger a perfiles de estudiantes muy diversos. Las claves de su impacto en los estudiantes son:

### 1. Integración temprana en líneas punteras.

Conceptos que en las clases son llamativos y despiertan interés como 6G, la banda de THz, satélites de nueva generación o *deep learning*, entre otros, permiten captar la atención de estudiantes motivados por aprender e investigar.

### 2. Eventos y visitas técnicas.

La mayor parte de los profesores de la carrera pertenecen a grupos de investigación y organizan visitas a los laboratorios que permiten a los estudiantes descubrir el instituto. Además, la ETSIT organiza jornadas para dar a conocer las diversas áreas de investigación que se desarrollan en el núcleo de la universidad.

### 3. Influencia en la vocación profesional.

Son muchos los estudiantes que descubren el iTEAM y acaban optando por la vía de la investigación, el máster o incluso el doctorado. Otros entran a empresas con una base sólida gracias a la experiencia adquirida.

### 4. Participación en congresos y publicaciones.

Algunos estudiantes llegan a ser coautores de artículos y asistir a congresos nacionales e internacionales. Estas actividades suelen resultar impensables antes de entrar al instituto.

#### ¿Por qué es tan importante para el futuro del sector?

La industria de las telecomunicaciones demanda ingenieros con capacidad de



innovar, no solo capaces de aplicar soluciones ya conocidas. Además, la velocidad a la que surgen las nuevas tecnologías exige ingenieros formados y capaces de experimentar y anticiparse. En este contexto, los institutos de investigación desempeñan un papel estratégico.

Los institutos son un puente natural entre la universidad y las empresas. Son muchas las compañías que colaboran con los grupos de investigación tanto para resolver retos técnicos como para identificar y contratar a personal joven con formación especializada.

Cuando los estudiantes participan en estos proyectos conjuntos la industria se beneficia de este talento y ellos observan de primera mano la aplicabilidad práctica de las tecnologías que investigan.

No todos los estudiantes que entran en un instituto continúan hacia un doctorado o carrera investigadora, pero sí es cierto que el número que lo hace aumenta como consecuencia del contacto con los grupos que integran los institutos.

En un país que necesita avances en desarrollo tecnológico, resulta imprescindible formar a las nuevas generaciones e impulsar el vínculo entre los estudiantes e institutos de investigación.

Por todo esto, resulta esencial y no opcional fortalecer la relación universidad-investigación-estudiantes para el futuro de las telecomunicaciones en España. La inversión en esta formación significa formar talento preparado y permite estimular la innovación desde etapas tempranas de la carrera académica. ▶

## Son innumerables los beneficios que encuentran los estudiantes cuando conocen y acceden a estos grupos de investigación



Imagen izquierda: Estudiantes de grado durante una visita al iTEAM. Imagen centro: Estudiantes de grado visitando la cámara anecoica del Antennas and Propagation Lab, del iTEAM. Imagen derecha: Sala de becarios y estudiantes en prácticas en empresa del Antennas and Propagation Lab del iTEAM.

## Patricia Úrbez

Pionera\_IT 2025 del COIT

# «Hemos de crear talento curioso y preguntón, pero enfocado a resultados»

Patricia Úrbez, directora general de Sector Público, Defensa y Seguridad Nacional en Fujitsu España, ha sido galardonada este año con el premio Pionera\_IT del COIT. En esta entrevista, nos desgrana su visión sobre el futuro de las actuales transformaciones tecnológicas y **el papel que deben tener en ellas las mujeres ingenieras**.

### A lo largo de tu carrera profesional has estado al frente de la transformación digital de grandes empresas ¿Cómo ha sido esta trayectoria?

Para serte sincera, cuando me decidí por estudiar Ingeniería de Telecomunicación no tenía muy claro el contenido de las materias, más aún cuando no teníamos aprobado el segundo ciclo y parecía que iba a ser una gran aventura conseguir las homologaciones necesarias para sacarlo adelante. Éramos la primera promoción en Zaragoza, y no había tanta información como la que existe hoy para poder decidir de una forma informada cómo queremos orientar nuestro futuro.

Pero lo que sí que sabía es que yo quería cambiar el mundo. Y entre tanto, pasé de las correlaciones para calcular la función óptica del interferómetro de *mach-zehnder*, a coquetear con la cuántica, sin dejar de hacer ingentes esfuerzos por encontrar (sin éxito) la belleza de las matrices multidimensionales.

Pero todo esto me dio alas para entender que la tecnología es un conjunto de herramientas que cambian nuestra vida, y que este cambio ha de ser a mejor, pero además debe ser accesible a todos los colectivos, preservando nuestros derechos digitales.

Comencé trabajando en consultoría en Andersen Consulting, porque quería resolver problemas, y me di cuenta de

que aún era más importante entenderlos. Inicié un periplo internacional, desde los *headquarters* de Mercedes Benz, trabajando en Alemania y Holanda. Reconozco que tenía más miedo que hambre, pero necesitaba conocer culturas y personas, diferentes aproximaciones a la transformación digital.

Volví a España, y me sumé al equipo de Everis, ahora NTT DATA, y ahí me concentré en el sector Público. Le vi sentido, ya que era el vehículo para democratizar el acceso a la digitalización profunda y socialmente inclusiva.

Porque la digitalización no consiste en subir *reels* a Instagram, en fusilarse un TFG bailando con ChatGPT, o en contar *likes*. La digitalización consiste en un cambio más profundo. Y el Sector Público tiene mucho que decir.

Tuve el honor de trabajar en tres continentes, en más de 20 países, en las filas del HQ de Atos en Francia, como VP de Public, Healthcare, Transport and Defence and Homeland Security. Generé patrones, respondí preguntas.

Y ahora llevo 11 años en Fujitsu Technology Solutions, donde me incorporé para ser parte de la transformación de esta organización. Del producto al servicio, de la innovación *hardware* a la Inteligencia Artificial. Cuando trabajo con mi equipo, pregunto: pero esto... ¿para qué? Y si en sus respuestas no aparece el ciudadano por alguna parte, es que el proyecto en sí no tiene sentido.

### ¿En qué momento crees que se encuentran actualmente las empresas en su proceso de digitalización?

Estamos asistiendo a la cuarta revolución industrial (Industria 4.0) como derivación de la tercera revolución tecnológica. Es distinta a todas las anteriores porque la dirige la sociedad, no una empresa tecnológica que quiere colocar su producto.

Es una transformación inevitable tanto en la ciudadanía como en la economía. Una revolución que ha sucedido en muy poco tiempo y ha llegado a todos los rincones del mundo.

La IA se sienta a nuestro lado en el sofá, nos recomienda la película que

“

**Cuando volví a España me concentré en el sector público, porque era el mejor vehículo para democratizar el acceso a la digitalización**

Colegio Oficial  
Ingenieros de  
Telecomunicación

*La emoción  
de conectar*

otros canales



ver cada noche en función de nuestro estado de ánimo, nos enciende las luces, o frena en seco nuestros coches si el ADA, que no podemos desinstalar por mucho que lo intentemos, decide que nos la vamos a pegar con el coche de enfrente. Esta revolución se caracteriza por la fusión de tecnologías físicas, digitales y biológicas, impulsada por las tecnologías habilitadoras, como Inteligencia Artificial, IoT, 5G o Big Data.

*Citius, Altius, Fortius.* Más rápido. Más alto. Más fuerte. Y a toda velocidad. El volumen de negocio del comercio electrónico asciende hoy en España a más de 99.000 millones de euros. En el año 2000, solo un 3% de la población compraba en la web.

Sin embargo, según un estudio de Whitelane conocido hace unas pocas semanas, solo un 2% de las empresas declaran que la IA ha transformado sus operaciones y un 15% reconoce que el impacto en su organización es significativo. Para el 83% restante, el impacto de la IA es mínimo o ni siquiera se ha adoptado más allá de las herramientas comunes como ChatGPT o Copilot.

Las empresas necesitan tecnología que les ayude a ser más escalables, a facilitarles el acceso a la innovación y, por ende, a transformar su negocio. Y no suelen tener recursos ni talento suficiente para ello.

#### **En este proceso ¿cuáles son los principales retos que quedan por superar?**

El primero en el que me focalizaría es efectivamente el que acabo de introducir: la escasez de talento digital. Según un estudio de DigitalES en España hay más de 120.000 posiciones pendientes de cubrir por perfiles STEM. Parecería que esto se podría resolver incrementando el número de plazas en las carreras técnicas en las universidades, pero no es tan sencillo.

Necesitamos talento híbrido. Ingenieros sociólogos, matemáticos juristas, economistas con capacidades en

lingüística. Necesitamos 'tecnólogos de letras' para que la digitalización no quede en un mero ensayo estadístico y se imbrique en nuestra cultura. Para que todo cambio parte de un 'para qué', utilice un 'cómo' y desemboque en un 'qué'.

Hemos de crear talento curioso, cuestionador y preguntón, pero enfocado a resultados. La investigación es clave, pero la cuenta de resultados también; la creatividad sin un plan de negocio se diluye. Nuestro talento ha de ser a prueba de bombas: talento camaleónico y preparado para la autogestión personal. Porque la vida es muy larga y tiene muchos estadios. E imbrico con *longlife learning*.

Necesitamos replicar nuestros principios éticos, los que guardamos para la familia, en nuestro día a día profesional en todos nuestros puestos de trabajo. No se trata (que también) de acatar la legislación en materia de cumplimiento tanto en IA como en protección de datos, para preservar la identidad digital, sino de evitar trasladar nuestros sesgos a los algoritmos que programamos. Algoritmos que sin ninguna duda van a cambiar más de un 75% de las profesiones tal y como las entendemos actualmente. Ya vamos por más de un 25%. Y lo que queda.

#### **Como Pionera\_IT 2025 del COIT ¿cómo crees que ha evolucionado el papel de la mujer en el sector de las telecomunicaciones?**

Tengo buenas y malas noticias... Las buenas son que hoy el mundo no discrimina tanto por género en nuestro sector. Las empresas no dudan como antes de la calidad de la ejecución técnica de una mujer. Se respeta lo mucho que tenemos que aportar para

construir una sociedad más justa, más igualitaria, sostenible y creativa. Somos innovadoras, trabajadoras y aportamos una nueva dimensión al diseño tecnológico y a su escalabilidad. Somos líderes natas de equipos, mucho más que los hombres.

Y las malas... yo creo que las generaciones que se incorporan al mercado de trabajo están perdiendo el interés por las vocaciones STEM. En España, solo el 18% de los profesionales del área de las STEM son mujeres, y muy pocas adolescentes, el 0,7%, están interesadas en estudiar un grado relacionado con las tecnologías digitales, frente al 7% de los hombres.

#### **¿Por dónde tenemos que seguir trabajando para reforzar ese papel de la mujer en nuestro sector?**

No es un problema solo de género, sino también de número. No podemos permitirnos el lujo de que el 51% de nuestra población en España no tenga interés por el sector que articula la productividad de un país. Hay que comenzar en el cole, pero también en casa, ayudando a los padres a que entiendan qué puede conseguir una mujer en nuestro sector.

Pero también hay que cambiar el enfoque académico, haciéndolo más práctico y enfocado a la resolución de problemas reales de la sociedad o de las empresas, hibridándolo con tecnologías sociales, psicológicas, éticas... para comprender el papel de la sociedad en todo ello.

#### **¿Qué actividades destacadas desarrollas desde tu iniciativa #SomosMujeresTech?**

Fundamos #somosmujerestech hace casi 10 años y en este tiempo hemos hecho casi de todo. Hemos escrito



**Fomentar las vocaciones STEM es nuestra responsabilidad y tenemos que tomar el testigo de nuestro futuro**



artículos, pensado pequeñas y grandes ideas intentándolas llevar a la práctica, generado grupos de debate... Pero sobre todo hemos intentado inspirar. No porque seamos más altas, más guapas, ni más listas que otras, sino porque somos la prueba de que se puede llegar.

Yo no me perdonaría que una mujer no cumpliera sus sueños por colgarse encima de la cabeza un techo de cristal. Compartimos nuestra experiencia, nuestras dudas, nuestros momentos de flaqueo, en escuelas, colegios o en las redes, con niñas y adolescentes o con mujeres de cualquier edad que quieran reinventarse.

Particularmente, escribo cuentos tecnológicos desde una vertiente de impacto social de la tecnología; cómo hacer que sea un constructor de puentes y no de brechas para todos. Son cuentos cortos, pero muy humanos.

Como nosotros, los tecnólogos, que también lo somos.

**¿Crees que iniciativas como el Premio Pioneras\_IT ayudan realmente a que las niñas y las jóvenes tengan más referentes para estudiar una ingeniería?**

Absolutamente, todas, sea cual sea nuestra posición en el mundo de las telecomunicaciones tenemos la obligación de compartir con el resto nuestra trayectoria. Y dejar claro, a todas las mujeres, pero también a los

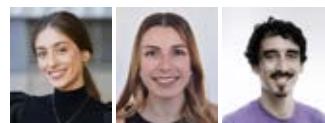
hombres, que fomentar las vocaciones STEM es nuestra responsabilidad y que tenemos que tomar el testigo de nuestro futuro.

Creo honestamente que el Premio Pioneras\_IT del COIT y de la AEIT es una fantástica iniciativa. Porque hace que hablamos de ello. Hacen falta referentes y dar visibilidad sobre lo que se puede hacer como Ingeniera de Telecomunicación. Podemos cambiar el mundo, tener un papel, una voz. Femenina. Alta y clara. ▶

“

**Las empresas necesitan tecnología que les ayude a ser más escalables y a facilitarles el acceso a la innovación**





**MARTA ORDUNA Y SANDRA SANTIAGO.**

Coordinadoras del Grupo de Trabajo Jóvenes del COIT

**ADRIÁN AMOR.**

Ex-coordinador del GT Jóvenes.

## GT Jóvenes del COIT

# Seis años abriendo camino a los futuros telecos

El Grupo de Trabajo Jóvenes del COIT fue una iniciativa de la Junta de Gobernación del COIT, cuando en 2019 convocó a una reunión a los participantes en los ahora llamados Premios a la Excelencia en Ingeniería de Telecomunicación.

Fue entonces cuando se constituyó este GT que traspasaba fronteras y que nacía con ganas de sumar. Comenzó sus primeras reuniones híbridas desde la sede del COIT y con videollamada (no tan habituales como ahora), algo

que luego vendría muy bien para adaptarnos a los posteriores tiempos de la pandemia. Los coordinadores iniciales fueron Javier Pastor y Enrique Cobo, que dejaron paso al año siguiente a Marta Orduna y a Adrián Amor.

Los perfiles del GT siempre han sido muy diversos, tanto geográficamente, con algo más de presencia de Madrid en los últimos tiempos, como de trayectoria profesional, con algo más de presencia de personal de investigación.

**Los coordinadores iniciales fueron Javier Pastor y Enrique Cobo, que dejaron paso al año siguiente a Marta Orduna y a Adrián Amor**



Webinar de ment-it (URSI).

Las actuales coordinadoras (Sandra Santiago ha llegado para acompañar a Marta Orduna en esta tarea tras la salida de Adrián Amor) siempre han creído en el reparto de responsabilidades o roles, buscando una estructura más horizontal en la que cada persona hiciera suya la parcela que más le motivara. Pero realmente la clave está en la buena disposición de todos y todas para que saliéramos de las reuniones con una sonrisa pensando en lo bien que funcionamos cuando remamos en la misma dirección. Creemos que hemos tenido mucha suerte, porque las personas han ido cambiando, pero la dinámica sigue siendo muy buena.

#### **Apoyar y acompañar**

En el GT nos hemos ido adaptando a los intereses del grupo. Una virtud importante de nuestro equipo es 'no decir que no' y aprovechar todas las oportunidades que se nos han ido presentando para ampliar y difundir nuestro impacto.

Comenzamos con la organización del TelecoFest, un evento presencial con el que celebramos en 2021 la vuelta a la normalidad después de la pandemia y seguimos con el trabajo en dos convenios que nos han dado una gran visibilidad: con el Consejo Estatal de Estudiantes de Telecomunicación (CEET) e, internacionalmente, con la asociación EYE (European Young Engineers).



Los inicios del GT Jóvenes del COIT.

**Hemos trabajado en crear y mantener durante cinco ediciones el programa ment-it, una tarea muy exigente, pero también enormemente gratificante**

También hemos participado de forma regular en congresos de investigación como la Unión Científica Internacional de Radio (URSI), que nos ha permitido llegar a nuevos integrantes y hemos estrechado lazos con el IEEE y con la Academia Joven de España.

Además, hemos colaborado en actividades como la organización de carreras con el Club Orientación Colmenar (el más grande de la Comunidad de Madrid) y trabajado en arrancar y mantener durante cinco ediciones el programa ment-it (<https://www.coit.es/servicios/mentorizacion-ment-it>), una tarea muy exigente, pero también enormemente gratificante. Claramente, nuestra actividad con más impacto ha sido justo

esta última, que nos ha hecho aprender sobre el impacto de diferentes acciones de promoción y evolucionar con los comentarios, que siempre han sido constructivos y bastante positivos.

También recordamos con mucho cariño el primer TelecoFest por todo lo que suponía como presentación en sociedad del GT y porque fue quizás la actividad más coral que hemos organizado. Y aunque suene a tópico, para nosotros es muy importante la relación con las personas, tanto del GT como del propio COIT.

#### **El futuro del GT**

Consideramos que es fundamental que haya un GT Jóvenes activo y que tenga voz en el COIT. Tenemos y hemos tenido

**Los perfiles del GT siempre han sido muy diversos, tanto geográficamente como de trayectoria profesional**



V edición de ment-it.



VI edición de ment-it.



Primera jornada de orientación.



TelecoFest.



Participación en UPCI.

la suerte de que el Colegio nos ha apoyado y escuchado, porque somos los que vamos a dar forma a la profesión en los próximos años y los que mejor podemos mostrar la utilidad del COIT a las nuevas generaciones para que participen y garanticen la continuidad del Colegio.

Participar en este GT es un complemento perfecto al crecimiento técnico y académico, porque nos aporta unas habilidades (las tan manidas soft skills) que son imprescindibles para evolucionar en la carrera profesional.

Viendo lo que hemos conseguido, creamos que hay base más que suficiente para que el GT siga mejorando y estamos seguro de que lo más importante, que son las dinámicas positivas y el buen ambiente, seguirá vivo en los siguientes años.

Hay que tener dos aspectos en cuenta a la hora de coordinar un GT de este tipo: no olvidar el impacto de todas las acciones y debates que se produzcan en el interior del Grupo para ser lo más efectivo posible, y tener siempre presente que al final se trata de un trabajo voluntario y cada uno tiene que empujar en la medida que sea posible.

#### Colaboración público-privada

Igual que en el GT Jóvenes identificamos lo que nos gustaría que nos ofreciera el COIT y lo tradujimos en actividades como TelecoFest o servicios como ment-it, ahora hemos identificado que el vínculo empresa-universidad es complicado de establecer y que se basa muchas veces en relaciones personales y no profesionales.

Creemos que el COIT debe ser el espacio en el que se produzcan estos vínculos y por ello desde el GT Ciencia se van a lanzar una serie de iniciativas en los próximos meses para fomentar la colaboración público-privada. El principal desafío es la participación tanto de universidades como de empresas en estas colaboraciones, por lo que nos tenemos que esforzar en dar un servicio que sea sencillo, que se entienda bien y que requiera poco tiempo a ambas partes.

Pero solo lo conseguiremos si contamos con la experiencia y los conocimientos de los colegiados que estén interesados en participar con nuestro Grupo de Trabajo. ¡Anímate a colaborar con nosotros! ▶

**Una virtud importante de nuestro equipo es ‘no decir que no’ y aprovechar todas las oportunidades que se nos han ido presentando para ampliar y difundir nuestro impacto**

## ▶ Creando el nuevo GT Ciencia del COIT

Tras cinco años junto a Marta Orduna al frente de la coordinación del GT Jóvenes, Adrián Amor se despide del Grupo y asume un nuevo reto dentro del COIT: el recientemente creado Grupo de Trabajo Ciencia.

Adrián, recuerda sus inicios en el GT Jóvenes; “En ese momento estaba haciendo una estancia postdoctoral en Alemania y me pareció una iniciativa interesante, ya que estaba colegiado desde 2014 y no había hecho mucho uso de los servicios del COIT”.

Ahora, en el momento de dejar el GT para iniciar nuevos proyectos en el contexto del COIT, Adrián reconoce que “siento mucha alegría y satisfacción, porque siempre me he sentido muy querido y arropado en el GT. He tenido mucha suerte con las personas que me han acompañado y espero haber estado a la altura de ese cariño todos estos años. Es una etapa muy intensa, porque he notado en mí mismo y en otros integrantes del GT una evolución brutal tanto personal como profesional”.



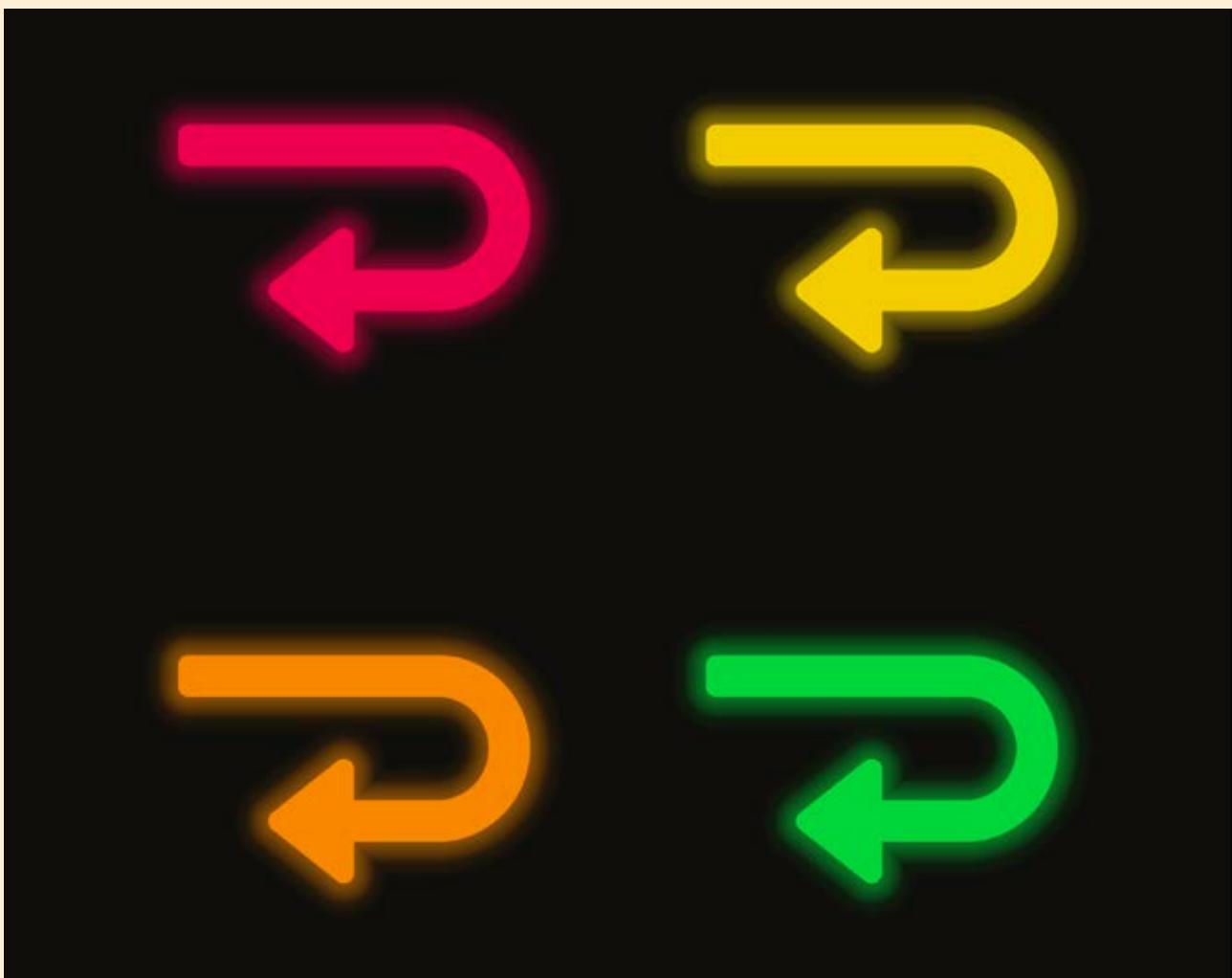
QR del canal de Telegram del GT Jóvenes del COIT



TERESA PASCUAL.  
Ingeniera de Telecomunicación.

## “Queremos volver a España”

Con este título tan contundente, una profesional española con una larga carrera internacional describía su desencanto en una tribuna de opinión. Dedicó mucho esfuerzo a enviar solicitudes para trabajar en España, pero nadie le ha respondido. A pesar de todo, volverá porque tiene “un motivo muy poderoso”. **Hay quienes se fueron y quieren volver y hay jóvenes con excelente formación que no encuentran aquí lo que buscan y se marchan.**



No es la primera vez que hay una salida masiva de personas que buscan una vida mejor en otro país. A mediados de los años 60 del siglo pasado, se estima que casi dos millones de personas se fueron de España; fue la mano de obra

que contribuyó a la industrialización de países de Europa occidental, en particular Francia, Alemania y Suiza.

Esta emigración ayudó a aliviar el problema social que se empezaba a

gestar aquí. El nivel de paro en España era muy elevado y se podía convertir en un asunto de orden público. Era habitual que, quienes se fueron, enviaran parte de su sueldo para ayudar a la familia.

## **Se insiste en que si nuestro país no logra retener a profesionales imprescindibles para el desarrollo de áreas clave, tendrá un menor crecimiento económico y perderá competitividad**

Estas divisas fueron decisivas para financiar los planes de desarrollo que se iniciaron en España. Las personas que formaron parte de este flujo migratorio, gestionado desde el Instituto Español de Emigración (IEE), contribuyeron con su esfuerzo a la estabilidad social y al desarrollo del país del que tuvieron que partir.

### **El talento que se marcha**

Hay fuga de talento. Eso dicen asociaciones empresariales, fundaciones bancarias y la prensa especializada. En los años 80 y 90 la salida de España de jóvenes con estudios superiores era moderada, coyuntural y generalmente ligada a sectores concretos.

Según datos del INE y del análisis de sus microdatos, realizados entre 2022 y 2023, por la Fundación BBVA y el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, se estima que son entre 30.000 y 40.000 los españoles con titulación superior que emigran cada año. Suponen cerca del 30% del total de emigrantes de nacionalidad española. Se insiste en que si nuestro país no logra retener a profesionales imprescindibles para el desarrollo de áreas clave, tendrá un menor crecimiento económico y perderá competitividad ante otros países de su tamaño.

Los informes que hablan de la marcha del talento inciden en que la causa principal son los bajos salarios, la precariedad laboral, la falta de estabilidad y la escasez de proyectos innovadores en sectores punteros. El desajuste entre la formación adquirida y la que se requiere es otro factor que incentiva la

salida de profesionales. La sobrecualificación en España es la más alta de la Unión Europea, según Eurostat: un 34% de los profesionales ocupa un puesto inferior a su nivel de formación.

El problema no es que profesionales jóvenes se vayan temporalmente a otro país, lo preocupante es que no puedan regresar, aunque lo deseen. Los hechos dicen que aquí no se valora o no se necesita el talento. Desde hace más de veinte años, cada cierto tiempo, empresas intensivas en el uso de tecnologías punteras, despiden a un porcentaje importante de su plantilla. El criterio de selección es la edad, no el talento.

Estos despidos por edad expulsan del país al talento joven. Son inteligentes y se dan cuenta de que, si se quedan, serán obligados a dejar el trabajo al llegar al final de la cuarentena. Hay transmisión de saber cuando el talento maduro y el nuevo conviven. Se adquiere el conocimiento no explícito sobre cómo abordar los problemas, cómo relacionarse dentro de una organización o cómo aprender el 'saber hacer'. El talento joven aporta mirada fresca y entusiasmo sin desgaste. Los despidos por edad desperdician estas sinergias enriquecedoras.

### **Marchar, quedarse o volver**

Hay talento que se va, otro se queda y una parte no llega a desarrollarse porque sus circunstancias personales lo impiden. Un máster o un doctorado de una universidad prestigiosa es un aval para acceder a puestos profesionales de interés. El acceso a estas universidades extranjeras para ampliar estu-

dios es muy exigente; se compite con talento llegado de cualquier parte del mundo.

Marcharse a otro país no es sencillo. Con el grado recién terminado, hay que dejar familia y amistades, adaptarse a un nuevo idioma, a otras leyes, a otras costumbres y a otros prejuicios. Estos estudios hay que sufragarlos y no todas las economías familiares pueden afrontarlo.

Hay jóvenes que se van de España para ampliar estudios y no vuelven, porque las condiciones profesionales son mejores fuera que las que encuentran aquí. Para que el talento joven quiera volver para iniciar aquí su vida profesional, sería importante contar con iniciativas coordinadas a nivel estatal, que ayudaran a su vuelta.

Nuestro país parece un puente. Por un lado, salen jóvenes a trabajar a otros países más ricos y, por otro, vienen aquí profesionales de otros lugares menos potentes económicamente.

### **La vuelta**

Hay iniciativas estatales, autonómicas y privadas para recuperar ese talento que se fue joven y quiere volver. El retorno es difícil porque, en gran medida, las condiciones que les empujaron a marcharse siguen ahí, inmutables. Se quejan de la burocracia, de la falta de financiación, de todo eso que no sufren fuera, aunque allí tampoco regalen nada.

La emigración de los años 60 fue una cuestión de Estado y se creó el IEE que coordinaba, ayudaba, asesoraba y negociaba las condiciones de trabajo y de retorno. La vuelta del talento requiere de un organismo similar que asesore, elimine barreras burocráticas y facilite la convalidación de estudios; que proponga incentivos fiscales.

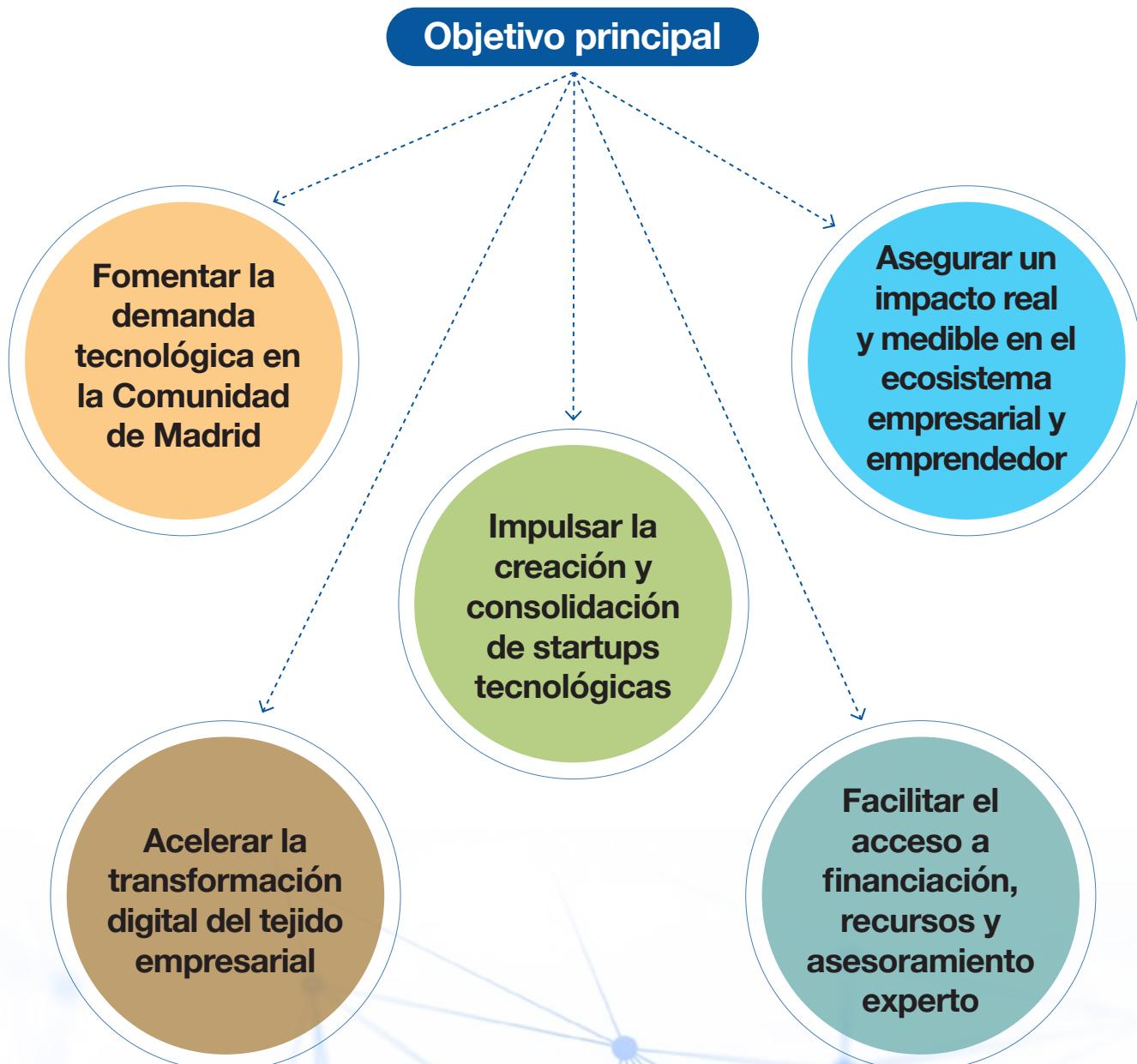
La 'poderosa razón' de quien ha dado título a esta tribuna es que su hija pueda vivir en un país sin violencia. El abanico de razones de quienes quieren regresar es amplio y las emocionales y sociales tienen especial preeminencia. ▶

## **El problema no es que profesionales jóvenes se vayan temporalmente a otro país, lo preocupante es que no puedan regresar, aunque lo deseen**

# Oficina Acelera Pyme COIT Madrid 2025-2027

## Impulso a la digitalización y al emprendimiento tecnológico

El COIT ha sido seleccionado por la entidad pública empresarial Red.es como nueva oficina Acelera pyme en Madrid para el período 2025-2027. La nueva convocatoria de ayudas tiene como fin **impulsar la adopción de tecnologías digitales por parte de las empresas, principalmente Pymes, y dar soporte al ecosistema emprendedor**. Nuestro CGolegio ha obtenido la mejor puntuación entre todas las entidades colegiales presentadas. Es la tercera ocasión en que el COIT es elegido para ser Oficina Acelera pyme.



## Otros objetivos

### → **Promover la transformación digital**

- Difundir tecnologías habilitadoras (IA, IoT, Cloud, Ciberseguridad, 5G...).
- Incrementar el grado de madurez digital de pymes y autónomos.

### **Impulsar el emprendimiento tecnológico**

- Acompañar en todas las fases: presemilla, semilla, early-stage y crecimiento.
- Conectar startups con ecosistema inversor y aceleradoras.

### **Facilitar el acceso a financiación**

- Información personalizada sobre ayudas vigentes.
- Herramienta online de búsqueda de subvenciones con alertas.

### **Acercar los servicios al territorio**

- Realizar jornadas presenciales y mixtas en toda la región.
- Garantizar servicios accesibles para empresas de cualquier tamaño y ubicación.

### **Generar contenidos de alto valor**

- Blogs, guías rápidas, infografías, documentos de referencia, etc.
- Material divulgativo de alto impacto para el ecosistema tecnológico.

## Líneas de actuación

### → **Asesoramiento y soporte**

- Diagnósticos de madurez digital.
- Mentoría especializada.
- Consultoría en tecnologías innovadoras.
- Acompañamiento en implantación de soluciones.

### **Acciones colectivas de sensibilización**

- 30 jornadas, talleres y eventos.
- 10 de las jornadas estarán centradas en emprendimiento tecnológico.
- Networking con empresas tecnológicas, inversores y agentes clave.

### **Generación y difusión de contenidos**

- Guías, blogs, documentos sectoriales, notas técnicas.
- Infografías y herramientas prácticas.

### **Servicios y recursos adicionales**

- Espacios físicos y virtuales.
- Plataforma web.
- Base de datos de consultas y FAQ.
- Visibilidad a startups (ciclo 'Espacio Emprendedor').

## Impacto esperado

### → **Asesoramiento y soporte**

- 700 usuarios atendidos (Pymes, autónomos y emprendedores).
- Diagnósticos + informes personalizados.
- Mentorías y acompañamiento experto.

### **Actividades colectivas**

- 30 jornadas / talleres.
- 20 de ellas presenciales.
- 12 de ellas en municipios de menos de 20.000 habitantes.

### **Impacto territorial**

- Equilibrio urbano-rural.
- Presencia del asesor digital en territorio.

### **Impacto en emprendimiento**

- Conexión con aceleradoras, inversores, redes de business angels.
- Impulso a startups deep-tech / telecom / TIC.



**FEDER** Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Colegio Oficial  
Ingenieros de  
Telecomunicación



Cofinanciado por  
la Unión Europea



MINISTERIO  
DE HACIENDA



Fondos Europeos



red.es





**ALFONSO GAJATE.**

Colegiado de Honor del COIT, miembro del Foro Histórico de las Telecomunicaciones y fundador de IslaLink y de EllaLink.

## Construyendo la Senda Invisible de Internet

La 'Senda de Cables Submarinos', libro que ha sido coordinado por el autor y que es la base de este artículo, **nace para dar a conocer este sector de actividad**. En junio de 2024 se organizó una Jornada informativa de la que nació el libro presentado en la ETSIT-UPM en septiembre de 2025. Sus autores son Carlos Dasi, Salvador Martínez, Ricard Rodríguez, Vicente San Miguel, Ignacio Ugalde, José Ramón Vela y su coordinador Alfonso Gajate.

Todo cambio requiere dos fuerzas, la innovación y su aplicación, que requieren pioneros tecnológicos y emprendedores-inversores. Juntos ponen la invención en manos de los usuarios.

A principios del siglo XIX, las noticias del nuevo mundo tardaban varias semanas en llegar, pero el telégrafo redujo ese tiempo a minutos y, hoy, los cables submarinos a imperceptibles milisegundos. Existen 600 cables submarinos con casi millón y medio de kilómetros que transmiten el 95% de las comunicaciones intercontinentales.

### El Telégrafo y los primeros operadores

En 1812, Edward Davey pone el primer cable telegráfico, apoyándose en los avances realizados por: Stephen Gray, 1720 conducción eléctrica; Alessandro Volta, 1800 pila eléctrica, y Christian Oersted, 1820 electromagnetismo. Estos emprendedores que tendieron las redes y dieron el servicio, acercaron el mundo y permitieron importantes avances en las telecomunicaciones.

### Primeros cables submarinos

- En 1847, Werner aporta la gutapercha, aislamiento indispensable para que los cables telegráficos, puedan atravesar el mar.
- En 1850, los hermanos Brett despliegan los primeros cables: Inglaterra-Francia e Irlanda-Inglaterra.
- En 1866, Cyrus Field despliega el primer cable transatlántico, que al tercer intento funcionó fiablemente.
- España despliega en 1860 los cables Península-Baleares e Interislas.
- Los operadores telegráficos promovieron los primeros cables submarinos, estableciendo consorcios para compartir costes.
- En 1945, empieza un declive acelerado del telégrafo, sustituido por el teléfono.
- En 1920, Hermann Staudinger inventó el polietileno moderno y en 1933 Eric Fawcett y Reginald Gibson utilizan el polietileno como aislante, lo que permite fabricar cables submarinos fiables y durables.

**El libro 'La Senda de Cables Submarinos' del Foro Histórico de las Telecomunicaciones nace para dar a conocer este sector tan importante para nuestra profesión**



El mercado se dispara y aparecen numerosos operadores de telefonía. Los Estados, que ven el valor estratégico del nuevo servicio y la necesidad de recursos, promueven la creación de operadores nacionales (monopolios) que tienden cables submarinos entre países.

Para cursar más llamadas y llegar más lejos, aparecen los cables coaxiales con repetidores. El salto tecnológico permite fabricar amplificadores que funcionan en el fondo del mar bajo enormes presiones.

Para mejorar el despliegue tras explorar el fondo marino, surgen barcos especializados.

- En 1945 el primer cable coaxial submarino con 84 canales telefónicos une Inglaterra y Francia.
- En 1956 TAT-1 se crea el primer cable transatlántico Escocia - Estados Unidos.
- En 1960 se instala el primer cable transpacífico Canadá - Australia.
- En 1963, se instala el teléfono rojo (línea directa Moscú-Washington), como consecuencia de la 'crisis de los misiles'.

### Telefónica, líder regional

Gracias a su profesionalidad, su capacidad empresarial y a la situación geopolítica, Telefónica ha destacado en la gestión de cables submarinos.

- 1965: PENCAN-1, 160 circuitos Cádiz - Santa Cruz de Tenerife (1.389 km), 45 repetidores de válvulas y 1.328 llamadas simultáneas.
- 1970: TAT-5, 845 circuitos telefónicos entre España y Estados Unidos.
- 1972: BRACAN-1, colaborando con EMBRATEL, une España y Brasil.
- 1983: Meridian, 2.580 circuitos España, Bélgica, Holanda, Alemania.

- En los años 90, las llamadas internacionales por satélite superan a las llamadas por cables submarinos. Parece que los satélites van a hacer marginal el uso de los cables submarinos.

### Gracias a la fibra y al erbio nace la red global

- A la demanda de datos respondió la fibra óptica, inventada por Charles Kao y George Hockman en 1966 e industrializada por Corning en 1970 y complementada con semiconductores láser industriales.
- En los años 80, se desplegaron redes troncales de fibra por AT&T y BT.
- En 1988, TAT-8 fue el primer cable transatlántico de fibra óptica.
- En 1985, Southampton y Bell Labs crean amplificadores ópticos de fibra dopada al erbio (EDFA).
- En 1993 esta tecnología se aplica masivamente a los cables submarinos, que llegan más lejos, aumentan exponencialmente su capacidad y reducen el coste por Gbps. Aportan también, mejor latencia y menor coste, deteniendo así la amenaza competitiva del satélite.

### Liberalización, operadores independientes y reguladores

En 1974 Vinton Cerf y Robert Kahn inventan Internet que, en sinergia con la gran capacidad disponible, da nacimiento al World Wide Web en 1991. Aparecen nuevos usos, numerosos usuarios, nuevas empresas y una gran demanda de comunicaciones de datos.

Los operadores de telecomunicaciones responden a la necesidad de transmitir datos con el Acoplador Acústico 1960+, con módems 1980+ y con fibra hasta el hogar desde 2008.

En España la gran demanda exige múltiples proveedores en competencia, lo que exige la liberalización. Con ella, surgen reguladores nacionales (CMT 1996) y operadores independientes: BT, ONO, Airtel, UNI2, etc. Telefónica se privatiza totalmente en 1999.

Desde 1995, la telefonía móvil y la creciente funcionalidad de los teléfonos móviles generan aplicaciones que ofrecen al usuario miles de servicios que requieren mucha más capacidad y más velocidad.

Respondiendo a la necesidad de conectividad neutra con los archipiélagos españoles, nace en el año 2000 IslaLink, un operador de cables submarinos independiente que llega en 2001 a Baleares, en 2011 a Canarias y en 2024 une Grecia con Italia. Otros operadores neutros españoles son: EllaLink, que conecta Brasil en 2023; Medusa, que empieza su travesía del Mediterráneo en 2025, y Barracuda, que nace en 2024 proyectando unir Valencia con Génova.

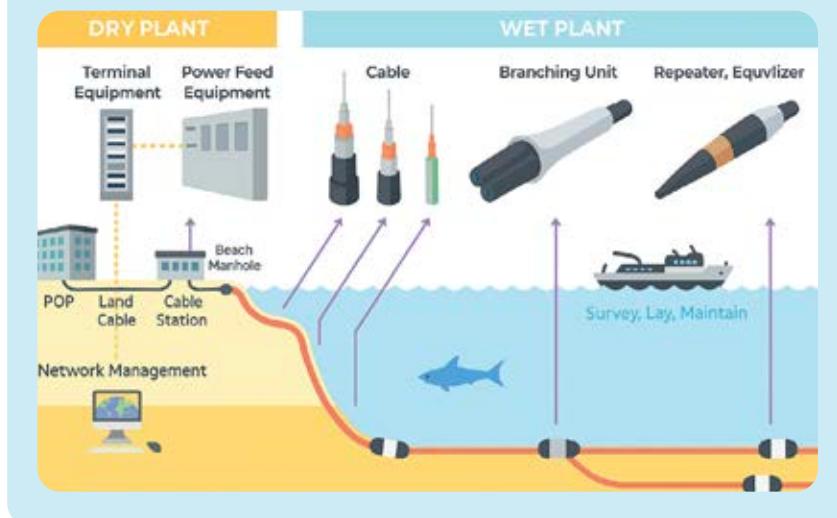
### Los OTT, la NSA y USA, centro de la WWW

Internet empieza siendo gratis a través de las redes telefónicas existentes, que cobran solamente la conexión. Esto supuso una accesibilidad ilimitada al universo de usuarios conectados, un camino por el que muchos operadores ofrecen servicios que sí facturan.

**El tráfico submarino crece anualmente un 30% y superará los 25 zettabytes en 2030**

## ► Cómo es hoy un cable submarino

- El cable de fibra óptica puede llevar de 2 (TAT-8) a 24 (Anjana) pares, protegidos por capas de polietileno, aluminio, cobre y acero.
- En la planta sumergida (WET, azul) cada repetidor regenera las señales ópticas para que lleguen al próximo repetidor, mientras que las Unidades de Bifurcación (BUs) permiten conectar puntos intermedios.
- En la planta terrestre (DRY, amarillo) la Cámara de playa (beach manhole) termina el cable submarino, el Land Cable lleva comunicaciones, energía y tierra hasta la Estación de amarre. Allí se alojan equipos de: transmisión, alimentación, baterías, UPS, generadores, rectificadores, seguridad, monitoreo, telemetría y gestión del cable submarino.
- Desplegar un sistema de cables submarinos requiere: promotores, equipo gestor, datos submarinos, clientes ancla, inversores, fabricantes, barcos, permisos, subcontratistas, seguros, operación, mantenimiento, flexibilidad, perseverancia y años de trabajo continuo.



Desde el año 2000, muchas empresas venden contenidos a través de las redes existentes, sin compartir con los operadores sus ganancias. Este nuevo 'El Dorado', los OTT – Over The Top, crecen continuamente, exigiendo a las redes crecer con sus contenidos.

Los operadores de telecomunicaciones llevan los contenidos sin obtener parte del valor que sus redes permiten capturar a los OTT: Skype, YouTube, Google, Amazon, Meta, Netflix, WhatsApp, Spotify, Uber, etc.

El valor en Bolsa de los operadores es cada vez menor y el de los OTT es cada vez mayor. El PER de los OTT es aproximadamente diez veces el de los operadores, sometidos a una presión competitiva y regulatoria que no es fácil aplicar a los OTT.

Los OTT necesitan cada vez más capacidad y, dado que su valor en Bolsa es cada vez mayor, pueden invertir en sus propios cables submarinos en lugar de comprar capacidad a los operadores existentes.

Como los OTT han nacido en Estados Unidos y la National Security Agency (NSA) tiene gran interés en supervisar la información que transita por las redes, la topología de las redes troncales de los OTT es casi siempre en estrella, con su centro en Estados Unidos.

### Nuevos oligopolios e intervención estatal

El tráfico submarino crece anualmente un 30% y superará los 25 zettabytes en 2030. Como el tráfico de los OTT crece un 50% cada año, ya controlan 2/3 del trá-

fico submarino. Sus necesidades de capacidad, su disponibilidad de capital y su alcance hacen de los OTT un oligopolio.

Los fabricantes de cables submarinos son también un oligopolio, a menudo apoyado por sus países. Lideran [empresa, % del mercado mundial, país] ASN (~25%, Francia), seguido por TE SubCom (~20%, USA) y NEC+Fujitsu (~15%, Japón), a quienes se le suma en los últimos años HuaweiMN (~10%, China).

Dado su valor estratégico, los estados quieren proteger sus cables submarinos de sabotajes submarinos como los ocurridos en el Mar Báltico, el Mar Rojo y el mar de Taiwán.

### España, tendencias y telecos

La Inteligencia Artificial (IA) necesita acceso inmediato y masivo a múltiples bases de datos. Está siendo un factor disruptivo en el transporte de información. Se prevé que seguirá alimentando la demanda de cables submarinos, complementando a los OTT.

Como la información es un factor estratégico, los gobiernos defienden y promueven sus empresas de información, ejemplos: ASN (Francia), Sparkle (Italia), TikTok (USA), CEF, Connecting Europe Facility (UE), Telefónica (España).

Aunque la desventaja en latencia de los satélites geoestacionarios (36.000 km de altura) está siendo resuelta por los LEO, Low Earth Orbit (~500 km), su alto coste y limitada capacidad hacen prever que la mayoría del tráfico intercontinental seguirá pasando por los cables submarinos.

Por su localización geoestratégica, la Península Ibérica es la puerta de entrada a Europa, por lo que los cables submarinos seguirán generando oportunidades de emprendimiento y de empleo para los ingenieros de telecomunicación españoles. ▶



El libro 'Senda de Cables Submarinos' se puede descargar en este QR



JAVIER DOMÍNGUEZ.  
Ingeniero de Telecomunicación.

## Relojeros del nanosegundo

En la literatura sobre redes y servicios de telecomunicación, la dimensión de los intervalos de tiempo que soportan la conectividad digital palidece ante la magnitud de las velocidades de transmisión: lo diminuto merece su reconocimiento.

La Ingeniería de Telecomunicación grava sobre dos extremos: la grandeza de la velocidad –casi 300.000 kilómetros por segundo– de propagación de las ondas electromagnéticas, y lo extremadamente pequeño –en el rango del nanosegundo– de los intervalos de tiempo de la conectividad digital. Mientras que esta velocidad se supone imperturbable, el dinamismo y la innovación distinguen la gestión de los intervalos.

En el juego de las analogías, el intervalo de tiempo simula una cápsula cuya dimensión depende de la velocidad de transmisión de los símbolos digitales que la ocupan. Así, registramos duraciones desde los micro a los nanosegundos cuando manejamos velocidades de megabit o gigabit por segundo.

Cercano, aunque inadvertido, es el caso de la administración del tiempo en sistemas de acceso por fibra óptica donde varios usuarios, del mismo o de distintos operadores, comparten la fibra con opción de contratar diferentes calidades

de servicio. Para facilitarlo, se adopta una distribución ordenada –combinada con una asignación dinámica– de los intervalos de tiempo, además de espacios de guarda para evitar colisiones.

Ilustra repasar la conectividad radioeléctrica en las soluciones para comunicaciones móviles. La ingeniería conjuga, con acierto, el uso eficiente del espectro, las condiciones del medio no guiado, la cobertura y la movilidad. De nuevo, la singular gestión del tiempo contribuye a que numerosos usuarios comparten, sin interferencias aunque se desplacen, los mismos recursos en espacios comunes.

Tengo para mí que la adopción del intervalo de tiempo como sustrato de la conectividad nos liberó, cuando los servicios se tasaban según la duración de la comunicación, de la preocupación por evitar sorpresas en la factura. Hoy, triunfa la conexión permanente con tarifa plana. El cambio estratégico tiene variadas justificaciones, pero la que rima con este relato es que, ahora, la técnica de trans-

misión dominante –paquetes de símbolos digitales (o sea, intervalos) con encaminamientos no dedicados– desacredita un precio proporcional al tiempo de uso.

Cavilar sobre intervalos de tiempo en las telecomunicaciones provoca una sensación de vértigo por lo extremadamente pequeño, a la vez que un legítimo orgullo profesional por su relevancia tecnológica.

La satisfacción se refuerza al constatar cómo se preparan y organizan –antes del encapsulado temporal– las secuencias de símbolos digitales: según las pautas de los universales protocolos de comunicación que aseguran el correcto intercambio de información.

El tiempo es materia prima de las telecomunicaciones y la gestión dinámica de los intervalos uno de los rasgos invisibles de su ingeniería. Pero, para garantizar que el ecosistema funcione correctamente, se necesita disponer de referencias temporales de elevada precisión y de un exigente control de la sincronización entre todos los elementos de las redes. Es así como los telecos ejercen, también, en la ancha transversalidad de la profesión, una habilidad peculiar: relojeros del nanosegundo. ▶

**El tiempo es materia prima de las telecomunicaciones y la gestión dinámica de los intervalos es uno de los rasgos invisibles de su ingeniería**



**JOSÉ CARLOS LLEDO.**  
Gerente de Ciberseguridad de CBNK Banco.



# Ciberseguridad bancaria en la era de la Inteligencia Artificial: ¿aliado o amenaza?

La Inteligencia Artificial (IA) está revolucionando la forma en que los bancos se relacionan con sus clientes y protegen sus sistemas. Gracias a su capacidad para analizar grandes volúmenes de información en tiempo real, detectar patrones y aprender de la experiencia, esta tecnología se ha convertido en un pilar fundamental para reforzar la ciberseguridad financiera.

Pero no todo es positivo: la IA también está siendo aprovechada por actores malintencionados para cometer fraudes cada vez más difíciles de detectar.

Hoy, los ciberataques al sector bancario son más frecuentes, complejos y personalizados. Los delincuentes ya no operan como lo hacían antes: utilizan IA para clonar voces y rostros, generar mensajes que imitan perfectamente los correos de una entidad financiera (*phishing* avanzado) y automatizar ataques a gran escala con una precisión casi quirúrgica. La sofisticación es tal, que incluso profesionales experimentados pueden caer en sus trampas.

## La Inteligencia Artificial está revolucionando la forma en que los bancos se relacionan con sus clientes y protegen sus sistemas

Ante este escenario, el uso de la IA en el lado defensivo no es opcional: es imprescindible. Sin ella, sería prácticamente imposible hacer frente a la cantidad y complejidad de amenazas que se reciben a diario. Los sistemas tradicionales de detección de intrusiones o alertas manuales simplemente no son suficientes.

La IA permite monitorear en tiempo real millones de operaciones, identificar patrones de fraude, bloquear accesos sospechosos y activar respuestas automáticas antes de que el daño sea irreversible. Esta capacidad de reacción inmediata es vital en un entorno donde los segundos pueden marcar la diferencia entre un intento frustrado y una brecha de seguridad catastrófica.

Sin embargo, el problema no es solo externo. También existe el riesgo interno de una mala gestión de los datos confidenciales por parte de sistemas de IA mal entrenados o poco supervisados.

Si una IA accede a información sin el debido control, puede acabar vulnerando derechos de privacidad, generando sesgos o filtrando datos sensibles.

Por eso, junto al despliegue tecnológico, las entidades deben desarrollar una gobernanza sólida del uso de la IA. Esto implica saber qué datos se recogen, con qué fin se utilizan, cómo se protegen y quién es responsable de su custodia.

La transparencia, la trazabilidad de las decisiones automatizadas y la supervisión humana son elementos clave para que esta tecnología se mantenga al servicio de la seguridad y no se convierta en un nuevo riesgo.

Entonces, ¿aliado o amenaza? La IA es ambas cosas. En manos equivocadas, puede ser una herramienta de ataque devastadora. Pero bien gobernada, es uno de los escudos más eficaces que tenemos.

El reto no es elegir entre usarla o no, sino cómo usarla de forma ética, segura y responsable para construir una banca más resiliente.

# «Los Ingenieros de Telecomunicación son una pieza clave en la infraestructura digital»

## **Sabadell Professional trabaja estrechamente con colectivos profesionales altamente especializados. ¿Qué valor aportan los Ingenieros de Telecomunicación y cómo se refleja esto en vuestra propuesta de servicios financieros?**

Los Ingenieros de Telecomunicación son una pieza clave en la infraestructura digital del país: hacéis posible que las redes funcionen, que el 5G sea una realidad, que los datos viajen seguros y que empresas y administraciones puedan transformarse de verdad. Son perfiles con una altísima cualificación técnica y con una capacidad natural para conectar tecnología, negocio y sociedad. Además, aportan un valor diferencial a la economía por su capacidad para integrar sistemas, gestionar proyectos complejos y generar soluciones de alto impacto os convierte en un perfil estratégico para la competitividad del tejido productivo.

En Banco Sabadell, a través de Sabadell Professional, llevamos muchos años trabajando con el COIT y con otros colegios del ámbito TIC, lo que nos ha permitido conocer muy bien sus necesidades financieras en cada etapa profesional: desde el inicio de la carrera hasta la dirección de proyectos, el emprendimiento tecnológico o la consultoría especializada.

El convenio con el COIT está diseñado para ofrecer soluciones específicas al colectivo y sus familias, con una gama de productos y servicios financieros en condiciones preferentes y un modelo de asesoramiento especializado.

Contamos con gestores formados en la realidad financiera de los Ingenieros de Telecomunicación, capaces de ofrecer financiación para proyectos intensivos en conocimiento, inversión en equipamiento, soluciones de ahorro y protección, y acompañamiento en cambios profesionales.

## **¿Cómo adapta Sabadell Professional su oferta para dar respuesta a las nuevas necesidades de los profesionales y de los colegiados del COIT?**

El sector tecnológico evoluciona a una velocidad enorme, y eso nos obliga a escucharlos y a adaptar nuestra propuesta de forma continua. Lo hacemos sobre dos ejes: especialización y anticipación.

Primero, mantenemos un modelo de escucha activa con el COIT: el convenio no es solo una lista de productos, sino un marco de colaboración que revisamos periódicamente para incorporar nuevas soluciones.

Segundo, contamos con equipos especializados que entienden la realidad del colectivo: cómo se remunera un perfil TIC, cómo se contrata un proyecto, qué implica trabajar entre concursos, licitaciones y cambios rápidos de empresa. Esto nos permite ofrecer soluciones de liquidez a medida y propuestas de planificación financiera personal acordes a esa dinámica.

Además, aprovechamos las capacidades digitales que ofrece nuestro Centro de Competencias Tecnológico de Alicante, un hub puntero donde Banco Sabadell desarrolla proyectos que ofrecen canales digitales avanzados, procesos ágiles de contratación y una operativa que encaja muy bien con la forma de trabajar de los ingenieros de telecomunicación.

Todo esto se traduce en productos de financiación adaptados a proyectos intensivos en conocimiento, soluciones de pago y cobro avanzadas, herramientas digitales para la gestión profesional y propuestas de inversión diseñadas para perfiles con alta cualificación técnica. Y siempre con beneficios específicos para colegiados del COIT.

## **¿Qué iniciativas está impulsando Sabadell Professional para acompañar a los ingenieros en procesos de transformación digital o emprendimiento tecnológico?**

La innovación forma parte del ADN de Banco Sabadell. Nuestro compromiso es acompañar a los ingenieros en dos ámbitos: transformación digital y emprendimiento tecnológico. Para quienes lideran proyectos de digitalización, ofrecemos financiación flexible para inversiones en equipamiento, software y servicios, además de asesoramiento

## **Mantenemos un modelo de escucha activa con el COIT: nuestro convenio no es solo una lista de productos, sino un marco de colaboración**

especializado en planificación financiera y gestión de liquidez.

En el ámbito del emprendimiento, contamos con BStartup, la iniciativa del banco para apoyar startups tecnológicas en fases iniciales. Hemos invertido en más de 100 proyectos y trabajamos con un ecosistema que incluye hubs de innovación y programas verticales en áreas como IA, deep tech, salud y sostenibilidad.

Además, el banco impulsa espacios de co-creación como el Centro de Competencias Tecnológico de Alicante, donde desarrollamos proyectos en IA, automatización y experiencia de cliente, y organizamos eventos como Innovation Banking Hack Fest y Digital Talks, que conectan talento universitario, empresas y profesionales para explorar nuevas soluciones.

En Sabadell Professional, también ponemos a disposición soluciones de inversión y ahorro para quienes buscan consolidar su crecimiento y reforzar su seguridad financiera.

**Los Ingenieros de Telecomunicación suelen estar muy vinculados a proyectos de alto impacto, desde 5G hasta IA. ¿Cómo les ayuda el banco a gestionar con solidez financiera estas etapas de crecimiento y especialización?**

Los proyectos vinculados a 5G, IA o infraestructuras críticas requieren una planificación financiera sólida y soluciones adaptadas a su complejidad técnica. Desde Banco Sabadell y Sabadell Professional entendemos esta realidad y actuamos como un socio financiero estable, ofreciendo un acompañamiento integral en todas las fases:

- Financiación flexible para cubrir necesidades de liquidez en despliegues tecnológicos, adquisición de equipamiento y desarrollo de plataformas.
- Leasing y renting especializado para optimizar inversiones en hardware y software, evitando tensiones de tesorería.
- Soluciones de cobro y pago avanzadas, integradas con modelos digitales



y e-commerce, para proyectos con alta rotación de clientes o servicios.

- Propuestas de inversión y protección para profesionales que buscan consolidar su crecimiento y reforzar su seguridad financiera.

Además, contamos con gestores especializados que conocen la dinámica del sector: plazos largos, alta intensidad de capital y cambios rápidos en la demanda. Esto nos permite diseñar

estructuras financieras que aporten estabilidad y predictibilidad.

Nuestra experiencia en innovación nos permite compartir aprendizajes reales: desde la modernización de nuestro centro de datos con conectividad escalable a 400 GB, hasta proyectos de IA aplicada que mejoran la eficiencia operativa y la experiencia del cliente mediante asistentes virtuales y automatización inteligente. ▲

# San Gabriel 2025

## Celebrando la profesión, el talento y la trayectoria teleco

Como cada año, el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) y la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación (AEIT) celebraron la festividad de San Gabriel, patrón de los Ingenieros de Telecomunicación, en un acto que **volvió a convertirse en punto de encuentro, reconocimiento y orgullo colectivo** para la profesión.



La cita tuvo lugar el pasado mes de septiembre en la Fundación Ortega-Marañón (Madrid) y reunió a más de 150 asistentes entre colegiados, asociados, familiares y representantes institucionales.

La celebración fue, una vez más, un reflejo del valor de la comunidad teleco y de su aportación decisiva al progreso tecnológico y social del país. El acto se abrió con la bienvenida de Lucía Sala, directora general de la Fundación Or-

tega-Marañón, seguida de la intervención inaugural de Marta Balenciaga, decana-presidente del COIT y presidenta de la AEIT, quien subrayó la relevancia estratégica de la Ingeniería de Telecomunicación en un contexto de transformación digital acelerada.

**17 compañeros recibieron las insignias y diplomas que simbolizan toda una vida dedicada al desarrollo de las telecomunicaciones**

A continuación, tomó la palabra Inmaculada Sánchez Ramos, presidenta de la Delegación de la AEIT en la Comu-

nidad de Madrid, poniendo en valor el compromiso y la trayectoria de los profesionales que integran la asociación.

La conducción del evento corrió a cargo de Esther Tapia, directora general del COIT, y Adrián Nogales, director de Relaciones Institucionales del Colegio, que acompañaron con cercanía una

ceremonia marcada por la emoción y el reconocimiento.

Uno de los momentos más especiales de la jornada fue el homenaje a los ingenieros que cumplen 50 años de ejercicio profesional. 17 compañeros recibieron las insignias y diplomas que simbolizan toda una vida dedicada al

desarrollo de las telecomunicaciones y al servicio de la sociedad. En nombre de los homenajeados intervino Enrique Jalle, quien agradeció el reconocimiento y recordó el papel clave que los Ingenieros de Telecomunicación han desempeñado como protagonistas silenciosos de la modernización del país.

Durante el acto se hizo entrega del Premio a la Trayectoria Profesional 2025 a Felipe Romera, Ingeniero de Telecomunicación por la ETSIT de Madrid y director de Málaga TechPark desde 1990. Bajo su liderazgo, el parque tecnológico ha pasado de ocho empresas en sus inicios a más de 700 en la actualidad, con más de 27.000 trabajadores y un impacto económico decisivo en el PIB regional. Su papel como presidente de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE) desde 1998 y su proyección internacional en la IASP consolidan una trayectoria ampliamente reconocida, avalada también por distinciones como el Doctorado Honoris Causa por la Universidad de Málaga o la Medalla de Oro de AMETIC.

## ► Felipe Romera, una vida dedicada a la innovación tecnológica



Ingeniero de Telecomunicación por la ETSIT de Madrid (1976), Felipe Romera inició su carrera en empresas como INTELSA (Ericsson), Secoinsa y Fujitsu España, donde participó en el diseño de productos de telecomunicaciones y dirigió el Laboratorio de I+D de Fujitsu en Málaga entre 1982 y 1993.

Desde 1990 está al frente de Málaga TechPark (PTA), motor de innovación en Andalucía, y en 1998 asumió la presidencia de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE), consolidando

el papel de los parques tecnológicos como espacios de desarrollo empresarial y científico.

Su trayectoria también ha tenido una dimensión internacional, con cargos de relevancia en la Asociación Internacional de Parques Científicos y Áreas de Innovación (IASP), donde fue miembro del Consejo de Administración mundial, secretario general de la Sección Europea y, desde 1998, director asesor de su Consejo.

Su vínculo con la universidad y la profesión ha sido constante: entre 1987 y 1996 fue secretario del Consejo Social de la Universidad de Málaga y actualmente forma parte del Consejo del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT).

Entre los reconocimientos recibidos destacan la Medalla de Oro de AMETIC (2022), el título de Doctor Honoris Causa por la Universidad de Málaga y el Premio Ciudad de Málaga a la Innovación y la Tecnología. Además, es académico de número de la Academia Andaluza de Ciencia Regional.

El Premio a la Trayectoria Profesional 2025 del COIT y la AEIT supone un merecido homenaje a una trayectoria marcada por el compromiso con la innovación, la proyección internacional de la ingeniería y el impulso de ecosistemas tecnológicos en España.

Asimismo, se anunció el Ingeniero del Año 2025, distinción otorgada conjuntamente por las Junta de Gobierno y Directiva del COIT y la AEIT, respectivamente, que recayó en Francisco Salcedo, presidente de Microsoft España. Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid y con una sólida formación internacional, Salcedo lidera desde enero de 2025 un equipo de más de 1.300 profesionales con el objetivo de impulsar la digitalización y la denominada 'Economía de la Inteligencia Artificial', tras una extensa trayectoria en compañías como Microsoft, Etisalat Digital y Telefónica (en este mismo número de BIT publicamos una amplia entrevista con el Ingeniero del Año 2025).

La celebración concluyó con un cóctel en los jardines de la Fundación Ortega-Marañón, un espacio distendido para el reencuentro y la conversación, que volvió a confirmar a San Gabriel como una de las citas más significativas del calendario profesional para los Ingenieros de Telecomunicación.►



## Emilia Gómez Gutiérrez.

Senior Scientist, Human Behaviour and Machine Intelligence team leader.  
European Commission's Joint Research Centre.

# Ingeniería de Telecomunicación, música e impacto social

En este número de BIT, llega a la sección Experiencias Profesionales nuestra compañera Emilia Gómez, cuya trayectoria se ha centrado en el procesado de señales y la inteligencia artificial buceando en el mundo del sonido, la música y la transparencia algorítmica.

Mi vocación científica y tecnológica ha estado siempre acompañada por una profunda conexión con la música. Desde muy joven entendí ambos mundos no como opuestos, sino como complementarios, estudiando a la vez piano y el bachillerato científico tecnológico.

Esa percepción fue la que me llevó a estudiar Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad de Sevilla, una

carrera que no solo me proporcionó herramientas técnicas sólidas, sino, sobre todo, una forma de pensar que ha guiado toda mi trayectoria profesional.

La formación en ingeniería me enseñó a abordar problemas complejos, a descomponerlos en partes manejables y a buscar soluciones basadas en el rigor, la experimentación y el análisis. En particular, el procesado de señales

fue una revelación: comprender que fenómenos tan ricos y aparentemente subjetivos como el sonido o la música podían representarse, analizarse y transformarse mediante modelos matemáticos y algoritmos abrió ante mí un campo inmenso de posibilidades. Ese conocimiento fue el puente natural entre mis intereses musicales y mi desarrollo científico.

Durante mis estudios y primeros años de investigación en el IRCAM (Institute de Recherche et Coordination Acoustique/Musique) de París, la Universitat Pompeu Fabra de Barcelona y el KTH de Estocolmo, la Ingeniería de Telecomuni-

**“ Esta manera de entender las señales fue clave para mi especialización en tecnología musical y análisis computacional de la música**

## “Mi trayectoria también ha estado marcada por la responsabilidad de promover el papel de la mujer en la ingeniería

cación me permitió moverme con soltura entre distintos lenguajes: el matemático, el computacional y el físico. Aprendí que una señal no es solo una ecuación, sino una fuente de información sobre el mundo: una voz, una melodía, una emoción, una intención humana. Esta manera de entender las señales fue clave para mi especialización en tecnología musical y análisis computacional de la música, un ámbito profundamente interdisciplinar donde convergen ingeniería, informática, acústica, psicología y arte.

### Una mirada híbrida

Mi formación musical —tanto práctica como teórica— fue esencial para complementar la ingeniería. La música me enseñó a escuchar, a percibir matices, estructuras y contextos culturales que no siempre son evidentes desde una aproximación puramente técnica. La combinación de ingeniería y música me permitió desarrollar una mirada híbrida: analítica y sensible a la vez.

Esta interdisciplinariedad ha sido una constante en mi carrera y una de sus mayores fortalezas. Disfruté y aprendí muchísimo en mi etapa como profesora en el Departamento de Sonología de la Escuela Superior de Música de Catalunya. Consolidé mi carrera académica en el Grupo de Tecnología Musical de la Universitat Pompeu Fabra de Barcelona, liderando proyectos sobre tecnología en conciertos sinfónicos o en el ámbito de los sistemas de recomendación de música, y presidiendo la ISMIR (International Society for Music Information Retrieval).

Con el tiempo, mi investigación evolucionó desde aspectos técnicos como el análisis de señales musicales, la recuperación de la información y la Inteligencia Artificial (IA), hasta preguntas más amplias sobre el impacto de los algoritmos en las personas y sus implicaciones en las políticas públicas.

Es modelar señales, extraer información, entender patrones y, sobre todo, reflexionar sobre el impacto de los sistemas que desarrollamos en nuestras mentes y nuestras decisiones. El pensamiento ingenieril adquirido en telecomunicación fue fundamental para no perder el sentido crítico ante tecnologías cada vez más complejas y poderosas.

### Impacto de la IA

Hoy, trabajo en el ámbito europeo en el estudio de la IA como líder de grupo en el servicio científico de la Comisión Europea, el Joint Research Centre. Estudio aspectos como la IA fiable y la transparencia algorítmica, y de qué manera nos afectan los sistemas de recomendación que encontramos en los buscadores o las redes sociales. En mi trabajo, sigo utilizando diariamente competencias propias de la ingeniería: análisis de datos, modelado, evaluación de algoritmos y comprensión de sus límites e impacto social.

La ingeniería me ha permitido dialogar y trabajar con juristas, sociólogos, economistas, antropólogos y responsables políticos, aportando una visión técnica rigurosa pero también consciente de sus implicaciones éticas y su impacto social. Es una demostración clara de que la Ingeniería de Telecomunicación no se limita a las telecomunicaciones tradicionales, sino que nos prepara para influir en ámbitos estratégicos de la sociedad.

Como ingeniera, mi trayectoria también ha estado marcada por la responsabilidad de promover el papel de la mujer en la ingeniería. Durante muchos años, en aulas, laboratorios y conferencias, he sido la única mujer o una de pocas. Esta realidad reforzó mi convicción de que es imprescindible visibilizar a nuestras brillantes ingenieras para que más niñas y jóvenes se vean reflejadas en

perfiles técnicos y científicos. La ingeniería necesita diversidad para ser mejor, más justa y creativa.

### Vocaciones inquietas

Creo firmemente que la Ingeniería de Telecomunicación es una formación extraordinaria para las vocaciones inquietas, especialmente para quienes no quieren encasillarse en un único ámbito. Ofrece una base sólida que permite explorar caminos tan diversos como la música, la IA, la ciencia de datos, la investigación académica, la innovación o el servicio público. En mi caso, me ha permitido construir una carrera investigadora internacional sin renunciar a mis intereses personales ni a mis valores.

A quienes hoy están estudiando ingeniería —y especialmente a las mujeres que se preguntan si este es su lugar— les diría que esta profesión no exige renunciar a la creatividad, a la sensibilidad o a otras pasiones. Al contrario: cuando se combina con disciplinas como la música, las humanidades o las ciencias sociales, se convierte en una herramienta poderosa para comprender y transformar el mundo.

Mi trayectoria demuestra que el proceso de señales puede ser una puerta de entrada al conocimiento humano, que la música puede dialogar con los algoritmos y que la Ingeniería de Telecomunicaciones puede y debe estar al servicio de la sociedad. Ese es, para mí, el verdadero valor de haber elegido este camino. ▶



# Javier Santaolalla

## FOTOS.

J. Santaolalla y Theo Ulloa.

Ingeniero de Telecomunicación y divulgador científico.

Con una sólida trayectoria profesional, Javier Santaolalla fue descubriendo que la divulgación de la ciencia era su gran vocación. Comprender cómo la ciencia condiciona nuestras vidas fue la visión que le hizo lanzarse a compartir sus conocimientos desde la didáctica y el diálogo abierto.

**Mi faceta como divulgador surgió durante la etapa del doctorado en el CERN. Hacía visitas guiadas al laboratorio para personas que acudían a conocer el centro**



## De la ingeniería a la divulgación, un viaje personal a través de la ciencia

Desde muy temprano, ya en el colegio, tenía una facilidad especial para la física y las matemáticas. Eran asignaturas que se me daban muy bien y que, además, disfrutaba enormemente. Resolver ejercicios suponía siempre un reto estimulante que afrontaba con entusiasmo. Me sentía cómodo y feliz estudiando estas materias, lo que influyó decisivamente en mi orientación académica.

La elección de Ingeniería de Telecomunicación fue, en parte, fruto de las circunstancias. Tenía claro que quería estudiar una ingeniería, aunque al principio no sabía cuál. Mi hermano comenzó a cursar telecomunicaciones y el contacto con su experiencia fue determinante. Él estaba muy satisfecho con la carrera y eso se convirtió en un

incentivo importante para que finalmente me decantara por esta opción.

Mi faceta como divulgador surgió durante la etapa del doctorado en el CERN. Allí empecé a realizar visitas guiadas al laboratorio para personas que acudían a conocerlo. Desde el inicio, estas visitas me resultaron muy divertidas y gratificantes.

### Explicar la ciencia

Sin embargo, lo más relevante fue tomar conciencia de la enorme necesidad que existía de explicar el trabajo científico de una manera amena y cercana. El público era muy diverso, pero en muchos casos se trataba de estudiantes que se aburrían, se quedaban dormidos o llegaban con expectativas muy bajas.



Convertir la ciencia en algo entretenido, hacerles olvidar que estaban en un entorno académico y despertar su interés se convirtió en un reto necesario. Era evidente que muchos jóvenes percibían la ciencia como algo excesivamente aburrido. Por ello, fue un auténtico lujo iniciar este camino en el CERN, el mayor laboratorio de física del mundo, y que este proyecto naciera allí con una clara vocación divulgativa orientada a los jóvenes.

La vida profesional me ha permitido conocer a personas muy interesantes que han resultado profundamente inspiradoras. Una de las grandes riquezas de este trabajo es la posibilidad de rodearse de gente muy talentosa, con proyectos creativos y enfoques diversos.

A diferencia del entorno estrictamente académico, la divulgación me ha llevado a estar en contacto constante con directores, artistas, músicos y personas creativas en general. Son personas con una forma de entender la vida intensa, profunda y muy estimulante.

**La divulgación me llevó, poco a poco, a un ecosistema inesperado: un punto de encuentro entre ciencia, arte y creatividad**

Contar con un proyecto tan amplio y diverso permite compartir espacio tanto con académicos de primer nivel, incluso premios Nobel, como con artistas que aportan creatividad, sensibilidad y una manera muy particular de percibir la realidad. Rodearse de miradas tan distintas enriquece enormemente el trabajo y también la forma de entender la vida.

#### **En todos los canales**

Los libros, la presencia en redes sociales y la participación en programas de televisión y otros medios han sido pilares fundamentales de esta actividad. Siempre ha sido esencial mantener cercanía con la gente y alejarse de los entornos más académicos para llegar al público general, especialmente al más joven, que rara vez acude a museos, conferencias o congresos y se mueve en espacios más lúdicos.

La irrupción de las redes sociales y los nuevos formatos ha supuesto un gran aliado para la divulgación científica, ya que permiten comunicar contenidos diversos en entornos más accesibles, flexibles y menos rígidos.

Esto facilita de forma notable la conexión con la juventud. Para un proyecto con vocación de llegar a los jóvenes, disponer de estos canales ha sido fundamental, y las redes sociales se han convertido en un compañero perfecto en esta aventura.

#### **La ingeniería siempre presente**

El mundo de las telecomunicaciones ocupa hoy y ocupará en el futuro un papel central en la sociedad. Vivimos rodeados de ciencia y tecnología, con avances cada vez más disruptivos, desde la Inteligencia Artificial hasta la robótica, que anticipan un futuro en el que la tecnología tendrá un impacto profundo y constante en todos los ámbitos sociales.

En este contexto, las ingenierías desempeñan un papel clave en el desarrollo de las sociedades futuras. Desde la ingeniería se accede a una enorme amplitud de campos profesionales, cada vez más interconectados con la tecnología. Esto convierte la profesión de ingeniero no solo en una opción con gran proyección, sino también en una carrera extraordinariamente rica por la diversidad de posibilidades que ofrece.

Hoy en día, el ingeniero puede trabajar en ámbitos muy variados, desde el cine hasta el automovilismo, porque la ingeniería está presente en todos los sectores de la sociedad. ▶





**JOSÉ MIGUEL ROCA.**  
Ingeniero de Telecomunicación.

## Sumando tecnologías e impactos



### Contribución de las telcos europeas a la seguridad y resiliencia *The telecom sector's contribution to Europe's security and resilience.*

Copenhagen Economics y Connect Europe. 2025. 42 páginas.

Los operadores de telecomunicaciones europeos ya han incorporado medidas avanzadas de seguridad y resiliencia en sus operaciones diarias. Sin embargo, a medida que las amenazas evolucionan y las expectativas aumentan, es probable que se necesiten más inversiones en los próximos años. El informe identifica varios retos estructurales y operativos y sugiere medidas políticas específicas para reforzar aún más la seguridad y la resiliencia.

### Cómo conseguir el acceso universal a Internet *Connecting humanity action blueprint.*

*Advancing sustainable, affordable and innovative solutions.* UIT. 2025. 116 páginas.

Descripción de los retos, los costes estimados y las estrategias de colaboración necesarias para garantizar que todas las personas, en cualquier lugar, tengan acceso a Internet, incluida la tercera parte de la población que actualmente se calcula que permanece desconectada. El informe estima que lograr una conectividad universal y efectiva a Internet en 2030 podría requerir una inversión de entre 2,6 y 2,8 billones europeos de dólares.



### Indicadores del 5G en la UE *5G indicators as of 2024.*

*European 5G Observatory, Idate y Schuman Associates.* 2025. 61 páginas.

Los objetivos de la Década Digital 2030 establecen pilares muy claros (competencias digitales, infraestructura digital, digitalización de las empresas y digitalización de los servicios públicos) con hitos concretos. Parte de ellos tienen que ver con la conectividad gigabit para todos los hogares y con la cobertura 5G para todas las zonas pobladas. Para alinearse con los objetivos de la Década, el Observatorio Europeo 5G se organiza en torno a los siguientes puntos: cobertura, despliegue de infraestructuras, asignación de espectro, disponibilidad de tecnologías *standalone* y *non standalone*, inversiones y adopción.



### Economía digital 2025 en España *Barómetro de la Economía Digital 2025.*

**AMETIC.** 31 páginas.

Quinta edición del Barómetro en el formato actual, que se basa en 10 indicadores que permiten dimensionar y caracterizar el sector tecnológico digital español e incluye sus principales cifras. Ofrece una fotografía de cómo la digitalización está impulsando la competitividad del país y creando nuevas oportunidades para personas y empresas.





## Rendimiento de la innovación en la UE European Innovation Scoreboard 2025.

Comisión Europea. 181 páginas.

Ánalisis comparativo del rendimiento de la innovación en los países de la Unión Europea, así como en otros países europeos y vecinos regionales. Señala que, entre 2024 y 2025, el rendimiento de la innovación de la zona ha disminuido marginalmente en 0,4 puntos porcentuales. Ha aumentado en 13 Estados miembros, mientras que 14 han experimentado un descenso. Suecia recupera su posición como Estado miembro más innovador, por delante de Dinamarca que lideró el ranking entre 2020 y 2024. España mejora su desempeño, pero pierde un puesto en el ranking y se sitúa en la posición 15.

## Tendencias tecnológicas que transforman negocios

### Technology Trends Outlook 2025.

Fifth edition, McKinsey & Company. 108 páginas.

Ánalisis de 13 tendencias tecnológicas destacadas con potencial para transformar los negocios globales.

Agrupa las tendencias en tres grandes áreas: revolución de la inteligencia artificial, fronteras de la computación y conectividad e ingeniería de vanguardia. De cada tendencia, el informe revisa los últimos avances tecnológicos, la situación del talento, los casos de uso y su impacto potencial en empresas de todos los sectores.

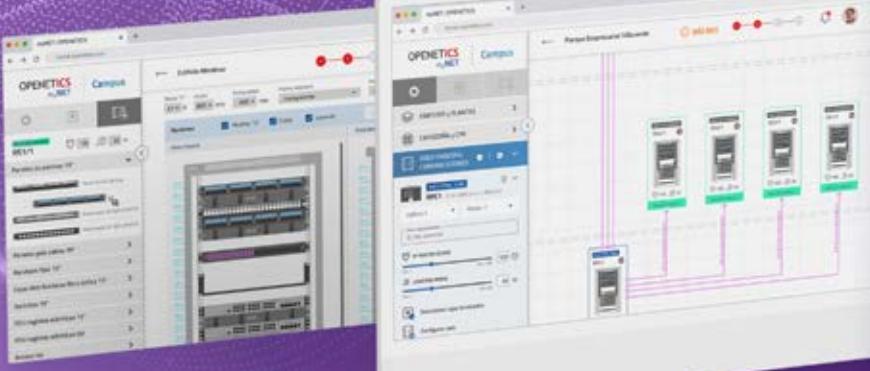


**ADALTRA**

we-make-the-connection

Nuestras marcas de referencia:

**EK SELANS** ANALYSIS **OPENETICS** ANALYSIS



**myNET**

Configurador para redes  
estructuradas de **cobre y fibra óptica**



# territoriales



## GALICIA

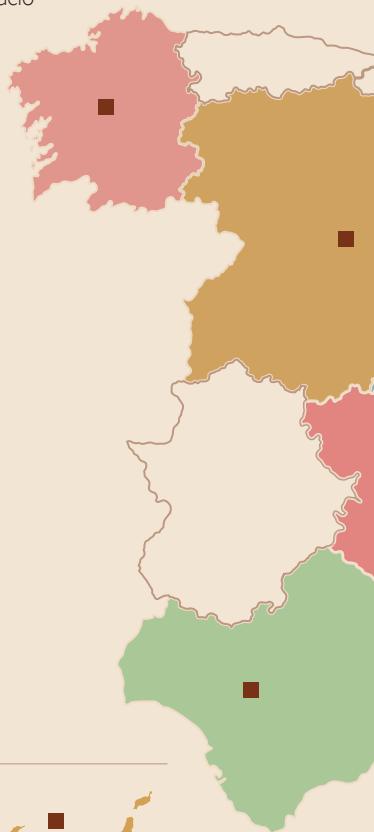
El Colegio Oficial de Enxeñeiros de Telecomunicación de Galicia ha sido distinguido por la Delegación de Defensa en Galicia en la celebración de su XXIX aniversario y en el acto institucional del 'Día de la Delegación de Defensa en Galicia'.

Esta distinción fue otorgada como reconocimiento al trabajo y compromiso de los Ingenieros de Telecomunicación en favor del progreso tecnológico, la seguridad y la defensa, pilares esenciales para el bienestar y la prosperidad de nuestra sociedad. De manos del capitán de Navío y delegado de Defensa en Galicia, Jesús Angel Paz Pena, recibió el galardón Javier Fernández Fraga, secretario del COETG, en representación del decano territorial Julio Sánchez Agrelo.



## MADRID

La Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación – Madrid (AEIT-Madrid) ha participado en el Encuentro Técnico de AUTELSI, celebrado el pasado 4 de diciembre en Wayra España. El encuentro ofreció un espacio de gran valor para debatir cómo el liderazgo, la innovación y la gestión del talento están configurando la evolución profesional en el sector tecnológico, y permitió compartir experiencias y perspectivas sobre los retos presentes y futuros.



## CANARIAS

El Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación en Canarias organizó un webinar formativo de dos días de duración con el título 'IA para aumentar la productividad bajo su empleo en proyectos donde desarrollamos nuestro trabajo'. Fue impartido por Yaiza Santana, quien ha orientado su carrera profesional hacia la Ciencia de Datos usando tecnologías, métodos y herramientas en el ámbito de la Inteligencia Artificial, Big Data, Minería de datos, procesamiento lenguaje natural y procesos ETL entre otros campos.



## ANDALUCÍA OCCIDENTAL Y CEUTA

Más de un centenar de colegiados y colegiadas se dieron cita en el encuentro navideño de la demarcación de Andalucía Occidental y Ceuta del COIT, desarrollado con éxito por su poder de convocatoria y su valor a la hora de unir a nuestro colectivo, que pudo disfrutar del "espíritu navideño" y las sorpresas. En un ambiente distendido, la Junta del Colegio aprovechó la ocasión para informar sobre los planes y acciones que pretende poner en marcha en 2026 y dar la bienvenida a los nuevos colegiados.



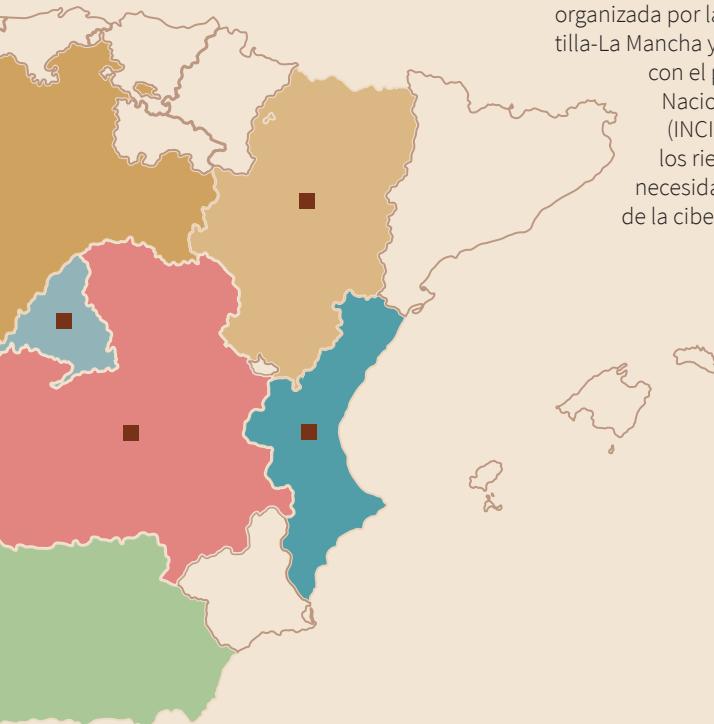
## CASTILLA-LA MANCHA

Durante la celebración de la XIII Noche de las Telecomunicaciones de Castilla-La Mancha, presidida por el consejero de Hacienda, AA.PP. y Transformación Digital, Juan Alfonso Ruiz Molina, se reconoció la trayectoria de la ingeniera castellanomanchega Agustina Piedrabuena, exasesora del Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública y actualmente en Relaciones Institucionales de Telefónica. Previa a la cena, se celebró una sesión, organizada por la Universidad de Castilla-La Mancha y la Fundación ESYS, y con el patrocinio del Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE), para debatir sobre los riesgos digitales y la necesidad de una gobernanza de la ciberseguridad.



## ARAGÓN

Aragón avanza con paso firme en su posicionamiento como territorio de innovación, y el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación de Aragón está desempeñando un papel cada vez más relevante en esta transformación. En el marco del encuentro 'Vive Tecnara' celebrado en noviembre, donde se anunció la próxima edición de The Wave 2026, el Colegio reafirmó su compromiso con la prospectiva tecnológica y con la participación en los foros donde se define el futuro digital de la región. Durante los últimos meses, el Colegio también ha intensificado su presencia en debates públicos, iniciativas institucionales y proyectos intercolegiales.



## COMUNIDAD VALENCIANA

El pasado mes de noviembre, el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación de la Comunidad Valenciana conmemoramos sus 25 años de existencia, un hito que no solo marca la trayectoria de la institución, sino también la de todas las personas colegiadas que han hecho posible este camino. Todo comenzó en el año 2000, con la ilusión de construir un espacio que diera voz y proyección a los profesionales de las telecomunicaciones en la Comunidad Valenciana. Ahora, en 2025, el COIT Comunidad Valenciana sigue avanzando con la misma motivación y con la emoción de conectar.



## CASTILLA Y LEÓN

El pasado 1 de octubre, se celebró la XXII Edición de la Noche de las Telecomunicaciones de Castilla y León con una gran participación de empresas, asociados, estudiantes y representantes institucionales que comenzó con una jornada en la E.T.S.I. Telecomunicación de la Universidad de Valladolid, seguida por una mesa redonda sobre 'Estrategias de las Administraciones públicas en materia de comunicaciones cuánticas'.

territoriales



JOSÉ FERNANDO GARCÍA RÓDENAS.

### ► Un guitarrista de leyenda

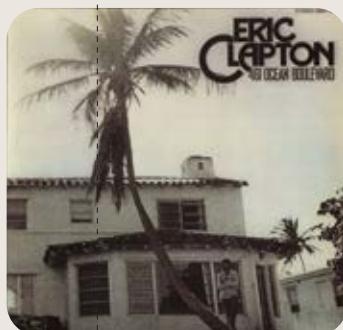
Nacido en marzo de 1945, la vida de Eric Clapton no fue sencilla: nunca conoció a su padre y fue criado por sus abuelos. De alguna manera, se refugió en su talento con la guitarra, y desde muy joven empezó a cautivar a la audiencia de clubes británicos.

Reflexiona Clapton en su libro 'Clapton-La autobiografía' que "en mi comportamiento observo una pauta que se ha mantenido durante años, décadas incluso: las opciones equivocadas eran mi especialidad, y cuando algo digno o decente se cruzaba en mi camino, siempre lo esquivaba o corría en la dirección contraria".

Eso explicaría por qué en su juventud participó, pero no perdió, en grupos míticos como The Yardbirds, John Mayall & The Bluesbreakers, Cream, Blind Faith o Derek and the Dominos, con los que escribió la icónica 'Layla', canción que contiene uno de los *riffs* de guitarra más conocidos y reconocidos de la historia del rock.

En 1970, inició una gran carrera en solitario, donde se mezclan grandes álbumes con terribles problemas personales de todo tipo que le llevaron a las drogas primero y al alcoholismo después, contra los que luchó y finalmente superó.

Blues y rock forman el santo y seña de su guitarra, si bien el *reggae* y el *soul* han sido en algún momento también parte de su música. Puestos a escoger algunas de sus obras, mencionamos estas: Cream – 'Wheels of Fire' (1968), Blind Faith – 'Blind Faith' (1969) y Derek and the Dominos – 'Layla and Other Assorted Love Songs' (1970). Ya en solitario, destacan '461 Ocean Boulevard' (1974) o 'Slowhand' (1977), que contenía las populares 'Cocaine' y 'Wonderful Tonight'.



En su etapa madura se reconoce como una persona feliz. Y aunque ha coqueteado en diversas ocasiones con dejar la carretera, la tentación siempre lo ha vencido. Justo ahora nos brinda la oportunidad de verlo en directo de nuevo en España, en mayo de 2026, cuando ya tendrá 81 años.



MANOLO GAMELLA.

### ► Aguardiente de anís

Mi compañera de la columna gastronómica nos presenta las rosquillas de San Isidro madrileñas, y podemos tratar hoy del aguardiente de anís que les aporta sabor.

La famosa zarzuela 'Agua, Azucarillos y Aguardiente' toma su nombre de la llamada que, a finales del XIX, atraía a los clientes de los puestos callejeros donde servían agua (infusión fría de cebada o malta), azucarillos (azúcar, clara de huevo y aromas) y aguardiente de anís. Estos aguardientes o licores son todavía populares, y no solo en España.

*Raki* en Turquía, *ouzo* en Grecia, *pastis* en Francia, son todas bebidas basadas en la maceración o, mejor, destilación en alambiques (inventados en la Persia musulmana hacia el siglo X) de alcohol (de vino, de caña, de cereales o de frutas), con semillas de la planta de anís verde (matalahúva o matalahúga) o estrellado (de China), y a veces algo de hinojo, regaliz, ajenjo (para las absantas) o resina de *mastic* (en las islas griegas). Pueden ser dulces (anisetas) o secos, según su acabado final con agua y azúcar, y se toman solos o también con brandy (aquí le llamamos 'sol y sombra') o en emulsión con agua fresca ('palomita').



En España decir anís designa a este tipo de aguardiente que procede de muy diversos lugares. Hay pueblos cuyo nombre se convierte en genérico del anís que producen, como Chinchón (Madrid), Cazalla (Sevilla), Ojén (Málaga) o Rute (Córdoba).

Seguramente algunos aún podéis recordar la botella del rute seco familiar con que animaba cualquier festejo nuestro colega, buen ingeniero y matemático, Manolo Villén, fallecido por Covid en la pandemia.



MÓNICA PREGO.

### Rosquillas de San Isidro

Haciendo un guiño a la demarcación de Madrid del COIT, os proponemos las rosquillas de San Isidro, uno de los dulces más emblemáticos de la capital con una masa suave y aromática, y ligero toque de anís, que al hornear se vuelve dorada y esponjosa.

#### Ingredientes para la masa:

- 2 yemas de huevo
- 50 ml de aceite de oliva suave
- 50 ml de anís
- 75 g de azúcar
- 300 g de harina de repostería
- 1 pizca de sal
- 5 g de bicarbonato

#### Ingredientes para el glaseado:

- 1 clara de huevo
- 300 g de azúcar glas

#### Elaboración

Batimos las yemas de huevo con el aceite y el azúcar hasta obtener una mezcla espumosa. Incorporamos el anís y, poco a poco, la harina tamizada con la sal y el bicarbonato. Amasamos hasta conseguir una masa lisa y suave. Dividimos en porciones, formamos bolas y luego las rosquillas. Las colocamos sobre una bandeja con papel de horno y cocemos a 200 °C durante 15 minutos, hasta que estén doradas.

Mientras se enfrián, preparamos el glaseado batiendo la clara con el zumo de limón y el azúcar glas hasta lograr una textura densa y blanca. Bañamos las rosquillas y dejamos secar unas dos horas. Crujientes, aromáticas y con el sabor castizo de Madrid.

\*Muchas más recetas en el blog de Mónica Prego: [www.pandebroa.es](http://www.pandebroa.es)



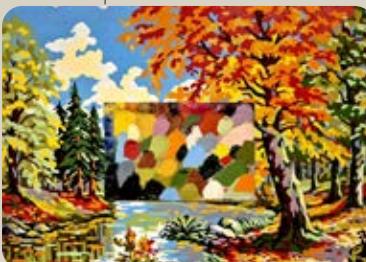
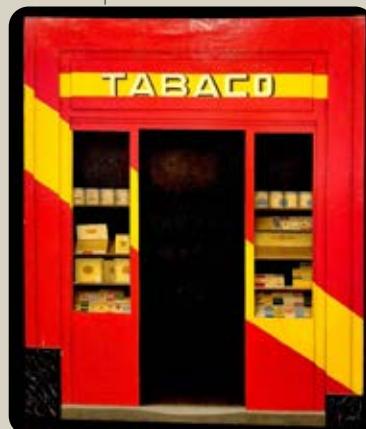
JOSÉ MONEDERO.

### Alcain, la explosión del color

Siguiendo la tradición expositiva de los otoños madrileños, en la Sala Alcalá 31 puede verse hasta el 11 de enero de 2026 la retrospectiva del pintor Alfredo Alcain que, a sus 96 años, sigue añadiendo obras a su dilatada producción.

Recorriendo sus salas podemos disfrutar de pinturas, esculturas y montajes en los que observamos que el artista tan pronto hace la versión 1.0 de las obras de Cezanne como que reinventa

los bodegones cubistas de Juan Gris en 3D o, en la línea de Amalia Avia, rescata esas entrañables imágenes de los antiguos comercios hoy desaparecidos.



Tiene tal fuerza la pintura de Alcain que, si no se supiese que nació en el año 1936, y viendo el atractivo cromatismo de los tonos otoñales en el bosque, y la simplificación de las zonas de color sin transición, podría pensarse que es el resultado de un *prompt* bien desarrollado introducido en un *chatbot* de IA. Pero la explicación es más sencilla: Alcain tiene el algoritmo en su cabeza.

Visitar la exposición tiene el valor añadido de disfrutar del entorno que rodea al número 31 de la calle de Alcalá, junto al edificio de La Unión y El Fénix Español, frente al del Círculo de Bellas Artes, la Fuente de la Cibeles al fondo...

## TRANSIERE 2026

TRANSIERE, Foro Europeo para la Ciencia, Tecnología e Innovación, es el mayor foro europeo de I+D+i y en esta su 15<sup>a</sup> edición regresa con más proyección internacional, nuevos ejes temáticos y conexiones clave entre ciencia, empresa y administración, intentando así dar respuesta a los grandes retos del ecosistema científico-tecnológico.

**24 a 26 de febrero. FYCMA, Málaga.** <https://www.smartcityexpo.com/>

## MWC BARCELONA

El MWC26 Barcelona es el evento de conectividad más grande e influyente del mundo. Celebrando dos décadas de momentos clave para la industria y colaboraciones en Barcelona, el MWC26 volverá a reunir a líderes globales, innovadores y responsables políticos bajo un mismo techo para explorar las tecnologías que configuran el futuro de la transformación digital en la industria y la sociedad. Bajo el lema 'La Era del Coeficiente Intelectual', reunirá a grandes figuras de la industria de las telecomunicaciones en los escenarios y zonas expositivas.

**2 a 5 de marzo. Fira de Barcelona.** <https://www.mwcbarcelona.com/>

## ENERXÉTICA

Un foro pensado para que empresas y profesionales confluyan en torno al presente y el futuro de la energía en un contexto que conjuga negocio, innovación, interacción y análisis para comprender el cambio de paradigma energético y la importancia de la innovación tecnológica en este proceso.

**25 a 27 de marzo. Feria Internacional de Galicia, Silleda, A Coruña.** <https://www.enerxetika.com/>

## ACM 2026

La conferencia CHI de la ACM (Association for Computing Machinery) aborda aspectos sobre los Factores Humanos en los Sistemas de Computación. Es el congreso internacional líder en Interacción Persona-Ordenador.

**13 a 17 de abril. Barcelona.** <https://chi2026.acm.org/>

## DIGITALX BORDER MURCIA

Llega a Murcia una nueva edición de digitalXborder, el programa de inmersión digital organizado por Adigital, ICEX España Exportación e Inversiones y la Escuela de Organización Industrial (EOI), que ofrece a CEO de empresas las herramientas clave para facilitar la toma de decisiones en un entorno digital en continua transformación.

**30 de abril. Murcia.** <https://espacio.adigital.org/evento/digitalxborder-murcia/>

## FORO DE LAS CIUDADES DE MADRID

La séptima edición del Foro de las Ciudades de Madrid 2026 ofrecerá un programa de contenidos más internacional que pondrá especialmente la atención en la innovación como palanca de transformación de los territorios urbanos, con la participación de 25 ciudades europeas e iberoamericanas, y más de 30 españolas. Contará con cuatro auditorios tematizados (Desarrollo Urbanos Sostenible, Ciudad Innovadora, Ciudad Circular y Bienestar humano).

**9 a 11 de junio. IFEMA MADRID.** <https://www.ifema.es/foro-ciudades>



ment-it

# PROGRAMA DE MENTORIZACIÓN

- **CONTACTO** con otros profesionales
- Talleres **ABIERTOS**
- Temas **DIFERENTES** cada trimestre
- Experiencia **INDIVIDUALIZADA** para precolegiados y colegiados
- Estructura **FLEXIBLE**

Más info en <https://www.coit.es/servicios/mentorizacion-ment-it>



Colegio Oficial  
Ingenieros de  
Telecomunicación



[www.coit.es](https://www.coit.es)



Banco  
Caminos

Ingeniería

El indicador de riesgo e información sobre el Fondo de Garantía de Depósitos corresponden a la cuenta corriente

1/6

Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

CBNK BANCO DE COLECTIVOS, S.A. se encuentra adscrito al Fondo Español de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito. La cantidad máxima garantizada actualmente por el mencionado fondo es de 100.000€ por depositante.

# Cuenta Sí CBNK

La cuenta que siempre dice  
**Sí** a ver crecer tu dinero.

**Sí hasta**  
**700€** cumpliendo las  
siguientes  
condiciones:

> **Exclusivo clientes nuevos**

**Sí a**  
**400€** (1) > por contratar tu cuenta, domiciliar tu nómina, pensión o ingresos mensuales (2) y activar Bizum.

**Sí hasta**  
**300€** > por contratar un seguro (3) tendrás una rentabilidad del 1,50% TIN para saldos entre 5.000,01€ y 25.000€ (desde -3,858% TAE hasta 0,399% TAE (4)).

**Sí a 0 comisiones**

Sin comisión de mantenimiento de la cuenta, sin comisión de emisión y mantenimiento de la tarjeta de débito, y transferencias SEPA online gratuitas.



Más  
información  
aquí o en  
[cbnk.es](http://cbnk.es)

Oferta válida hasta el 31.12.2025.

(1) Se practicará un primer abono en concepto de bonificación por importe de 200€ brutos, al mes siguiente del cumplimiento de las condiciones (contratación de la cuenta, domiciliación de nómina, pensión o ingresos mensuales y activación del servicio bizum, en adelante "condiciones"), y se practicará un segundo abono en concepto de bonificación por importe de 200€ brutos al cumplirse 1 año desde la fecha del primer abono siempre que se mantengan las condiciones. Será necesario el mantenimiento de las condiciones durante al menos 24 meses desde la fecha del primer abono para beneficiarse de las bonificaciones. Se considerará el incumplimiento de las condiciones en el caso de que se dejen de recibir los abonos por domiciliación de nómina, pensión o ingresos mensuales, o deje de estar activo el servicio bizum, durante 3 meses, momento en que se realizará un cargo en la cuenta en concepto de penalización por el importe que resulte de aplicar la siguiente fórmula: bonificación x (días de incumplimiento del compromiso/730). (2) Domiciliación de nómina, pensión o ingresos mensuales iguales o superiores a 1.600€. (3) Contratación de un seguro de: auto, hogar, salud o protección de alquileres con CBNK Mediación de Seguros para beneficiarse de la remuneración con revisiones mensuales. (4) Ejemplo representativo para un importe de 25.000,00€ a 0,00% TIN hasta 5.000,00€, 1,5% TIN desde 5.000,01€ hasta 25.000,00€ y 0,00% TIN desde 25.000,01€ (TAE= 0,399%), se percibe un total de 300€ de intereses en el supuesto de mantener el importe total durante 12 meses, lo que supone un pago mensual de 25€. Se incluye una prima anual de seguro de 200€. Ejemplo representativo para un importe de 5.000,00€ a 0,00% TIN hasta 5.000,00€, 1,5% TIN desde 5.000,01€ hasta 25.000,00€ y 0,00% TIN desde 25.000,01€ (TAE= -3,858%), se percibe un total de 0€ de intereses en el supuesto de mantener el importe total durante 12 meses, lo que supone un pago mensual de 0€. Se incluye una prima anual de seguro de 200€.

