

# bit

2024 | Editan COIT y AEIT | nº 234 | 6€

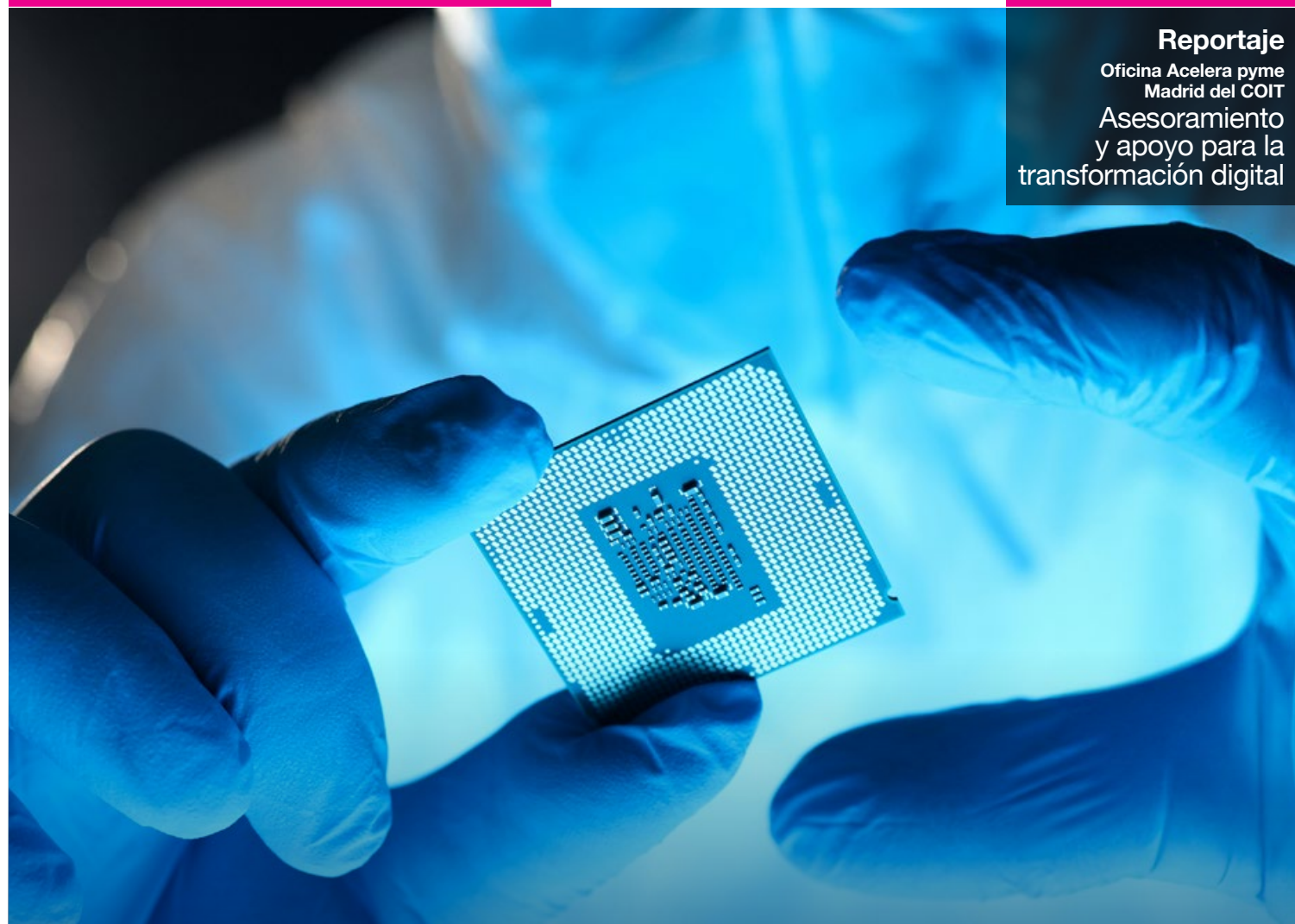


## Entrevista

Emilio Gayo, presidente  
de Telefónica España.  
Ingeniero del Año 2024  
del COIT

## Reportaje

Oficina Acelera pyme  
Madrid del COIT  
Asesoramiento  
y apoyo para la  
transformación digital



**Semiconductores y microelectrónica**

# Claves para la autonomía estratégica de Europa

## PERSONAS CONECTANDO PERSONAS



Con más de 130.000 nodos de comunicación a través de los cuales pasan las señales de telefonía móvil, de TV y radio, redes de seguridad y emergencia, dispositivos conectados y aplicaciones para "smart cities", que dan cobertura a más de 250 millones de personas en Europa, Cellnex apuesta por la gestión inteligente de infraestructuras, servicios y redes de telecomunicaciones.

Personas cuyo objetivo es facilitar la conectividad de las personas estén donde estén. En Cellnex impulsamos la conectividad de las telecomunicaciones.



#### COIT

Almagro, 2 - 1º Izda.  
28010 - Madrid  
Tel. 91 391 10 66  
www.coit.es

#### Director

Juan Carlos López

#### Comité de redacción

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

#### Fotografía

Chus Blázquez/ICS

#### Edición y diseño

ICS COMUNICACIÓN

#### Coordinación

Carlos Martí

#### Diseño y maquetación

David G. Rincón

#### Publicidad

publicidad@coit.es

#### Suscripciones

bit@coit.es

#### Depósito Legal

M-23.295-1978

#### Imprime

Grupo MYC

# Microelectrónica y semiconductores, en busca de la soberanía perdida

Microelectrónica y semiconductores han experimentado en los últimos años un “auge” inesperado, al menos en cuanto a páginas (y fondos) que se le dedican. Y no es por la importancia que ya tenían, al ser la base sobre la que se construye nuestro mundo tecnológico, sino porque las distintas crisis, empezando por la pandemia, han mostrado la fragilidad de occidente en el ámbito tecnológico, dependiente de aquellos en cuyas manos dejamos hace tiempo las claves tecnológicas de nuestro presente y futuro. Desgraciadamente, la reacción ha llegado, como sucede muchas veces, tarde y fruto de la preocupación, más que motivada por una apuesta de futuro y un ejercicio de liderazgo tecnológico. Es, pues, a partir de ese momento, cuando hemos vuelto a tener conciencia de cuánto las necesitamos, no sólo como parte esencial de casi cualquier cosa que imaginemos, sino como vehículo para el desarrollo de las muchas tecnologías que, siendo claves en nuestro presente, pavimentan el camino hacia nuestro futuro.

En el especial de este número de nuestra revista BIT, elaborado por el Grupo de Trabajo de Microelectrónica y Semiconductores (GT MEySE) del COIT, se abordan diferentes perspectivas del sector de la microelectrónica y los semiconductores en estos días. Así, abrimos una ventana al estado actual de aquellas cuestiones más tecnológicas, como el avance de los procesos de fabricación (ya en ámbito de los nanómetros), el impacto de la inteligencia artificial, el papel de las arquitecturas hardware abiertas (RISC-V), la fotónica integrada o incluso la computación cuántica. Pero no olvidamos echar un vistazo al instrumento que está impulsando este desarrollo en nuestro país, el PERTE Chip, para finalizar con la opinión de una de las figuras más influyentes y que mejor conoce la industria global de los semiconductores, María Marced, galardonada además este año por el COIT con el Premio a la Trayectoria Profesional.

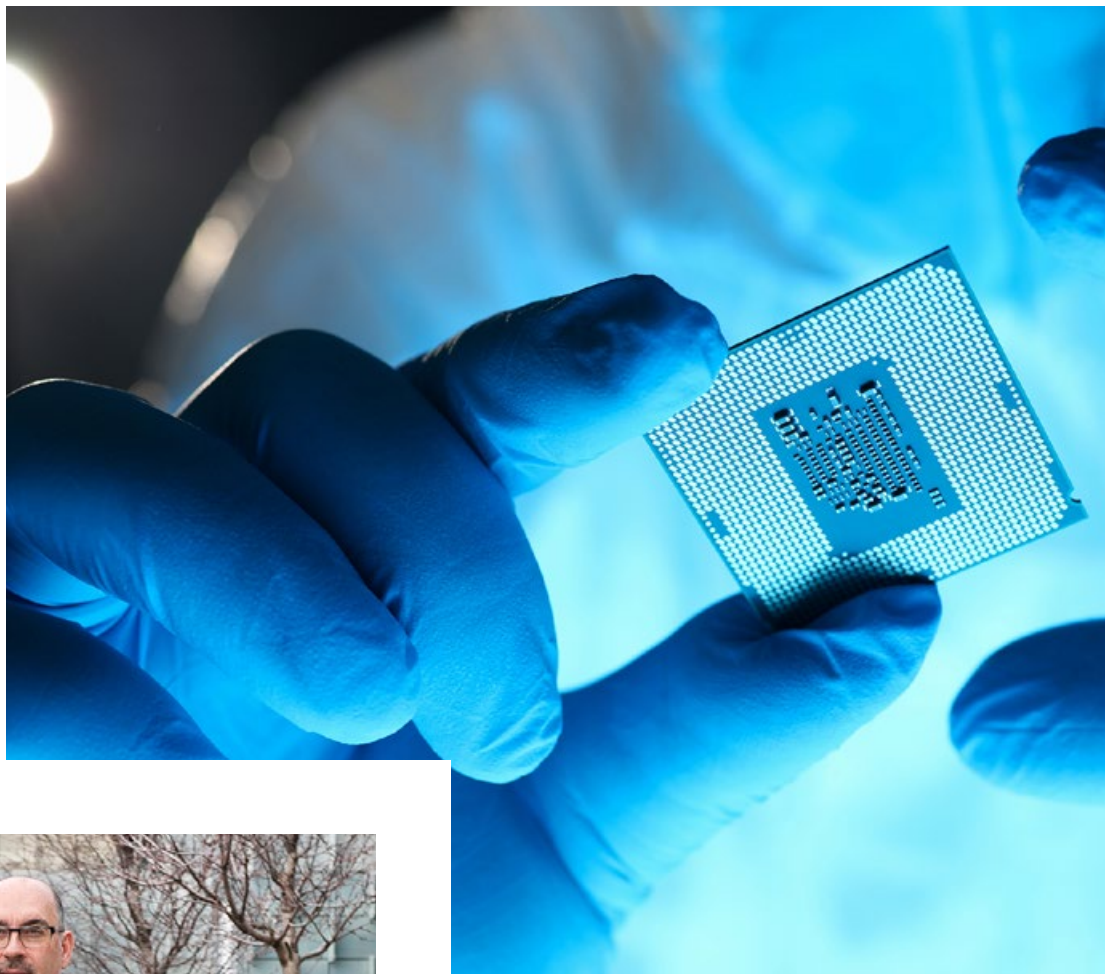
Este número incluye además dos interesantes entrevistas. Por un lado, Emilio Gayo, presidente de Telefónica España e Ingeniero del Año 2024, que hace una interesante reflexión sobre diferentes aspectos de la actualidad del sector tecnológico y el proceso de digitalización de la sociedad; y por otro, Valery Naranjo, premio Pioneras\_IT 2024, y referente, por tanto, para las futuras ingenieras de telecomunicación. A estas entrevistas se suman artículos sobre el futuro de las Smart Cities y las actividades de la Oficina Acelera Pyme del COIT, un referente en el apoyo a la digitalización del sector empresarial. Igualmente, el lector encontrará las habituales tribunas de opinión, entre las que destacan las dedicadas al futuro de nuestra profesión, reflexión ya abierta en una de esas tribunas en el pasado número de BIT.



Colegio Oficial  
Ingenieros de  
Telecomunicación

Asociación Española  
Ingenieros de  
Telecomunicación

# Sumario



34

## Entrevista

Emilio Gayo, presidente de Telefónica España. Ingeniero del Año 2024 del COIT



44

## Entrevista

Valery Naranjo, premio Pioneras\_IT 2024 del COIT



# 06

## Especial

Semiconductores  
y microelectrónica:  
claves para la autonomía  
estratégica de Europa



# 50

El Ingeniero de  
Telecomunicación como  
figura clave en el desarrollo  
de las ciudades inteligentes

# Índice

03 Editorial

04 Sumario

## 06 Microelectrónica y semiconductores

06 Apertura. Semiconductores y microelectrónica: claves para la autonomía estratégica de Europa

08 La (r)evolución del silicio

12 España cuenta con capacidades destacadas y liderazgo internacional en fotónica integrada

16 Inteligencia Artificial, del cerebro al silicio

20 Computación cuántica: Fundamentos, avances y expectativas

24 RISC-V brinda un futuro tecnológico abierto

28 PERTE Chip: La contribución de España a la apuesta de Europa por la soberanía tecnológica

32 Entrevista. María Ángeles Marced, Premio a la Trayectoria Profesional 2024 del COIT

34 **Entrevista.** Emilio Gayo, presidente de Telefónica España. Ingeniero del Año 2024 del COIT

40 Oficina Acelera Pyme Madrid del COIT. Asesoramiento y apoyo para la transformación digital

44 **Entrevista.** Valery Naranjo, premio Pioneras\_IT 2024 del COIT

48 **Opinión.** 'Super Mario' al rescate de la decadente economía europea. Por Ramón Millán

50 El Ingeniero de Telecomunicación como figura clave en el desarrollo de las ciudades inteligentes

54 Pasado, presente y futuro de los estudiantes de telecomunicación

58 **Opinión.** Reflexiones sobre titulaciones, título y la profesión de Ingeniero de Telecomunicación. Por Francisco Javier Gabiola

60 **Opinión.** El mundo ha cambiado, ¿cambiamos nosotros? Por Juan Luis Pedreño y Antonio Portilla

62 **Experiencias profesionales.** Rafael Panadero, Ingeniero de Telecomunicación y periodista

66 **Opinión.** Mirando sin llegar a comprender. Por Teresa Pascual Ogueta

68 **Escucha activa COIT**

70 **Más allá de la profesión.** Óscar García, teleco y música, amores convergentes

72 **Lecturas que suman.** Talento y ecosistema digital

74 **Territoriales**

76 **Out of Office**

78 **Imprescindibles**

# Semiconductores y microelectrónica: claves para la autonomía estratégica de Europa

El mercado de semiconductores está en pleno auge debido a la creciente demanda de productos electrónicos, y es que estos pequeños pedazos de silicio no sólo están dentro de nuestros ordenadores, forman parte de cualquier dispositivo electrónico de consumo, de los coches... **Son clave para la implementación de redes 5G/6G y dotan a nuestras máquinas de la capacidad de cómputo necesaria para dar soporte a la gran explosión de aplicaciones que exige la Inteligencia Artificial.**

La industria avanza rápidamente hacia procesos de fabricación de chips más potentes y eficientes, reduciendo el tamaño de los nodos y con técnicas de empaquetado de lo más sofisticadas. La fotónica de silicio, por ejemplo, convierte señales eléctricas en pulsos de luz, lo que permite la transferencia de datos más rápida y eficiente en distancias más extensas en comparación con la electrónica tradicional.

Por otro lado, la computación cuántica nos permite realizar cálculos exponencialmente más rápidos que los ordenadores convencionales, en lo que llamamos los *superordenadores*, mediante el uso de *qubits* (CUE-bits) para ejecutar algoritmos cuánticos multidimensionales en vez de los bits tradicionales.

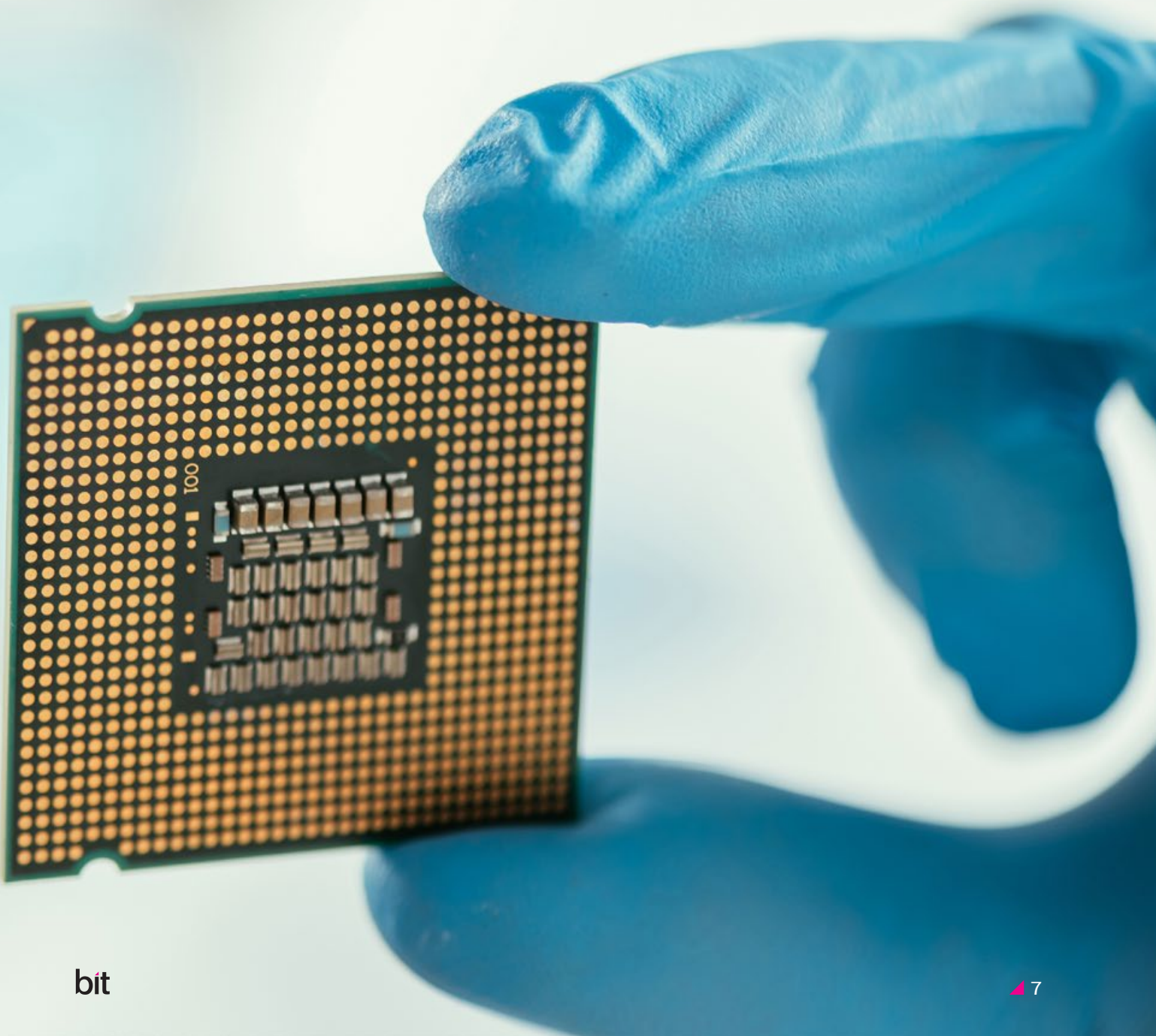
Con el fin de reivindicar un papel relevante en éstas y otras tendencias, y reforzado con la desmesurada dependencia actual con Asia para la fabricación de los chips, la UE lanzó en 2023 una serie de medidas para reforzar su liderazgo y soberanía tecnológica en tecnologías y aplicaciones de semiconductores.

En España, el PERTE Chip tiene como objetivo reforzar las capacidades nacionales de diseño y producción de la industria de la microelectrónica. Se prevé una inversión pública de 12.250 millones de euros hasta 2027, que serán gestionados por varios organismos encargados de asignar dichos fondos según la estrategia nacional. Uno de esos organismos es la SETT (Sociedad Española para la Transformación Tecnológica), que ejerce en España una acción prospectiva hacia el futuro tecnológico de la microelectrónica.

En este sentido, la democratización del desarrollo de chips, con alternativas a arquitecturas tradicionales propietarias como x86 y ARM, es esencial. RISC-V se impone como la elección estrella por ser un estándar abierto que permite un gran modularidad en el diseño de soluciones.

En este especial que edita la revista BIT, el Grupo de Trabajo de Microelectrónica y Semiconductores (GT MEySE) del COIT ha desarrollado siete artículos que profundizan en estos temas y dan al lector un estuendo resumen del panorama geopolítico, macroeconómico y sobre todo técnico en el apasionante mundo de los chips.

Grupo de Trabajo de Microelectrónica y Semiconductores del COIT, coordinadores de este Especial de la revista BIT



**CLARA GONZÁLEZ MARTÍN.**

Coordinadora del GT de Microelectrónica y Semiconductores del COIT.  
Ingeniera de Telecomunicación. Intel Corporation.

# La (r)evolución del silicio

Las fábricas de semiconductores o *foundries* desempeñan un papel crucial en la industria de los semiconductores. Allí se producen los chips, esos pequeños circuitos integrados que se han convertido en una necesidad básica de la sociedad actual. La posesión de estas fábricas **es un objetivo estratégico para las distintas regiones del mundo**, ya que son el primer paso para garantizar su soberanía tecnológica.





Desde hace décadas, la lucha por el liderazgo en capacidad de cómputo se ha centrado en reducir el tamaño de los componentes de un chip para hacerlos más portables, más baratos y sobre todo capaces de procesar software más complejo.

En su día, comparábamos el desempeño de las CPU (Central Processing Units) de nuestros ordenadores en función de los GHz que alcanzaban, pero pronto empezamos a multiplicar su capacidad añadiendo más núcleos o *cores*. Aumentar la capacidad de computación sin agrandar el tamaño del chip no es sencillo...

Actualmente hablamos de nodos en escalas nanométricas -algunos proveedores hablan ya incluso de *angstroms*-. Y es que, aunque hoy en día los chips no son más grandes que una uña, parece que fue ayer (hace menos de 100 años) cuando los primeros ordenadores ocupaban varias habitaciones, pesaban toneladas y sus procesadores ni siquiera funcionaban con transistores, sino con válvulas de vacío.

Por ejemplificarlo con un procesador conocido, un Pentium 2 de Intel en 1997 estaba fabricado en nodos de 350 nm, tenía un solo núcleo y 7,5 millones de transistores. Actualmente un Intel Xeon está en nodos de 3 nm, puede alcanzar centenas de núcleos y contiene cientos de miles de millones de transistores... Eso es más que el número de neuronas que tenemos en nuestro cerebro.

#### More than Moore

Hasta ahora parecía que la Ley de Moore, que predice que el número de transistores que se pueden colocar en un circuito integrado se duplica aproximadamente cada dos años, se ha mantenido como una predicción precisa del crecimiento de la potencia de procesamiento. Pero ¿qué pasará cuando nos acerquemos a los límites físicos de la miniaturización

de los transistores? Las incertidumbres cuánticas, junto a otros desafíos como la disipación de calor, están empujando a explorar nuevas tecnologías, como circuitos integrados fotónicos, uso de técnicas de empaquetado avanzadas o nuevos materiales, entre otros.

#### Pequeños pero matones

Que su tamaño no nos engañe... Aunque pequeños, su proceso de fabricación es extremadamente complejo. El primer paso consiste en la creación de las obleas a través de silicio, obtenido principalmente de la arena. El silicio metalúrgico se purifica y se funde, para obtener un lingote cilíndrico cristalográficamente perfecto (monocristalino)<sup>1</sup> que se cortará en obleas o *wafers*. Y será una vez preparadas (lapeado de caras, biselado de bordes...) cuando pasen a la sala blanca.

La sala blanca (*clean room*) es un entorno extremadamente controlado: temperatura, humedad, presión, luz... Todo el aire que entra en una sala blanca es filtrado para eliminar las partículas en suspensión que pueden dañar el proceso de fabricación de la oblea, como el polvo, e incluso se renueva varias veces al día.

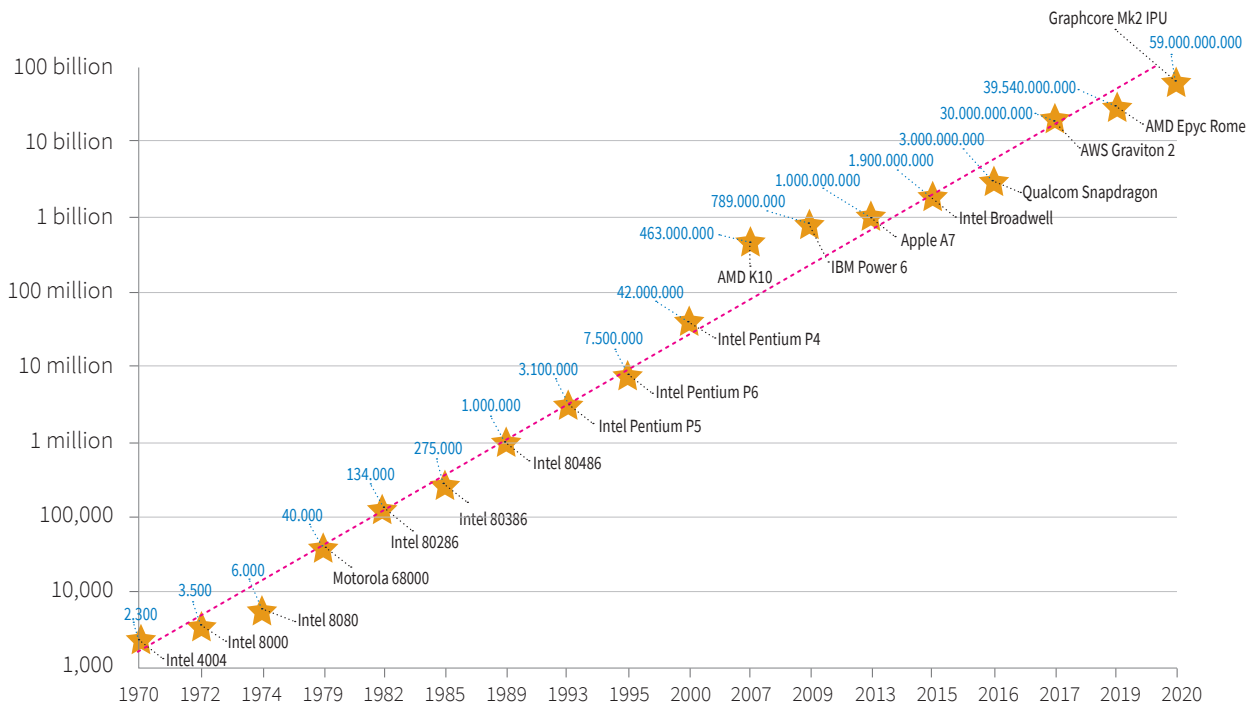
Hasta los típicos trajes blancos 'de astronauta' que viste el personal de las salas blancas (técnicamente llamados los *bunny suits*) están diseñados para evitar la liberación de partículas y la acumulación de electricidad estática.

Allí tiene lugar, entre otros, el proceso de fotolitografía: los ingenieros mandan el diseño de cada una de las capas de los microprocesadores en forma de máscaras o *masks*, y estos serán plasmados en los *wafers* de silicio en lo que llamamos 'revelado de la oblea', que consiste en exponer a ésta a una fuente de luz, pero interponiendo la máscara entre la fuente de luz y la oblea.

La máquina capaz de llevar a cabo este proceso es extremadamente sofisticada-

**Se dice que un chip cruza fronteras internacionales 70 veces antes de llegar al cliente final**

50 años de la Ley de Moore. Evolución de la cantidad de transistores.



Fuente: Integrated circuits, Chris Woodford (julio, 2023). <https://www.explainthatstuff.com/integratedcircuits.html>

da y cara. Quizá por ello ASML, empresa neerlandesa líder en aprovisionamiento de máquinas de fotolitografía (Ultraviolet Equipment, UVE), no tenga prácticamente competencia.

Y es que grabar patrones de nodos de menos de 5 nm, no es nada fácil: su precio es 350 millones de euros y requiere de 250 ingenieros simplemente para su ensamblaje y puesta en marcha<sup>2</sup>. Buenas noticias para Europa porque la empresa ASML está aquí; no tan buenas para el mundo entero depender prácticamente de una empresa para producir los chips de alta gama de todo el planeta.

Posteriormente irán a centros dedicados a la extracción de los cientos de chips que hay en cada oblea para darle la bonita forma con la que los co-

nocemos. De ahí viajarán a plantas de prueba y ensamblaje, y luego se empaquetarán para su protección y conexión con otros componentes. La etapa final es el *warehousing*, centros de logística por todo el mundo que envían las unidades de procesamiento.

Se dice que un chip cruza fronteras internacionales 70 veces antes de llegar al cliente final...<sup>3</sup> Y es que la compleja vuelta al mundo de estos pequeños tarda, por lo menos, lo que tardó Phileas Fogg.

#### Occidente mira a oriente

Como se suele decir, es en momentos de crisis cuando realmente conoces a tus vecinos, y no fue hasta la pandemia, cuando se disparó la demanda de tecnología, que el mundo entero

se percató de la gran dependencia con Asia para la fabricación de chips, pues actualmente dicho continente concentra un 80% de la fabricación mundial. Esto es peligroso: ya vivimos aumentos exagerados de precio, así como desabastecimiento en dispositivos básicos. Recordemos que los chips están en los coches, en la maquinaria sanitaria...

La forma más obvia de balancear más equitativamente la fabricación de chips hacia occidente sería construyendo más fábricas, pero esto no es tan sencillo, empezando por la gran inversión de capital que requiere: se estima que construir una fábrica de chips de alta tecnología (es decir, de nodos tecnológicos CMOS de menos de 5 nm) cuesta en torno a 20.000 millones de euros.

No obstante, su tremenda importancia ha hecho de la fabricación de semiconductores una 'batalla' geopolítica clave donde cada área del Planeta intenta imponer su soberanía, y así evitar las consecuencias de las dependencias que ya vivimos en el pasado. Por ello,

**Se estima que construir una fábrica de chips de alta tecnología (es decir, de nodos tecnológicos CMOS de menos de 5 nm) cuesta en torno a 20.000 millones de euros**

entre 2023 y 2025 se han iniciado 70 nuevos proyectos de construcción de fábricas en el mundo -no solo de alta tecnología-, que ya sumamos a las 92 que iniciaron su construcción entre 2020 y 2022<sup>4</sup>.

El gran reto para occidente es que, para todas las grandes empresas de chips, el mercado de consumo chino es un cliente mucho más importante que el propio gobierno estadounidense. Ya lo explica muy bien Chris Miller en su libro *Chip War: "Our fundamental problem is that our number one customer is our number one competitor."*

### Desafíos en nuestro territorio

Las *foundries* permiten a las empresas de diseño (*fabless*) llevar sus productos al mercado sin tener que invertir en costosas instalaciones de fabricación. Y este es sin duda el segmento más representativo de la industria española de microelectrónica.

Hoy en día, no existe ninguna fábrica en España de nodos tecnológicos avanzados, solo laboratorios de fabricación de circuitos integrados fotónicos<sup>5</sup>. Es Alemania quien se impone en Europa albergando el 62,5% de todos los nuevos proyectos de microchips de la UE, como por ejemplo una fábrica de TSMC y Bosch en Dresde.

Las estrictas regulaciones europeas no lo ponen fácil, por ejemplo respecto al consumo de recursos naturales de estos proyectos: sólo un chip requiere 140 litros de agua ultrapura, por lo que una oblea requiere 48.000 litros<sup>6</sup>. Y cada *foundry* produce cientos de miles de *wafers* al mes... Además de agua, aumentar la capacidad de computación plantea otros retos como la eficiencia energética o el uso responsable de productos químicos.

Sólo con incrementos de productividad ayudados por la IA se pueden compensar los costes mayores de fabricación en Europa respecto a Asia, algo que desde un punto de vista de una mayor autonomía industrial (y de defensa) resulta vital.

## Y es que aunque en la era de la Inteligencia Artificial, se suele decir que los datos son el nuevo petróleo, la verdadera limitación a la que nos enfrentamos no es la disponibilidad de datos, sino la capacidad de procesarlos

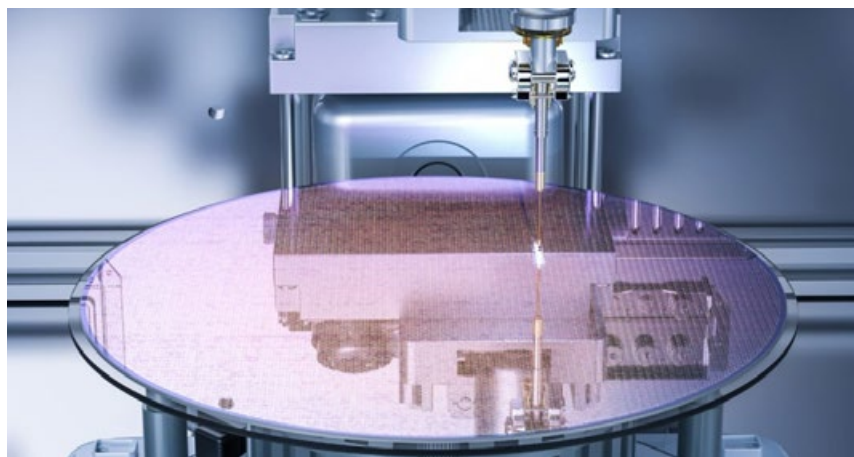
### Incumbente contra emergente

Estados Unidos todavía sigue dominando en el diseño de los chips de silicio que dieron a Silicon Valley su nombre, aunque su posición se haya debilitado peligrosamente. China ahora gasta más

dinero en importar chips que en petróleo. Y es que, aunque en la era de la IA se suele decir que los datos son el nuevo petróleo, la verdadera limitación a la que nos enfrentamos no es la disponibilidad de datos, sino la capacidad de procesarlos. ▴



Fuente: The Korea economic daily, Samsung's chip cleanroom, Jeong Hwang (diciembre, 2022).



Fuente: Guía del hardware, Jaime Herrera (abril, 2024).

### Referencias

<sup>1</sup> "Pasos para fabricar un chip como una pizza familiar", Luis Antonio Fonseca, 2024

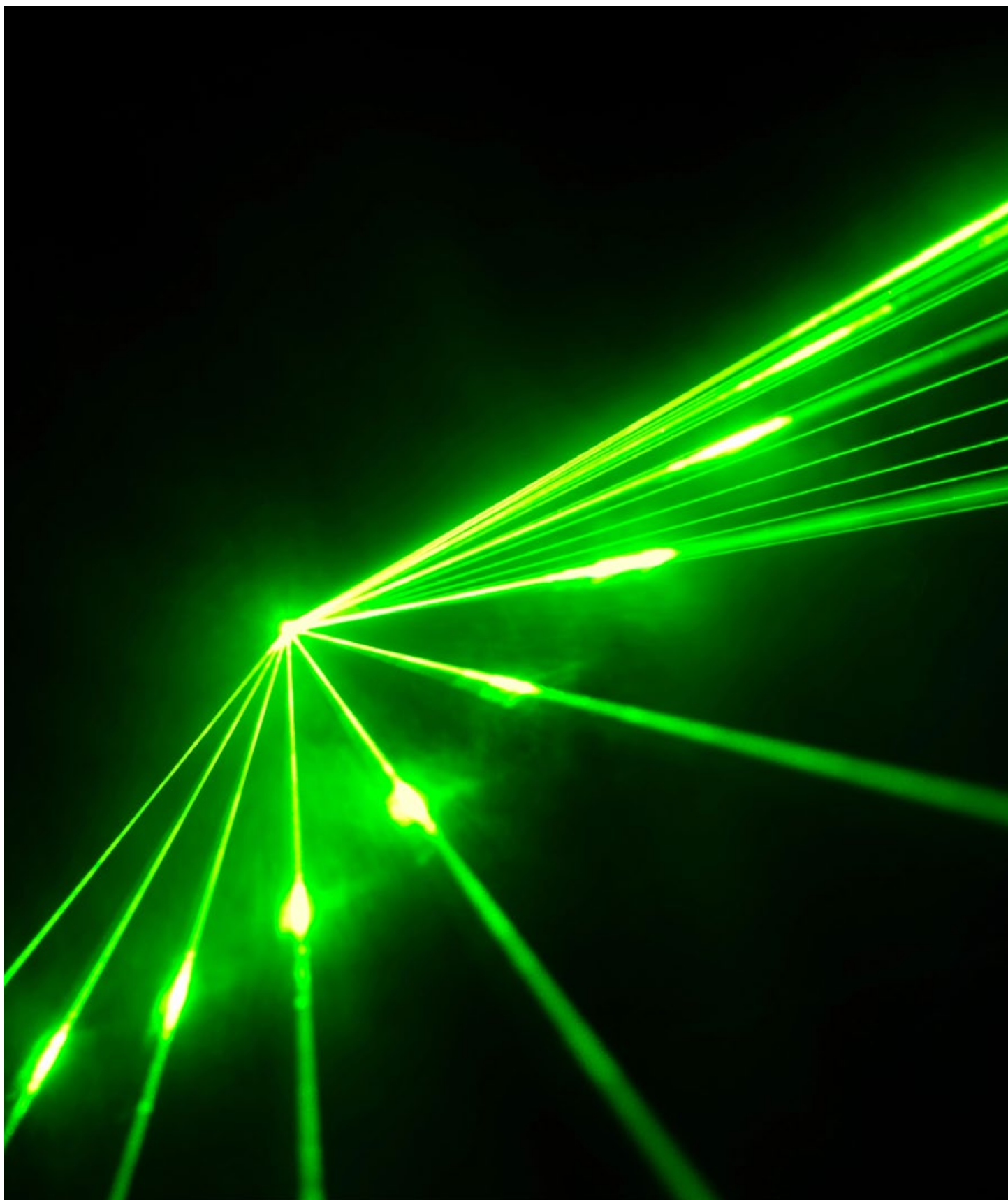
<sup>2</sup> Geeknetic, Juan Antonio Soto, 2024

<sup>3</sup> "Service Semiconductors supply chain", 2022. Disponible en: [https://eptionktank.eu/2022/01/11/ten-issues-to-watch-in-2022/semiconductors-supply-chain\\_twitter\\_map/](https://eptionktank.eu/2022/01/11/ten-issues-to-watch-in-2022/semiconductors-supply-chain_twitter_map/)

<sup>4</sup> "World Fab Forecast Report", SEMI Market Symposium, July 2024

<sup>5</sup> Estrategia de Microelectrónica en España, AMETIC

<sup>6</sup> <https://www.profesionalreview.com/2023/07/08/foundry-semiconductores/amp/>



**JOSÉ CAPMANY FRANCOY.**

Catedrático de Fotónica de la Universitat Politècnica de València y CSO de ipronics, Programmable Photonics.

**PASCUAL MUÑOZ MUÑOZ.**

Catedrático de Fotónica de la Universitat Politècnica de València y director de UPVFab.

# España cuenta con capacidades destacadas y **liderazgo internacional en fotónica integrada**

La fotónica integrada es un área científico-tecnológica cuyo objetivo es la generación, procesamiento control y detección de luz en circuitos ópticos compactos. En este artículo presentamos **sus características tecnológicas fundamentales y los desafíos que deben de acometerse**. Aprovechamos también para apuntar alguno de sus campos de aplicación más relevantes, así como para describir el ecosistema y cadena de valor español.

La fotónica integrada es un área científico-tecnológica cuyo objetivo es la generación, procesamiento control y detección de luz en circuitos ópticos compactos. En lugar de depender exclusivamente de los electrones para transmitir información, la fotónica integrada utiliza fotones, las partículas elementales de la luz, para llevar a cabo funciones clave como la transmisión, el procesamiento y el almacenamiento de datos. El objetivo es explotar las ventajas inherentes de la luz para posibilitar velocidades más altas de comunicación, menor latencia y un consumo reducido de energía. Se trata de complementar, no de sustituir, a la microelectrónica.

El desarrollo de la fotónica integrada responde a las demandas crecientes de ancho de banda y eficiencia energética en sectores como las telecomunicaciones, los centros de datos y la computación de alto rendimiento. Su capacidad para reducir el tamaño y el peso de los sistemas ópticos tradicionales la convierte en una tecnología atractiva también para aplicaciones en defensa, sanidad y sensores avanzados. En comparación con los sistemas ópticos convencionales, que suelen ser voluminosos, de escasa fiabilidad y repetibilidad, los circuitos integrados fotónicos (PIC, por sus siglas en inglés) se fabrican a escala con mayor precisión y costes más bajos.

La combinación de materiales avanzados y procesos innovadores de fabricación ha permitido crear y comercializar hasta la fecha dispositivos como moduladores, multiplexores, láseres y detectores integrados en un solo chip. Con esta tecnología en evolución constante, su impacto en diversas industrias promete ser transformador, posicionando a la fotónica integrada como una pieza clave en la infraestructura tecnológica global.

En la fabricación de circuitos integrados fotónicos, destacan tres plataformas principales tecnológicas: el silicio sobre aislante (SOI), el nitruro de silicio (SiN) y el fosfuro de indio (InP). Cada una de estas plataformas posee características únicas que las hacen adecuadas para diferentes aplicaciones.

El SOI es una de las plataformas más empleadas por su compatibilidad con los procesos CMOS tradicionales de fabricación de semiconductores. Utilizar silicio permite aprovechar la infraestructura existente de la industria microelectrónica, reduciendo significativamente los costes de producción. Los circuitos en SOI son ideales para aplicaciones en telecomunicaciones y centros de datos, al manejar velocidades superiores a 200 Gbps y anchos de banda muy grandes.

Sin embargo, el silicio no emite luz de forma eficiente, lo que obliga a integrar fuentes externas de luz. El SiN destaca en aplicaciones donde la estabilidad térmica y las pérdidas ópticas bajas son esenciales. Este material guía la luz eficientemente en longitudes de onda tanto visibles como del infrarrojo cercano, con pérdidas ópticas típicas inferiores a 0.2 dB/cm.

Además, el SiN es menos propenso a fenómenos de *scattering* que otros materiales, siendo idóneo para siste-

mas de sensores y comunicaciones ópticas. Su compatibilidad con la fabricación CMOS facilita su integración en procesos industriales estandarizados. Finalmente, el InP es crucial para la generación, amplificación y detección eficiente de luz, especialmente en longitudes de onda de telecomunicaciones cercanas a 1,55  $\mu\text{m}$ .

Este material permite incorporar fuentes de luz como láseres y amplificadores directamente en el chip, eliminando la necesidad de componentes externos. Su rendimiento superior lo hace indispensable en aplicaciones de velocidad alta que operan a tasas superiores a 400 Gbps. Aunque su coste es más elevado que el del SOI y el SiN, su integración monolítica de dispositivos activos y pasivos lo justifica en aplicaciones críticas.

Ninguna de las tecnologías anteriores es capaz, por sí sola, de atender simultáneamente a los requisitos de bajas pérdidas, acoplamiento eficiente con el exterior y la generación y detección de la luz. Por ello, el enfoque tecnológico más apropiado consiste en una integración híbrida de las anteriores bien a través de técnicas de *wafer bonding* o de *transfer printing*.

#### **Desafíos en *frontend* y *backend***

Hoy en día existen tecnologías establecidas, accesibles a los diseñadores de chip a través de librerías, denominadas "Process Design Kit" (PDK). Sin embargo, hay todavía una serie de desafíos en *frontend*, siendo el principal la disponibilidad de PDKs validados en tecnologías estables, además del desarrollo de nuevos PDKs para tecnologías híbridas (por ejemplo, aquellas que combinan silicio y III-V).

El desarrollo de circuitos integrados fotónicos enfrenta retos significativos también en etapas de *backend* como el

encapsulado, los test y medidas. Estas fases son esenciales para asegurar el rendimiento y la fiabilidad de los dispositivos, pero también implican costes y complejidad. El encapsulado de dispositivos fotónicos es más exigente que el de circuitos electrónicos, ya que debe gestionar conexiones ópticas y eléctricas.

Las conexiones ópticas exigen una precisión extrema para minimizar las pérdidas de señal y garantizar la alineación adecuada entre las fibras y los circuitos ópticos. Además, el encapsulado debe proteger los dispositivos de factores ambientales como la humedad y las variaciones térmicas, sin introducir tensiones mecánicas que degraden su rendimiento.

Los procesos test y medida necesitan equipos especializados y metodologías avanzadas para caracterizar dispositivos individuales y sistemas completos. Además, la complejidad creciente de los circuitos fotónicos aumenta el tiempo y los costes asociados a estas pruebas. Por ello, una de las áreas clave de investigación en este ámbito es el desarrollo de técnicas de pruebas sobre oblea (*on-wafer testing*).

Estas técnicas permiten realizar mediciones precisas directamente en la oblea, antes del corte y encapsulado de los chips, reduciendo costes y mejorando significativamente la eficiencia del proceso de fabricación. La implementación de soluciones automatizadas en esta fase será crucial para conseguir la producción escalable y de volumen de circuitos fotónicos integrados.

#### **Aplicaciones y mercado**

Por su carácter de tecnología habilitadora la fotónica integrada se aplica en múltiples sectores y su mercado crece rápidamente. Por su volumen de mercado y crecimiento esperado en los próximos años, destaca el área de las telecomunicaciones y centros de datos (con más del 50% de cuota de mercado en la actualidad).

En la actualidad, los PIC gestionan volúmenes de datos enormes en redes de

**Por su carácter de tecnología habilitadora la fotónica integrada se aplica en múltiples sectores y su mercado crece rápidamente**

fibra óptica y centros de datos. Su capacidad para soportar tasas superiores a 400 Gbps y reducir el consumo energético en hasta un 50 % resulta crucial para satisfacer las demandas crecientes de ancho de banda. Los transceptores ópticos actuales, que alcanzan tasas de 800 Gbps, se están desplegando para satisfacer estas necesidades en infraestructuras críticas.

La próxima generación, que se espera que soporte velocidades de hasta 1,6 Tbps, será clave para gestionar el tráfico masivo derivado del crecimiento exponencial en el número de dispositivos conectados y los requisitos de los centros de datos. Estas infraestructuras se enfrentan también a desafíos derivados de los cuellos de botella en el procesamiento de tráfico masivo generado por miles de GPUs conectadas en arquitecturas de computación e inteligencia artificial de alto rendimiento. La fotónica integrada desempeña un papel esencial al proporcionar soluciones de interconexión de latencia baja y capacidad alta que desbloquean estas limitaciones, permitiendo una gestión más eficiente de los recursos y mejorando el rendimiento general del sistema.

Otros campos de creciente interés comercial incluyen los sensores y aplicaciones biomédicas para detección y diagnóstico de enfermedades, la industria 4.0 y el sector aeroespacial y de defensa.

El mercado de la fotónica integrada se encuentra a fecha de hoy en una fase de expansión considerable. Diversos estudios de mercado apuntan a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) estimada en torno al 20 % para la próxima década. Europa y Estados Unidos lideran en investigación y desarrollo, mientras que Asia, especialmente China, aumenta su capacidad de producción.

### Contexto y ecosistema español

El estado actual de la cadena de suministro y el mercado de semiconductores en España refleja un ecosistema en crecimiento que ha ganado visibilidad y respaldo en los últimos años. Este im-



pulso ha sido facilitado por iniciativas estratégicas como el PERTE Chip, que busca posicionar a España como un actor clave en la fabricación, diseño y transferencia tecnológica de semiconductores. Estas acciones responden a una necesidad global de fortalecer las capacidades locales y regionales en un mercado dominado históricamente por Asia y Norteamérica.

España cuenta con capacidades destacadas y liderazgo mundial en investigación, diseño y prototipado de tecnologías avanzadas de fotónica integrada. Universidades como la UPV, la UC3M, la U. Vigo y la U. Málaga, e instituciones como el IMB-CNM y el ICFO han desarrollado competencias específicas en áreas como la fotónica integrada. Estas instituciones han dado lugar a múltiples *spin-offs* que lideran áreas clave del mercado, como VLC Photonics, QuSide, iPronics, LuxQuanta, SPARC, Bioherent, Alcyon, AGP Photonics y LeapWave, entre otras, mostrando el potencial de innovación local.

Sin embargo, el mercado español enfrenta desafíos significativos. La fabricación a gran escala de semiconductores sigue siendo limitada, lo que obliga a depender de *foundries* extranjeras. Además, la fragmentación del ecosistema nacional dificulta la consolidación

de una cadena de suministro integral y eficiente. La falta de infraestructura de fabricación avanzada y de plataformas de diseño accesibles a nivel nacional son barreras clave para el crecimiento.

Para abordar estas limitaciones, España ha implementado medidas estratégicas, como el liderazgo de la línea piloto PIXEurope (400M€) y la creación del centro de competencia PIXSpain vinculados al programa Chips JU de la Unión Europea. Estas iniciativas buscan integrar las capacidades nacionales con redes europeas más amplias, fomentando la cooperación internacional y el acceso a tecnologías avanzadas. Además, el PERTE Chip destina recursos significativos para mejorar la formación y capacitación en tecnologías semiconductoras, esenciales para desarrollar una fuerza laboral altamente cualificada, dentro del programa de cátedras chip, en las universidades mencionadas anteriormente. En términos de impacto económico, el fortalecimiento de la cadena de suministro en semiconductores tiene el potencial de generar empleo de alta cualificación, atraer inversión extranjera y posicionar a España como un hub tecnológico en Europa. No obstante, el éxito a largo plazo dependerá de la implementación efectiva de estas estrategias y del desarrollo de alianzas sólidas entre actores públicos y privados en el ecosistema. ▀



**IVÁN DÍEZ DE LOS RÍOS LUIS.**

Investigador Predoctoral, Instituto de Microelectrónica de Sevilla (IMSE-CNM, CSIC).

# Inteligencia Artificial, del cerebro al silicio

La Inteligencia Artificial está en boca de todos. Recientemente, Hinton y Hopfield han sido reconocidos con el premio Nobel de Física por su contribución en la materia. **Mucho se habla de sus capacidades, pero pocos saben qué se esconde.** ¿Qué hardware necesita y cuál es su futuro? Vamos a descubrir estas y otras respuestas acerca de la Inteligencia Artificial.

La Inteligencia Artificial (IA) acapara titulares de prensa especializada y generalista. Aunque ahora haya generado una disrupción en la sociedad, puede que sea uno de los inventos más anhelados por el ser humano. A lo largo de toda su historia, ha ido desarrollándose. Mediante la invención de las primeras herramientas fue creando soluciones y medios más complejos para su supervivencia.

A medida que los proyectos crecían, lo hacía también su ambición por crear objetos más complicados. En el Siglo I d.C. Herón de Alejandría ya comenzó a pensar en la creación de una vida inteligente artificial en su tratado 'Los autómatas', considerado como el primer libro de robótica de la historia. Muchos escritores le sucedieron, imaginando y fantaseando con la posibilidad de unos seres inteligentes capaces de desarrollarse, comunicarse y, tal vez, combatir su soledad.

## Redes neuronales artificiales

El término IA abarca un conjunto enorme de tecnologías. Sin embargo, lo que más ha llamado la atención son los Modelos Extensos de Lenguaje, más conocidos como LLM (de sus siglas en inglés, Large Language Model).

Estos Modelos son un conjunto de neuronas artificiales agrupadas a través de una serie de capas e interconectadas entre sí. Frank Rosenblatt desarrolló a finales de los años 50 del Siglo XX el Perceptrón, cuya base dio origen a las neuronas artificiales que pueblan gran parte de la IA.

El Perceptrón es un modelo matemático consistente en una combinación lineal de sus entradas (numéricas) y unos pesos asignados a cada entrada a la que, finalmente, se le aplica una función no lineal llamada de activación, cuya función es no linearizar el resultado.

La combinación de estas neuronas artificiales permite crear sistemas capaces de inferir resultados de funciones de gran complejidad. La dificultad de estos sistemas es obtener el valor de los pesos asignados a cada entrada de cada neurona. Se llama 'aprendizaje supervisado' al proceso de encontrar esos valores usando un gran conjunto de datos conocidos. Durante años se han ido desarrollando diferentes estrategias para encontrar los citados pesos. El uso de técnicas de optimización matemáticas como el descenso del gradiente y la retropropagación (*backpropagation*) han permitido crear redes neuronales artificiales cada vez mayores ya en los años ochenta.



## Todas las operaciones necesarias en los modelos de IA son ejecutadas en microprocesadores fabricados en microchips

El uso cada vez más sofisticado ha dado origen al reconocimiento de imágenes, así como la capacidad de generar nuevas imágenes y texto, e incluso la capacidad de generar ilustraciones o cuadros como si algún pintor concreto hubiese decidido dibujar una fotografía proporcionada por el usuario usando su técnica particular.

Uno de los grandes problemas que los investigadores han sufrido durante estos setenta años de trabajo es la carga computacional que se requiere para resolver estos grandes modelos matemáticos. Un LLM actual puede contener varios miles de millones de pesos- Obtener una inferencia supone la resolución de una abrumadora cantidad de operaciones matemáticas. Además, el entrenamiento, basado en una ingente cantidad de datos, puede requerir semanas o meses de trabajo intensivo para las supercomputadoras de las más

altas prestaciones. Esto nos lleva a preguntarnos sobre los cimientos de toda esta obra de ingeniería, el silicio.

### Los procesadores y el modelo de von Neumann

Todas las operaciones necesarias en los modelos de IA son ejecutadas en microprocesadores fabricados en microchips. Ya sean de propósito general (CPU) o más específicos (GPU, NPU, etc.), estos dispositivos digitales se diseñan y construyen sobre chips que incluyen cada vez más cantidad de transistores.

En 1965, Gordon Moore predijo que la cantidad de transistores en un circuito integrado se duplicaría cada dos años. Mantener este crecimiento es cada vez más complicado para el mundo de la microelectrónica y los semiconductores.

En los años cuarenta del pasado siglo, John von Neumann, definió las bases

de la arquitectura de las computadoras actuales. En su obra 'The computer and the brain', su autor describe uno de los principios básicos de la arquitectura actual: "sólo un órgano para cada operación básica".

Su modelo de computación basada en la secuenciación de operaciones permitía, usando una sola unidad aritmético-lógica (ALU) y una memoria, la posibilidad de realizar una gran cantidad de cálculos diferentes. Sin embargo, las tareas de IA, que tienen un elevado número de operaciones, se convierten en tareas que consumen mucho tiempo para las máquinas.

El desarrollo multimedia, las imágenes generadas por ordenador y los videojuegos ya se encontraron con problemas similares en el pasado. El desarrollo de procesadores gráficos (GPU) permitían aliviar a la CPU de una gran carga computacional. Para ello, estos chips integran distintas ALU, siendo capaces de paralelizar una gran cantidad de operaciones.

Una GPU actual puede incluir más de cuatro mil núcleos, capaces de paralelizar el mismo número de operaciones. Esta es la razón por la que, cuando oímos hablar

**El término IA abarca un conjunto enorme de tecnologías. Sin embargo, lo que más ha llamado la atención son los Modelos Extensos de Lenguaje, LLM**



de IA, es normal que se hable de Nvidia y GPU. En los últimos años, también se han desarrollado aceleradores para IA usando dispositivos de lógica programables como FPGA y CPLD ayudando a resolver más cantidades de operaciones por segundo.

### Hardware para la IA

Durante muchos años han aparecido distintas arquitecturas de redes neuronales artificiales capaces de reconocer imágenes u otro tipo de datos. Sin embargo, la continua evolución de estas arquitecturas complicaba mucho a los diseñadores de circuitos integrados diseñar dispositivos específicos para IA.

El desarrollo de un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC, por sus siglas en inglés) plantea muchos desafíos y requiere un tiempo considerable entre el planteamiento del problema y la obtención de un producto comercializable. Actualmente empiezan a desarrollarse ASIC para IA como las unidades de procesamiento neuronal (NPU) o algunos que van directamente enfocados en la arquitectura de los LLM.

A pesar de todas las soluciones que se han ido desarrollando, el consumo energético

co necesario para el entrenamiento y uso de la IA es cada vez mayor. Muchas de las grandes tecnológicas se plantean la compra de centrales eléctricas particulares para alimentar sus centros de datos. Sin embargo, ¿cuánto consume nuestro cerebro? Muchos investigadores aproximan la potencia de nuestro cerebro entre los 10 y los 20 W. Una operación en el cerebro humano consume del orden de un femtojulio mientras que estas soluciones requieren entre 4 y 5 órdenes de magnitud más.

### El mundo neuromórfico

En 1989, Carver Mead definió el concepto de Computación Neuromórfica, cuyo objetivo es la imitación del cerebro usando la tecnología de la microelectrónica y los semiconductores. Si bien hemos dicho que las neuronas artificiales se basan en las neuronas de nuestro cerebro, tienen poco en común. Nuestras neuronas no reciben números como entradas ni funcionan de forma secuencial.

Entre las soluciones que este campo presenta, se encuentra la llamada In-Memory Computing (IMC). Esta solución pretende romper el paradigma de von Neumann de forma que los pesos de la red neuronal sean las memorias del sistema y la computación para la evolución de los pesos se haga de forma local en dicha memoria. Para ello se pueden usar dispositivos memristivos<sup>1</sup> que se comportan como memorias analógicas.

Existen soluciones digitales dentro del campo neuromórfico para imitar las redes neuronales biológicas. TrueNorth (IBM)<sup>2</sup>, SpiNNaker (Universidad de Manchester)<sup>3</sup> o Loihi (Intel)<sup>4</sup> son distintos ASIC que contienen redes neuronales basadas en eventos (SNN, Spiking Neural Network).

En el mundo analógico, las SNN se forman usando memristores como sinapsis neuronales y un modelo de neurona llamado Integrate-&Fire. Estos sistemas, a diferencia de los digitales, no necesitan de relojes de alta velocidad para funcionar lo que reduce drásticamente su consumo.

Los memristores son unos dispositivos que pueden ser de tamaños micrométricos integrables dentro de un chip, cuya resistencia puede alterarse y usarse como memoria no-volátil. Sin embargo, esta tecnología también presenta muchos retos antes de poder destacar en el mundo de la IA.

### Un camino por andar

Si bien las redes neuronales artificiales no se asemejan a los modelos biológicos, nuestros conocimientos en matemáticas han conseguido grandes avances en el entrenamiento de estos sistemas, mientras que las soluciones neuromórficas tienen que enfrentarse a una realidad más áspera donde aún faltan por comprender muchos de los secretos que nuestros cerebros esconden en su interior.

El uso de la IA empieza a reportar grandes beneficios para nuestra sociedad, pero es un viaje que aún tiene mucho camino por recorrer. Si bien la IA más popular obtiene grandes resultados, debemos estar atentos a las tecnologías emergentes que puedan igualar o mejorar prestaciones con un menor consumo energético. Así mismo, veremos si finalmente la computación da un salto desde la arquitectura de von Neumann a una nueva arquitectura basada en computación neuronal. ▀

## En los últimos años, también se han desarrollado aceleradores para IA usando dispositivos de lógica programables como FPGA y CPLD

### Referencias

<sup>1</sup> <https://spectrum.ieee.org/memristor>

<sup>2</sup> <https://open-neuromorphic.org/neuromorphic-computing/hardware/truenorth-ibm/>

<sup>3</sup> <http://apt.cs.manchester.ac.uk/projects/SpiNNaker/SpiNNchip/>

<sup>4</sup> <https://www.intel.com/content/www/us/en/research/neuromorphic-computing.html>



**FRANCISCO JAVIER VALDÉS SÁNCHEZ.**

Ingeniero de Telecomunicación y miembro del Grupo de Trabajo de Microelectrónica y Semiconductores del COIT.

**JOAN BAUSELLS ROIGÉ.**

Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM, CSIC).

**FRANCESC PÉREZ MURANO.**

Profesor de Investigación del CSIC. Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM, CSIC).

# Computación cuántica

## Fundamentos, avances y expectativas

Estamos inmersos en lo que se denomina la segunda revolución cuántica, que se caracteriza por la capacidad de manipular objetos cuánticos individuales, como electrones o fotones. **Su aparición ha estado propiciada por la posibilidad de fabricar sistemas capaces de generar, controlar y medir estos objetos.** El conjunto de técnicas que permiten la manipulación de objetos cuánticos individuales se conoce como tecnologías cuánticas.

Dado que los fenómenos cuánticos se manifiestan cuando las dimensiones de los objetos se acercan a la escala atómica, las tecnologías cuánticas han emergido gracias a una mejora sustancial en el control de los procesos de fabricación a escala nanométrica. Las principales aplicaciones de esta tecnología están en las áreas de la computación, la simulación, la metrología y las comunicaciones cuánticas.

En particular, en este artículo nos centraremos en la computación cuántica, repasando sus fundamentos, cómo

puede implementarse un ordenador cuántico y la sinergia entre ordenadores cuánticos y supercomputadores.

### Fundamentos de la computación cuántica

Para entender el principio de los ordenadores cuánticos, debemos hacer una breve incursión en la mecánica cuántica. Al acercarse a las dimensiones atómicas, los valores de las magnitudes observables en un sistema físico, como la energía, son discretos. Cada uno de estos valores propios corresponde a un estado específico del sistema, denominado estado propio.

**Los algoritmos utilizados en los ordenadores cuánticos se basan en explotar patrones en el espacio de posibles soluciones**



La científica de IBM Maika Takita trabajando en el hardware de un ordenador cuántico en el Thomas J Watson Research Center. Crédito: IBM Quantum Lab.

Cuando se mide el sistema en un estado propio, siempre se obtiene como resultado el valor propio correspondiente. Pero es una característica fundamental de la mecánica cuántica que el estado del sistema puede ser una superposición de todos los estados propios. Si se realiza una medida, el resultado será uno de los valores propios, con una probabilidad que está relacionada con el 'peso' del correspondiente estado propio en la superposición de los estados.

Esta es la base para la realización de los bits cuánticos o cúbits. Un cúbit se asocia físicamente a un sistema cuántico de dos niveles, como el spin de un electrón o las dos polarizaciones de un fotón. Los dos niveles son los estados propios del cúbit, que denominamos  $|0\rangle$  y  $|1\rangle$  y corresponderían a los valores 0 y 1 de un bit clásico. Pero como el cúbit puede estar en una superposición de los dos estados, puede ser 0 y 1 al mismo tiempo.

Los cúbits se pueden manipular mediante puertas lógicas cuánticas, que a su vez forman circuitos lógicos cuánticos. Utilizan entradas binarias, al igual que sus equivalentes clásicos, pero con

una complejidad adicional debido a la superposición de los estados.

Las puertas cuánticas operan en registros cuánticos de muchos cúbits. Si un cúbit puede estar simultáneamente en dos estados, un sistema de  $N$  cúbits puede estar simultáneamente en  $2^N$  estados. Por tanto, una puerta lógica de  $N$  cúbits está operando simultáneamente con  $2^N$  estados, de modo que la potencia de cálculo crece exponencialmente con el número de cúbits. Esto permite a los ordenadores cuánticos resolver problemas exponencialmente complejos, que resultan inaccesibles a los ordenadores clásicos.

Al observar directamente el estado del ordenador cuántico, la superposición colapsa y se mide únicamente uno de los estados propios del sistema. Los algoritmos utilizados en los ordenadores cuánticos se basan en explotar patrones en el espacio de posibles soluciones, de modo que se amplifiquen las respuestas correctas y se cancelen las incorrectas.

Por ello, los algoritmos cuánticos son complejos y específicos para cada tipo

de problema. Peter Shor definió en 1994 un algoritmo cuántico, de interés en criptografía, para factorizar números enteros grandes en un tiempo que crece de forma polinómica y no exponencial. Este es el primer problema significativo para el que se ha mostrado que un ordenador cuántico supera cualquier tipo de ordenador clásico.

El tiempo que un cúbit mantiene su estado es una medida de su calidad (coherencia cuántica). De momento, no existen cúbits físicos lo suficientemente duraderos para realizar cálculos generales. Mientras no se mejoren las prestaciones de los cúbits actuales, una opción viable es utilizar algoritmos de corrección de errores basados en la redundancia; es decir, aumentar el número de cúbits. Sin embargo, con la tecnología actual, haría falta llegar al millón de cúbits para poder aplicar esta estrategia plenamente.

### Implementaciones físicas de los ordenadores cuánticos

Se están desarrollando distintas plataformas para implementar procesadores cuánticos, según se basen en manipular fotones, átomos neutros, iones o el espín del electrón, por ejemplo. Una de las más evolucionadas es la que utiliza materiales superconductores, basados en los estados cuantizados de un circuito oscilador LC superconductor. Si bien esta implementación utiliza tecnologías estándar y no necesita operar a escala atómica, requiere mantener el procesador a temperaturas cercanas al cero absoluto y es difícilmente escalable.

Por otro lado, las plataformas basadas en cúbits semiconductores aprovechan la tecnología de los circuitos integrados, lo que permite integrar millones de transistores nanométricos en un chip.

En este caso, los cúbits se basan en el control de los espines de los electrones en puntos cuánticos semiconductores, dispositivos que se asemejan a los transistores de efecto campo clásicos. Por ello, es viable su operación a temperaturas mayores que 4K. Este mismo año, Intel ha demostrado la fabricación de

**De momento, no existen cúbits físicos lo suficientemente duraderos para realizar cálculos generales**

dispositivos cúbits de spin en obleas de silicio de 300 mm de diámetro y ha puesto a disposición de la comunidad investigadora un chip de silicio de 12 cúbits, denominado Tunnel Falls.

### Acceso a los computadores cuánticos y sinergias con supercomputadores clásicos

Por sus características, no se espera que la computación cuántica reemplace a la clásica, sino que se exploten sinergias entre ambos paradigmas. En un modelo híbrido, un sistema clásico podría gestionar la organización de datos, almacenamiento y operaciones de rutina, delegando a un sistema cuántico problemas que requieren una capacidad de cálculo exponencial, como la simulación molecular y la optimización avanzada.

Se puede acceder a los ordenadores cuánticos a través de plataformas en la nube o mediante modelos open hardware. IBM, Google o Amazon ofrecen un modelo SaaS (Software as a Service) en la nube, facilitando el acceso global a las computadoras cuánticas a las empresas, universidades y startups, o incluso a usuarios particulares interesados en experimentar con esta tecnología, mediante APIs o servicios web.

Este enfoque permite a los investigadores, empresas y desarrolladores acceder a poderosos recursos cuánticos sin la necesidad de poseer o mantener este hardware tan especializado. Este es el caso de la plataforma IBM Quantum, que está en constante evolución.

IBM anunció en 2023 el procesador Condor, el primero en superar la barrera de los 1.000 cúbits (1.121 cúbits superconductores), con el objetivo de aumentar drásticamente en los próximos años el número de cúbits disponibles para poder implementar algoritmos de corrección de errores. En España, IBM ha llegado a un acuerdo con la Fundación Vasca para la Ciencia para instalar en San Sebastián un ordenador cuántico.

Por otro lado, el enfoque open hardware promueve el desarrollo colaborativo de tecnologías cuánticas que pueden ser

## Las plataformas basadas en cúbits semiconductores aprovechan la tecnología de los circuitos integrados, lo que permite integrar millones de transistores nanométricos en un chip

utilizadas y mejoradas por la comunidad científica global. Bajo este modelo, universidades y empresas trabajan conjuntamente en diseños abiertos de hardware cuántico, fomentando la innovación y la personalización del hardware.

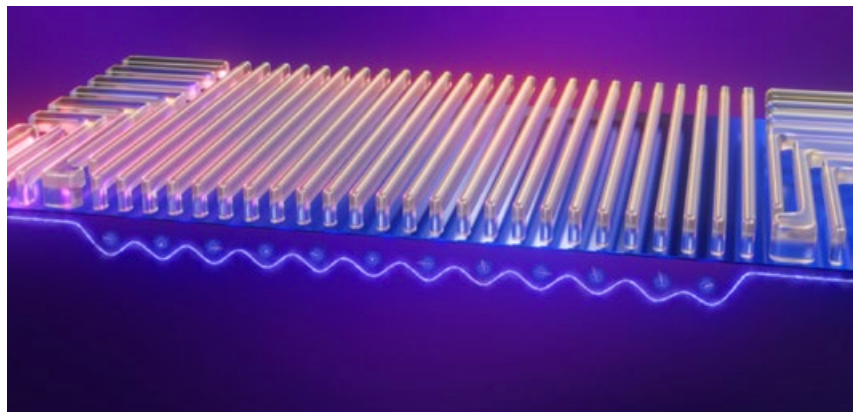
El ecosistema de tecnologías cuánticas que ha surgido en torno a la Universidad Técnica de Delft es un buen ejemplo de este modelo. A través de una estrecha colaboración entre investigadores de la universidad con fondos de capital riesgo y el apoyo del gobierno, han surgido compañías muy especializadas que colaboran entre sí para ofrecer soluciones completas de computación cuántica. Es el caso de las compañías Quantware (diseña y fabrica procesadores cuánticos) o Qblox (comercializa sistemas de control de los cúbits).

A este respecto, la startup española Qilimanjaro especializada en soluciones de computación cuántica, se apoyó en algunas de estas compañías para desarrollar e instalar el primer computador cuántico de España, ubicado en el Centro de Supercomputación de Barcelona.

Recientemente, el Centro de Supercomputación de Galicia seleccionó a la compañía japonesa Fujitsu para dotarse de una infraestructura cuántica, la de mayor potencia de una institución pública del sur de Europa hasta la fecha, cuyo núcleo es un procesador de 32 cúbits diseñado por la compañía inglesa Oxford Quantum Circuits.

Dado el elevado coste y la complejidad de esta tecnología, la colaboración público-privada es esencial para el fomento de la investigación y la creación de una industria que tiene una enorme capacidad para transformar sectores clave como la energía, las finanzas, la defensa o la medicina.

En este sentido, se están iniciando múltiples acciones en el ámbito internacional para alimentar este campo y proporcionar las condiciones necesarias para un progreso rápido y sostenido. A través de proyectos conjuntos, se espera que las entidades públicas y privadas compartan recursos y conocimientos para impulsar el desarrollo de aplicaciones prácticas que requieren una inversión significativa y un apoyo a largo plazo. ▀



Representación esquemática de cúbits como los que se encuentran en el procesador cuántico 'Tunnel Falls' de Intel. Cada uno de los 12 puntos cuánticos se crean mediante electrodos de puerta, de manera similar a cómo se forma el canal conductor en un transistor clásico. Crédito: Intel.



TERESA G. CERVERO GARCÍA.

Miembro del Grupo de Trabajo de Microelectrónica y Semiconductores del COIT. Dra. Ingeniera de Telecomunicación. Barcelona Supercomputing Center – Centro Nacional de Supercomputación.

# RISC-V brinda un futuro tecnológico abierto

La adquisición de Arm por Softbank en 2016 acabó con el último actor europeo de arquitectura de procesadores. En plena era digital, y con las altas exigencias de procesamiento que impone la Inteligencia Artificial (AI), **la dependencia de chips con terceros supone un factor de riesgo**. En 2020 se puso de manifiesto que Europa no disponía de hardware competitivo, lo que causó la paralización de las cadenas de producción en toda Europa. Ya por ese entonces, Europa había iniciado una apuesta estratégica para promover la independencia y soberanía tecnológica, apoyándose en estándares abiertos a todos los niveles. Y en lo referente a la arquitectura de computadores, la opción inevitable es RISC-V.

Aunque el concepto RISC (Reduced Instruction Set Computer) surgió en los años 70, no fue hasta 2015 cuando RISC-V vio la luz, como resultado del esfuerzo académico conjunto entre David Patterson<sup>1</sup> y Krste Asanović<sup>2</sup>, de la Universidad de California, Berkeley.

RISC-V (conocido como risc-five) es un estándar joven y abierto que define un repertorio de instrucciones (ISA, Instruction Set Architecture). Una ISA define la interfaz hardware-software; una pieza clave para conseguir que un software pueda ejecutarse en un dispositivo.

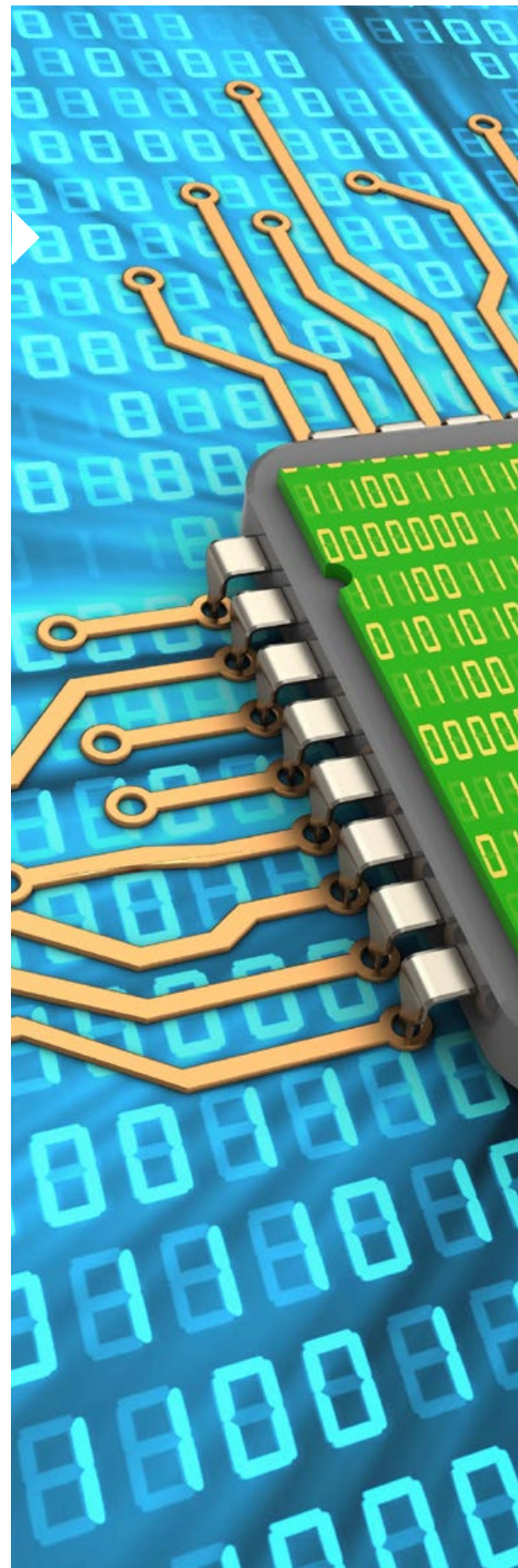
Tras ganar cierta popularidad, surge la figura de RISC-V International<sup>3</sup>; una fun-

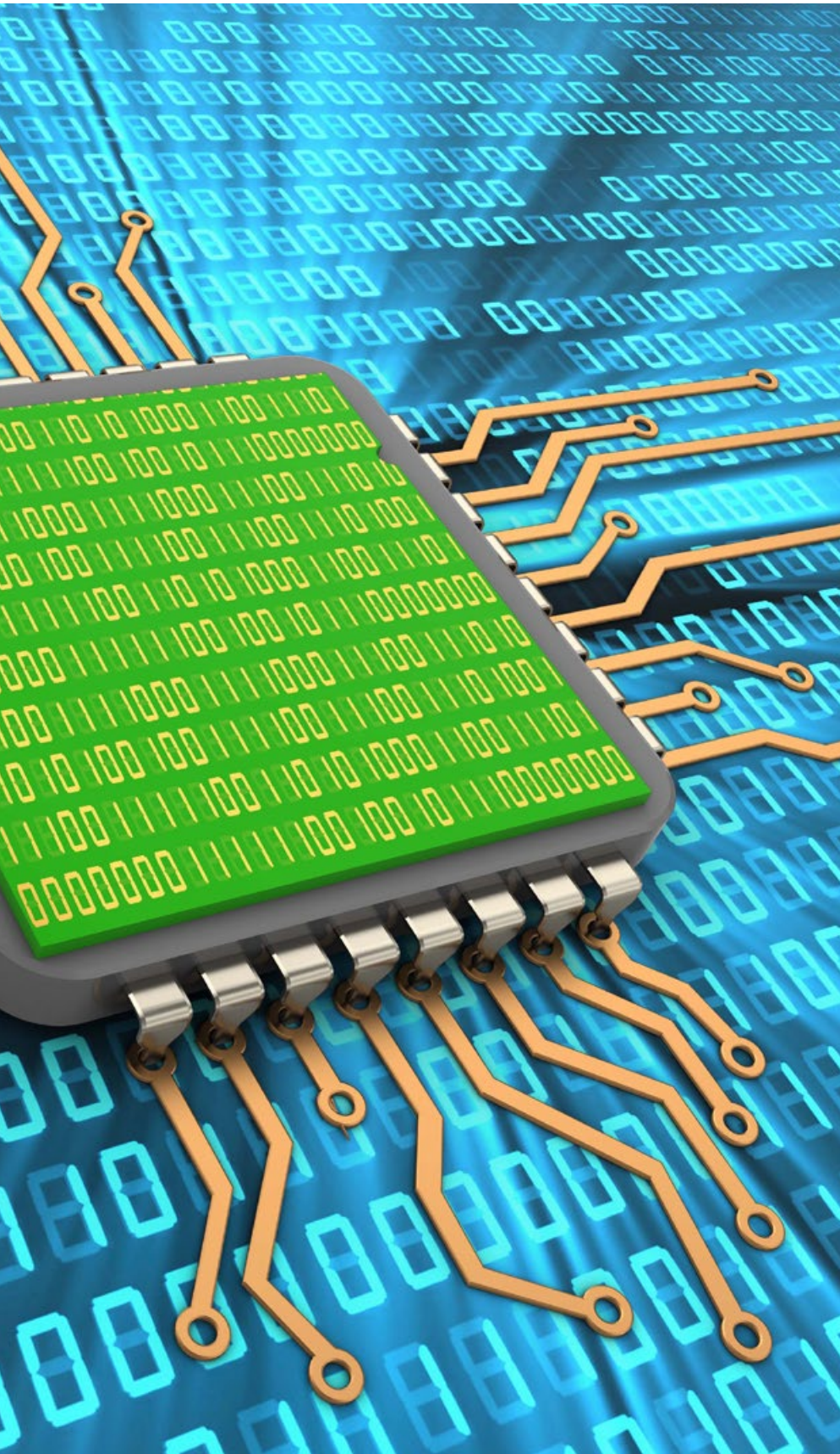
dación sin ánimo de lucro encargada de garantizar el mantenimiento y evolución de la ISA, desarrollar todo el conjunto del ecosistema (herramientas, librerías, aplicaciones, etc.) y conectar la comunidad con todos los agentes del ecosistema (industria, academia, instituciones reguladoras...).

Tras los intentos de varias ISA, como MIPS, SPARK, etc., RISC-V se ha consolidado como la opción con mayor tasa de adopción universal.

RISC-V destaca por su naturaleza *open-source* y por ser un estándar dirigido por la comunidad, que participa activamente en la definición de nuevas

**RISC-V es un estándar joven y abierto que define un repertorio de instrucciones (Instruction Set Architecture), ISA**





extensiones, en el desarrollo de librerías, herramientas, aceleradores, etc. Es una comunidad diversa que engloba a más de 4.000 miembros de diferentes países, sectores y bagaje técnico.

### **RISC-V ¿moda pasajera?**

Aunque no sea muy conocido para todo el mundo, RISC-V está más presente de lo que pudiera parecer. Existen múltiples soluciones en el mercado que ya incorporan microcontroladores RISC-V. Tal es el caso de GPUs de AMD o Nvidia<sup>4</sup>. Y sigue ganando popularidad rápidamente en múltiples segmentos de negocio, siendo el sector de sistemas empujados para IoT el de mayor éxito.

En realidad, los campos de aplicación son ilimitados y las proyecciones de mercado para los próximos años no son nada despreciables, máxime teniendo en cuenta el tiempo de vida del estándar.

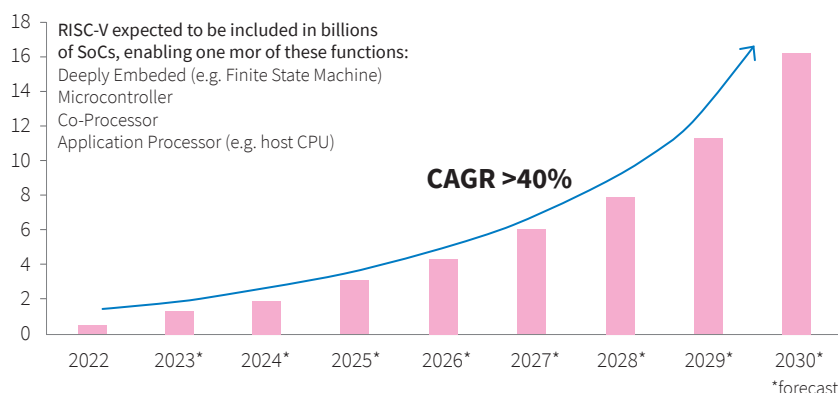
Se estima que la cuota de mercado para el 2025 supere el 14% del mercado de los procesadores y el 28% del mercado en IoT. Esto supone más de 20.000 millones de chips de IoT. Proyectándose a 2030, RISC-V alcanzará el 27% de los aceleradores de IA en el sector de automoción y el 20% de las infraestructuras de comunicación para 5G.

### **¿Por qué elegir RISC-V?**

Es fácil caer en la tentación (y en la falacia) de asociar ‘estándar abierto’ con ‘gratis’ o de ‘baja calidad’. RISC-V es un estándar abierto y accesible que permite el acceso sin costes, ni barreras de entrada a su repertorio de instrucciones (ISA).

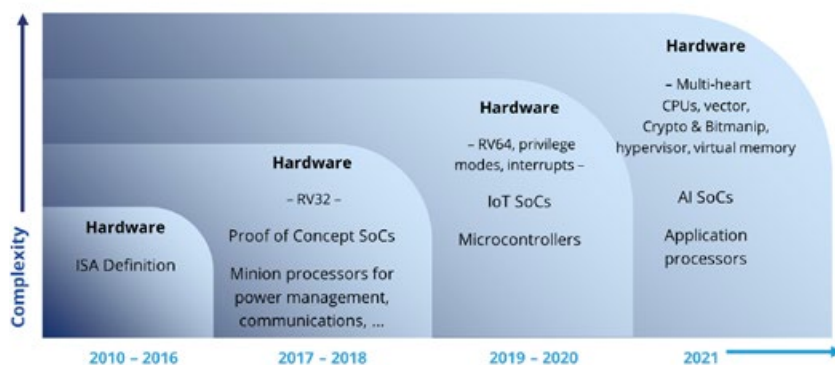
Está disponible al público en general en su página web y su repositorio de GitHub<sup>5</sup>. Esto no implica que los productos o soluciones que se desarrollen a partir de la ISA tengan que ser gratuitos. Podríamos aplicar el símil de las palabras del diccionario (ISA), y una obra literaria (solución). Las primeras están disponibles al público, mientras que las obras literarias que utilizan esas palabras pueden o no ser gratuitas. Todo dependerá del tipo de licencia que aplique el autor a la obra. Lo mismo ocurre en el ecosistema RISC-V.

## Velocidad de adopción de RISC-V en el mercado



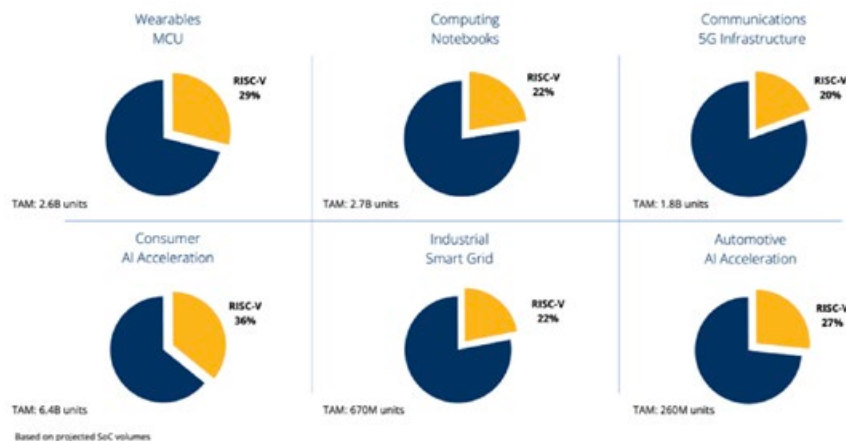
Fuente: The SHD Group, noviembre 2023.

## La evolución del RISC-V



Fuente: RISC-V International.

## Proyección del mercado para RISC-V en 2030



Fuente: The SHD Group, noviembre 2023.

En este artículo no entraremos en detalles sobre los distintos tipos de licencias que se pueden aplicar al desarrollo del software y hardware. Basta decir que existen muchos ejemplos de desarrollos RISC-V disponibles en abierto.

La comunidad RISC-V tiene muy presente la importancia y el valor de contribuir activamente en el ecosistema de hardware y/o software abierto. Como resultado de esto, es posible encontrar diversos recursos, desde contenidos educativos hasta herramientas, librerías o módulos hardware. Estos son sólo una muestra del material que se puede encontrar. No cabe duda del efecto tractor de estas contribuciones, pues fomentan una retroalimentación positiva sobre el mismo ecosistema, convirtiéndose en un fuerte motor de la innovación.

Un aspecto importante que aporta RISC-V en contraposición a algunas ISA más maduras (y por todos conocidas) es la democratización del área de arquitectura de computadores. No hay barreras para diseñar soluciones sumamente generalistas, o altamente específicas, conservadoras, personalizadas... Esta libertad ofrece una flexibilidad sin precedentes.

Si cada miembro de la comunidad busca desarrollar su producto ¿cómo garantizar la compatibilidad entre soluciones? (máxime cuando pensamos en las capas software, empezando por el sistema operativo). Es más, ¿cómo se gestiona esta flexibilidad y libertad para evitar la fragmentación del ecosistema? RISC-V ha desarrollado cuatro conceptos jerárquicos que permiten lidiar con esta problemática:

- Instrucción: concepto más básico.
- Extensión: conjunto de instrucciones que tienen una finalidad específica
- Perfil (*profile*): define un acuerdo entre desarrolladores hardware y software para garantizar la interoperabilidad entre soluciones, que incluye un conjunto de extensiones obligatorias y optativas. Un ejemplo de esto es el *profile* RVA23<sup>6</sup>.
- Plataforma (*platform*): define el conjunto de procesos, requisitos y reque-

## Tras los intentos de varias ISA, como MIPS, SPARK, etc., RISC-V se ha consolidado como la opción con mayor tasa de adopción universal

imientos que ha de cumplir una solución compleja, como por ejemplo la plataforma para *data centers* basados en RISC-V.

### Soberanía tecnológica europea, ¿mito o realidad?

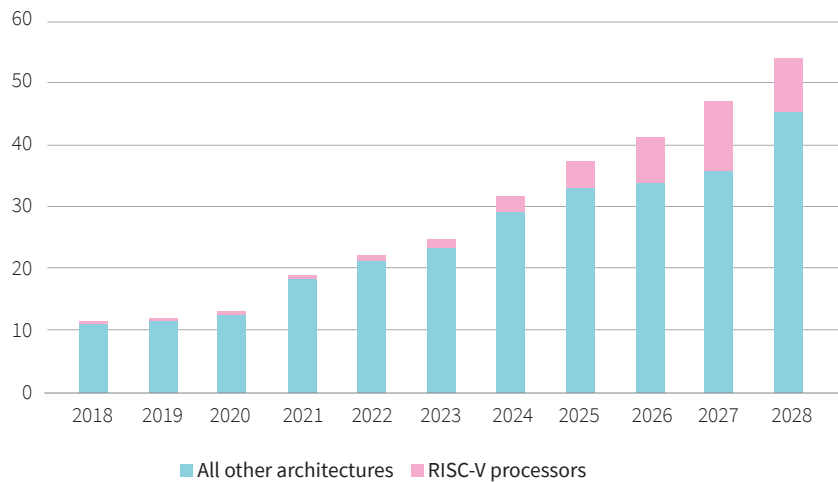
Hablar de RISC-V de manera general permite dar respuesta a ciertas preguntas, pero no ayuda a entender cuál es la realidad europea. Nuestro continente tiene la capacidad de coordinar fondos públicos y privados de muchos países para que las universidades y centros de investigación sean un motor de innovación. A partir de esto, se realiza transferencia tecnológica hacia las empresas.

Sostener esta dinámica de trabajo requiere de inversión, y la Comisión Europea es consciente de esta realidad. De ahí que su papel sea fundamental para impulsar una estrategia tecnológica sólida. Por un lado, como mecanismo de inversión y apuesta por el talento, y por otro como organismo regulador que vela por el cumplimiento de los objetivos estratégicos marcados.

La apuesta real de la Comisión Europea por RISC-V comenzó con su apoyo al proyecto EPI<sup>7</sup> (European Processor Initiative) en 2019. Desde entonces, no ha dejado de invertir en conocimiento para posicionar a Europa como referente internacional en el área de microelectrónica y semiconductores, con una apuesta clara en estándares abiertos.

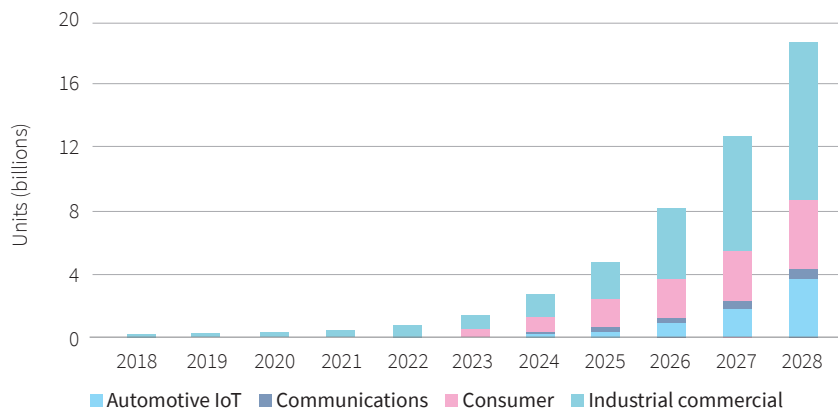
No debemos caer en la tentación de simplificar y menospreciar la alta complejidad de la cadena de suministro y producción de chips. Sin embargo, tampoco pode-

### Proyección del mercado de procesadores para IoT



Fuente: Omdia, RISC-V in the IoT, Análisis 2023.

### Proyección del mercado de IoT por sectores



Fuente: Omdia, RISC-V in the IoT, Análisis 2023.

mos olvidar uno de los factores determinantes en el éxito de cualquier estrategia tecnológica: el factor humano, el talento.

Aquí, Europa tiene mucho que decir, y lo está demostrando. RISC-V es un vehículo ideal para formar a las presentes y futuras generaciones de profesionales. Y, sí, efectivamente las ingenierías son el pilar

sobre el que desarrollar una estrategia fuerte a medio y largo plazo. Ingenierías como la de Telecomunicación que forma perfiles versátiles y flexibles capaces de enfrentarse con éxito a las demandas del sector de los semiconductores. Si a ello le sumamos los recursos y el conjunto ilimitado de posibilidades que brinda RISC-V... el futuro es prometedor. ▀

#### Referencias

<sup>1</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/David\\_A.\\_Patterson](https://es.wikipedia.org/wiki/David_A._Patterson)

<sup>2</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Krste\\_Asanovi%C4%87](https://en.wikipedia.org/wiki/Krste_Asanovi%C4%87)

<sup>3</sup> <https://riscv.org/>

<sup>4</sup> <https://riscv.org/news/2024/10/nvidia-to-ship-a-billion-of-risc-v-cores-in-2024/>

<sup>5</sup> <https://github.com/>

<sup>6</sup> [https://lists.riscv.org/g/tech-golden-model/attachment/265/0/rva23-profiles-internal-review-20240321%20\(1\).pdf](https://lists.riscv.org/g/tech-golden-model/attachment/265/0/rva23-profiles-internal-review-20240321%20(1).pdf)

<sup>7</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/European\\_Processor\\_Initiative](https://en.wikipedia.org/wiki/European_Processor_Initiative)

**ALFONSO GABARRÓN.**

Director gerente de la Asociación Española de la Industria de Semiconductores (AESEMI).

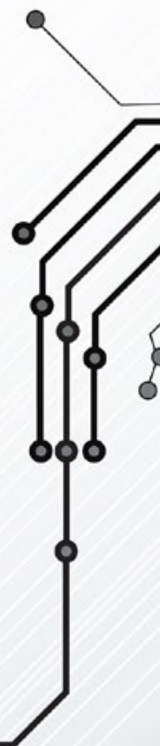
**JUAN CARLOS LÓPEZ.**

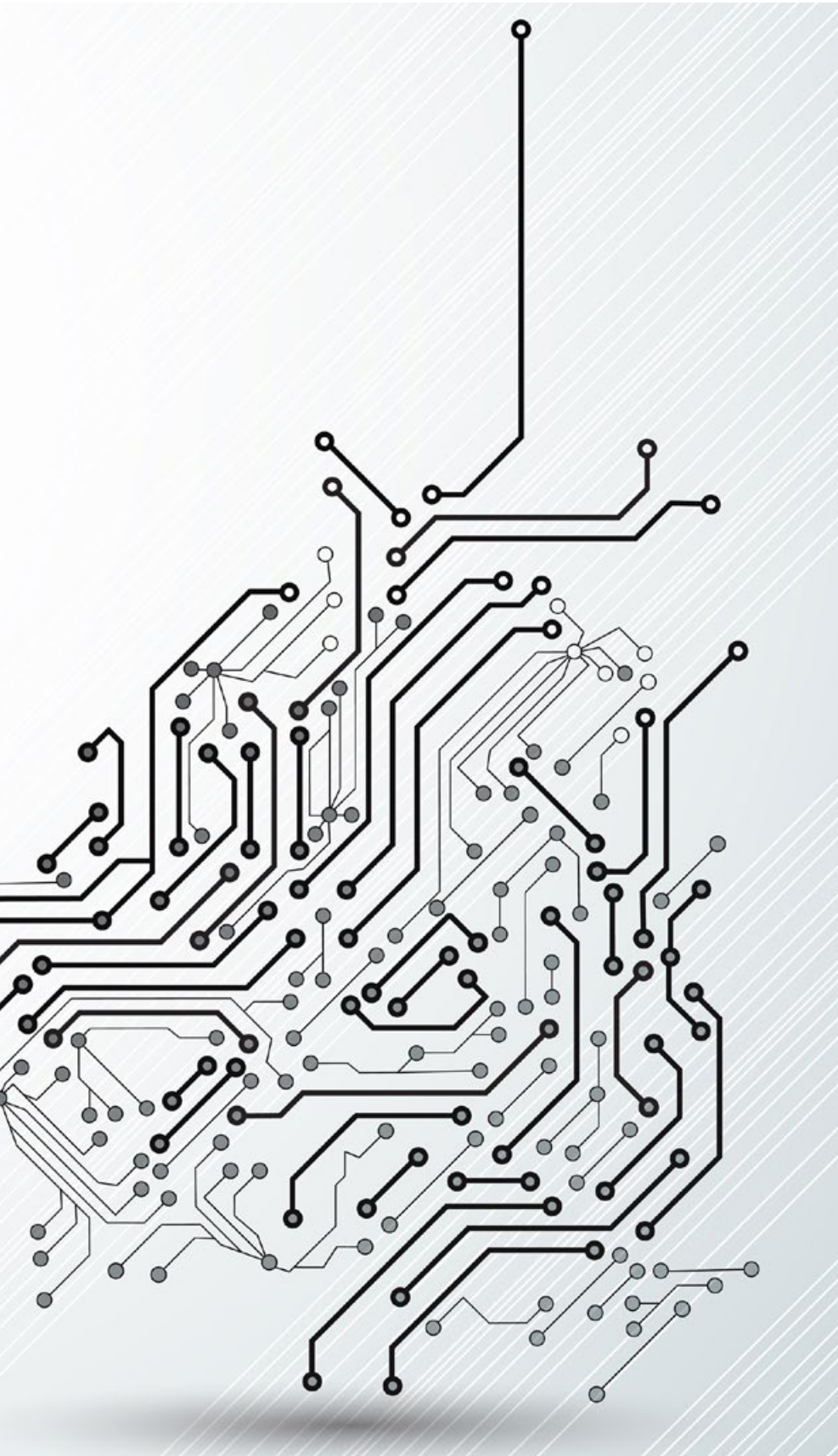
Miembro del Comité de Expertos del PERTE de Microelectrónica y Semiconductores (Ministerio de Transformación Digital y Función Pública) y director de la Cátedra Chip de la Universidad de Castilla-La Mancha.

## ► PERTE Chip

### La contribución de España a la apuesta de Europa por la soberanía tecnológica

En los últimos años, la crisis de suministro de semiconductores y las tensiones geopolíticas, especialmente entre Estados Unidos y China, revelaron la vulnerabilidad de depender de la producción asiática. Este escenario impulsó a gobiernos y regiones de todo el mundo, incluyendo a Estados Unidos, Japón y la Unión Europea, a lanzar políticas orientadas a recuperar capacidades estratégicas de fabricación de microelectrónica. En este contexto, **la Unión Europea busca reducir su dependencia de Asia y fortalecer su industria**, especialmente ante el impacto en sectores clave como el automotriz y el tecnológico.





España se unió a este esfuerzo global de Europa con el lanzamiento del Proyecto Estratégico de Microelectrónica y Semiconductores (PERTE Chip). Este programa tiene como objetivo impulsar el ecosistema nacional de semiconductores mediante el desarrollo de capacidades industriales. Aunque España no cuenta con fábricas de chips avanzados debido al elevado coste de las tecnologías de fabricación, el PERTE Chip pretende fomentar la producción en procesos auxiliares y reforzar la investigación y el diseño en el país.

Así pues, el PERTE Chip busca posicionar a España en el mercado global de semiconductores, aprovechando sus fortalezas en investigación, desarrollo y el talento de sus ingenieros. Con más de 30 universidades con programas de microelectrónica y centros de investigación de referencia, como el Centro Nacional de Microelectrónica y el Centro de Supercomputación de Barcelona, el país tiene una base sólida para liderar en nichos específicos de la industria.

#### ¿En qué consiste el PERTE Chip?

El PERTE Chip se erige como una iniciativa crucial del gobierno español, dotada con un presupuesto sustancial de 12.250 millones de euros provenientes de los fondos europeos Next Generation EU, y que pretende impulsar la industria de microelectrónica y semiconductores en el país.

Esta iniciativa no se limita a ser un mero programa de inversión, sino que se configura como una estrategia integral que abarca toda la cadena de valor, desde la investigación y el desarrollo hasta la

**EL PERTE**  
**Chip tiene como**  
**objetivo impulsar el**  
**ecosistema nacional**  
**de semiconductores**  
**mediante el desarrollo**  
**de capacidades**  
**industriales**

## Los cuatro ejes del PERTE Chip

EJE  
1

### Refuerzo de la Capacidad Científica

Se centra en la investigación y desarrollo de tecnologías de vanguardia en microprocesadores, abarcando áreas como las arquitecturas RISC-V, la fotónica integrada y los chips cuánticos. Este eje busca consolidar la posición de España en la vanguardia de la innovación en semiconductores.

EJE  
2

### Estrategia de Diseño

Se orienta a fortalecer el ecosistema de diseño español. Busca fomentar la creación de empresas *'fabless'*, que se especializan en el diseño de chips sin tener capacidad de fabricación propia. El desarrollo de pilotos de pruebas y la formación de capital humano especializado son elementos clave de este eje.

EJE  
3

### Construcción de Plantas de Fabricación en España

Tiene como objetivo atraer inversiones para la construcción de plantas de fabricación de semiconductores en España. Se busca no sólo aumentar la capacidad de producción, sino también atraer tecnología de punta, incluyendo la posibilidad de fabricar chips con tecnología por debajo de los 5nm.

EJE  
4

### Dinamización de la Industria de Fabricación TIC española

Se centra en la realización de un análisis profundo de la cadena de valor de la industria TIC en España. Su objetivo es identificar las fortalezas y debilidades del sector, así como los sectores con mayor potencial de crecimiento.

fabricación. Su importancia radica en su objetivo de fortalecer la autonomía estratégica de España y de la Unión Europea en un sector que se ha vuelto fundamental para la economía global.

Para alcanzar sus cuatro ejes principales (ver cuadro adjunto), el PERTE Chip incluye actuaciones clave que reflejan su ambición de fortalecer el futuro tecnológico de España. Una de las principales iniciativas es el desarrollo de proyec-

tos de I+D+i en áreas estratégicas, que abarcan microprocesadores avanzados, fotónica integrada, chips cuánticos y arquitecturas alternativas como RISC-V, con el fin de impulsar la innovación en el sector y generar nuevo conocimiento.

En cuanto a la formación de capital humano, tiene como objetivo impulsar una red de educación y capacitación en semiconductores para cubrir la creciente demanda de profesionales especializados. En el ámbito puramente empresarial, también contempla la creación de un fondo de chips destinado a financiar *startups*, *scaleups* y Pymes innovadoras en el sector, impul-

sando el crecimiento de empresas con alto potencial de innovación.

### Las cátedras Chip: un instrumento transversal

Entre los instrumentos que el PERTE Chip ha puesto en marcha hasta el momento, las cátedras universitarias han sido uno de los más representativos, siendo valorado muy positivamente por el sector que ha destacado su necesidad y, por tanto, la oportunidad de su convocatoria. Las cátedras constituyen un vehículo de colaboración universidad-empresa que facilita la formación de profesionales y la realización de proyectos de I+D+i con impacto industrial.

Con una financiación mixta, pública (PERTE Chip, hasta un 85%) y privada (empresas asociadas, no menos de un 15%), las cátedras responden de forma directa a dos de los ejes que plantea el PERTE Chip (ver cuadro adjunto): por un lado, el refuerzo de la capacidad científica y una estrategia en el ámbito del diseño de sistemas microelectrónicos basados en arquitecturas abiertas y, por otro, la creación de una red de educación, formación y capacitación que fortalezca el capital humano del sector.

La transversalidad de las acciones financiadas por las cátedras las posiciona (junto con las cátedras de Inteligencia Artificial, convocadas con anterioridad) como un elemento singular en cuanto a programas de financiación pública en el ámbito tecnológico. Si bien la financiación de proyectos de I+D en colaboración entre el sector público (universidades e instituciones de investigación) y el sector privado resulta un instrumento habitual en cuanto a políticas públicas, la inclusión de actividades formativas igualmente financiadas, en la misma convocatoria, y respondiendo al ámbito al que se circunscriben los proyectos, resulta ciertamente diferenciador.

La necesidad de profesionales en el sector de la microelectrónica y los semiconductores, claramente identi-

## Con más de 30 universidades con programas de microelectrónica y centros de investigación de referencia, el país tiene una base sólida para liderar en nichos específicos de la industria

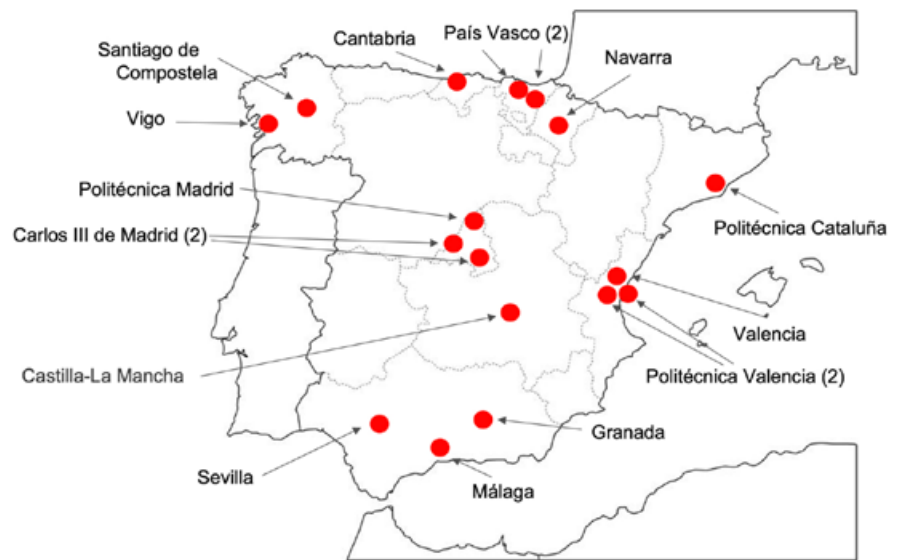
cada en diversos informes, recibe así respuesta en el contexto más adecuado que es el de la colaboración entre universidad y empresa.

Las cátedras han supuesto, pues, un claro impulso a los objetivos del PERTE Chip anteriormente mencionados a través de la actividad de las universidades en los tres pilares que las sustentan, formación, investigación y transferencia. Además, las cátedras deberán provocar claramente la necesaria colaboración universidad-empresa, tantas veces considerada como insuficiente en opinión de las dos partes (aunque siempre por motivos diferentes).

Convocadas en agosto de 2023, se han financiado un total de 17 cátedras en 15 universidades (en nueve comunidades autónomas) con la colaboración de más de 80 empresas y con un presupuesto de más de 54 millones de euros, de los cuales alrededor de 45 corresponden a financiación pública.

Si bien la duración prevista era de cuatro años (el último de los cuales se financiaba con la aportación privada), el retraso producido en la resolución definitiva ha provocado que dicha duración se reduzca a tres años, debiendo finalizar el periodo de financiación pública en junio de 2026 (finalización obligada en la aplicación de los fondos europeos), y prolongándose hasta junio de 2027 con la contribución de las empresas participantes.

Universidades adjudicatarias de Cátedras PERTE Chip.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la resolución de la convocatoria de cátedras Chip (Ministerio de Transformación Digital y Función Pública).

Los proyectos financiados se orientan a distintos campos del ámbito de la microelectrónica y los semiconductores (diseño microelectrónico, arquitecturas abiertas, sensores, materiales, fabricación, encapsulado y test, fotónica...), dependiendo de la experiencia de los grupos investigadores participantes en cada una de las universidades adjudicatarias. El objetivo es abordar dichos proyectos de I+D aplicada, que incluya la formación de doctores, y que se oriente a resolver las necesidades de las empresas colaboradoras.

Igualmente, los programas formativos que se han establecido tienen diversas duraciones y orientaciones temáticas. Algunas universidades donde no existían itinerarios previos en el campo de la microelectrónica han optado por el diseño específico de ciclos formativos (a nivel de máster), centrándose de nuevo en el ámbito de especialización de la cátedra. En aquellas otras universidades donde existían itinerarios for-

mativos previos, la decisión adoptada ha sido el desarrollo de cursos profesionalizantes de corta duración basados en 'microcredenciales'.

### Retos y desafíos

En conclusión, El PERTE Chip supone una apuesta ambiciosa para el desarrollo de un sector esencial para la soberanía tecnológica de España y, por ende, de Europa. Sin embargo, su éxito enfrenta desafíos, principalmente relacionados con la ejecución eficiente y rápida de los fondos disponibles.

Por su origen (Next Generation EU), estos fondos requieren que las inversiones se implementen en un periodo limitado, lo cual podría no ser suficiente para desarrollar un ecosistema de semiconductores robusto en el corto plazo. La apuesta de España por este sector dependerá de su capacidad para gestionar eficazmente estos fondos y, sobre todo, de mantener en el futuro un apoyo firme y continuado. ▴

## El PERTE Chip está dotado con un presupuesto sustancial de 12.250 millones de euros provenientes de los fondos europeos Next Generation EU

# María Ángeles Marced

Premio a la Trayectoria Profesional 2024 del COIT

## «El PERTE Chip nace muy ambicioso, pero debemos construir desde los cimientos»

María Ángeles Marced, galardonada con el Premio a la Trayectoria Profesional 2024 por el COIT, **es una de las figuras más influyentes en la industria global de los semiconductores**. Inició su carrera en Intel, para después ocupar cargos clave en Fujitsu, Philips y NXP Semiconductors, hasta convertirse en presidenta de TSMC Europa. Ha presidido el Consejo de Liderazgo de EMEA de la Global Semiconductor Alliance e impulsado importantes iniciativas como el EU Chips Act y el PERTE Chip.

### ¿Cuál puede llegar a ser el papel de Europa en la industria de los semiconductores?

Hablar de competencia en el mercado de semiconductores es un poco baladí, porque hasta la pandemia ha sido una industria completamente global. Asia, liderada por Taiwán y Corea del Sur con empresas como TSMC y Samsung, ha sido el centro de la fabricación. Estados Unidos ha dominado el diseño, especialmente en Silicon Valley, mientras que Europa se ha especializado en áreas como la litografía avanzada y chips especializados para automóviles e industria. Con la llegada de la pandemia y las tensiones geopolíticas, quedó claro que la cadena de suministro global era frágil, lo que llevó a gobiernos a repensar la necesidad de soberanía tecnológica.

El EU Chips Act es un intento de fortalecer esta posición, no para superar a

Asia o Estados Unidos de inmediato, sino para garantizar que no dependamos totalmente de ellos. Se busca construir un ecosistema equilibrado, capaz de resistir shocks globales.

No obstante, este camino presenta desafíos, especialmente porque la innovación en semiconductores se nutre de economías de escala globales. La localización podría frenar este avance, pero confío en que la Inteligencia Artificial (IA) y otros desarrollos tecnológicos compensen esa posible desaceleración.

### España ha hecho su apuesta con el PERTE Chip. ¿Crees que se están cumpliendo las expectativas que se planteaban? ¿Son suficientes las iniciativas realizadas hasta ahora?

El PERTE Chip nace muy ambicioso, pero siempre he dicho que España debe empezar por los cimientos,

no por el tejado. Nuestro país no ha tenido históricamente una industria de semiconductores fuerte, más allá de algunos actores importantes.

Siempre he aconsejado que lo primero es invertir en centros de diseño. Si hay suficientes centros de diseño, la demanda de fabricación llegará de manera natural, lo que abrirá las puertas a que los grandes fabricantes consideren instalarse aquí. El PERTE Chip ha dado un paso importante con las cátedras, que son un buen inicio para generar talento especializado.

En cuanto a las tecnologías emergentes, debemos apostar por sectores donde todavía no hay un claro líder, como la fotónica y la potencia de alto nivel. Estas áreas ofrecen oportunidades para que un país pueda destacarse. Por ejemplo, España tiene una *know how* en fotónica en ciudades como Valencia, Madrid, Barcelona y Vigo.

### ¿Con qué tecnologías se desarrollará el futuro del sector microelectrónico? ¿Qué análisis haces de la pugna entre los actuales actores principales, China y Estados Unidos?

La famosa Ley de Moore, que ha guiado la industria durante décadas, se está volviendo cada vez más difícil de

“

**Nuestro país no ha tenido históricamente una industria de semiconductores fuerte, más allá de algunos actores importantes**

“

**Debemos apostar por sectores donde todavía no hay un claro líder, como la fotónica y la potencia de alto nivel**

emoción  
conect



cumplir. Nos acercamos al límite físico de la miniaturización con transistores que ya casi alcanzan el nivel de átomo. Por eso, el futuro del sector se tendrá que apoyar en otras soluciones, como por ejemplo la exploración de nuevos materiales o enfoques innovadores como la fabricación 3D, que permite integrar mucho más.

Luego hay otro tipo de tecnologías fundamentales, que ya he comentado. La fotónica es prometedora, porque permite transmitir datos a mucha más velocidad, reduciendo el consumo energético. Y la cuántica que, aunque

revolucionaria, todavía está en una fase de prototipación, por lo que hay que esperar para ver su impacto.

**Has sido una de las Ingenieras de Telecomunicación más influyentes en un sector dominado históricamente por hombres. ¿Qué consejos darías a las jóvenes ingenieras que se plantean trabajar en la industria de la microelectrónica y qué cambios son necesarios para impulsar la presencia de la mujer en el sector tecnológico?**

Siempre he dicho que la innovación es una de las cosas más emocionantes del mundo. A las ingenieras y también

a los ingenieros les diría que esta es una industria fascinante, donde cada día puede ser un desafío diferente. En el campo tecnológico la innovación pasa por los semiconductores.

El esfuerzo y la dedicación son esenciales, pero también lo es rodearse de personas que te apoyen. En mi caso, mi marido ha sido un pilar fundamental, dejándolo todo para acompañarme por toda Europa.

Me siento muy afortunada también de haber conocido a pioneros de la industria como Andrew Grove y Gordon Moore, que fueron una inspiración para mí. ▀



Emilio Gayo

Presidente de Telefónica España. Ingeniero del Año 2024 del COIT.

## «Estamos afianzando las redes de los próximos 100 años»

Emilio Gayo, presidente de Telefónica España, ha sido galardonado con el premio Ingeniero del Año 2024 del COIT por su extensa trayectoria profesional. En esta entrevista concedida a la revista BIT, **revisa tanto los proyectos de futuro de Telefónica España como los principales retos a los que se enfrenta el sector de las telecomunicaciones en España y Europa.**

### **Echemos la vista atrás, ¿qué te motivó a elegir la carrera universitaria de Ingeniero de Telecomunicación?**

Elegí y elegiría nuevamente la Ingeniería de Telecomunicación porque me gustan los desafíos, la tecnología y la oportunidad de tener un impacto real en la sociedad, formando parte activa en la construcción de un futuro mejor para todos. En mi opinión, los Ingenieros de Telecomunicaciones somos como los magos modernos. Es inimaginable un día sin internet o sin poder enviar un simple mensaje de texto.

En un mundo donde la tecnología avanza a mucha velocidad, estamos siempre un paso por delante, innovando y mejorando la vida de las personas. Nuestra dedicación y pasión por lo que hacemos son y deben seguir siendo inspiradoras. Nuestra profesión siempre ha sido útil y se ha demostrado recientemente. En estos momentos es algo esencial, y con

nuestro conocimiento somos capaces de proveer todos los servicios que necesitan nuestros clientes, la ciudadanía y la sociedad en general.

### **En 2024 se ha celebrado el Centenario de Telefónica. ¿Cuáles dirías que son las principales líneas estratégicas de la compañía para los próximos años?**

En este año de Centenario, estamos afianzando las redes de los próximos 100 años. En la compañía sentimos un enorme orgullo pues pocas empresas llegan a cumplir un siglo, pero también se está reforzando, más si cabe, nuestro compromiso con la sociedad española, a la que tanto tiempo llevamos emocionalmente ligados.

Nuestro liderazgo se consigue con una transformación permanente, igual que se han transformado las telecomunicaciones. Ya no somos una compañía con redes de cobre dedicada a la voz,

sino un referente mundial en FTTH y un operador destacado en 5G. Así, ponemos a disposición de todos nuestros clientes una red de altas prestaciones y avanzamos firmemente para contar con una red fija 100% fibra.

En redes móviles, seguimos liderando el 5G de altas prestaciones o 5G+, gracias a nuestro impulso en la banda de 3.500 MHz, que ya está presente en más de 1.400 municipios.

Todo esto nos ayuda a seguir creciendo de una manera sostenible, a la vanguardia de la actual transición tecnológica, pero con la vista puesta en las personas y en nuestros clientes, a través de nuestras marcas Movistar y O2.

Aplicamos nuevas tecnologías para cubrir las necesidades de los clientes particulares, como por ejemplo con Movistar Cloud, que permite el almacenamiento seguro e ilimitado en la nube, o Protección Digital, orientada a proteger a los clientes frente a las amenazas de webs fraudulentas, mantener a salvo sus dispositivos, preservar sus datos personales y bloquear contenidos sensibles para menores.

También en el ámbito del B2C se han optimizado los procesos comerciales

“

**La Ley de las Redes Digitales es la oportunidad de la UE para impulsar la competitividad y la sostenibilidad del sector de las telecomunicaciones**



con soluciones de IA y biometría para reforzar la seguridad en las gestiones de los clientes, mejorar su atención y evitar fraudes. Estamos además avanzando para poner a disposición de nuestros clientes soluciones que les ayuden a sumarse a la revolución de la IA.

Por todo ello, nuestros clientes son más fieles que nunca a nuestros productos y servicios, con un *churn* en su mínimo de la década. Todo esto se encuadra en una oferta completa de productos y servicios que va desde el entretenimiento televisivo o al vertical de salud, pasando por las alarmas con MPA o la energía con Solar360.

De cara a las empresas, mantenemos nuestro rol destacado como principal

agente digitalizador de este país, ya no sólo somos un integrador de comunicaciones, sino también y muy especialmente un integrador de servicios IT. Coordinamos soluciones y herramientas tecnológicas propias y de terceros, facilitamos la interoperabilidad y damos soporte a largo plazo para estas soluciones.

Un ejemplo es Smart Workplace, un ecosistema tecnológico 100% modular presente en más de 700 empresas que sirve para evolucionar el puesto de trabajo, identificando iniciativas de automatización para aquellas actividades que no aporten valor al trabajador, basándonos nuevamente en IA, analítica de datos, computación en nube y ciberseguridad.

En definitiva, estamos experimentando un fuerte impulso del sector B2B y aspiramos siempre al liderazgo gracias a nuestras redes, distinguiéndonos con el lanzamiento de servicios pioneros como el Network Slicing 5G para empresas.

**El informe encargado por la Comisión Europea a Mario Draghi pone de manifiesto que Europa tiene un reto importante de competitividad ¿Qué está frenando el crecimiento y la innovación en Europa?**

La situación mundial actual no ayuda al crecimiento de Europa debido a tensiones geopolíticas, a la disputa por el avance tecnológico entre Estados Unidos y China o al creciente riesgo en suministros energéticos y de materias primas.

“

**La IA generativa está teniendo un impacto profundo en los aspectos tanto sociales como económicos**

Estos factores han dejado expuesta la dependencia de la Unión Europea con terceros, así como la pérdida de competitividad en el Viejo Continente. Es el momento de acelerar la búsqueda de un crecimiento económico sostenible. Para ello, la digitalización es fundamental para mejorar y reforzar la competitividad y, por tanto, aumentar la productividad y la innovación.

Para impulsar la digitalización se debería, entre otras cosas, promover un ecosistema que favorezca la innovación, fomentar tecnologías emergentes como la IA, invertir en formación digital, transformar la regulación hacia un mercado único resiliente o fortalecer al sector telco como habilitador de toda esta transformación.

Facilitar un entorno favorable a la inversión y a la innovación, generando riqueza que se distribuya de forma equilibrada, es la única manera de prosperar. En este sentido, la Ley de las Redes Digitales es la oportunidad de la UE para impulsar la competitividad y la sostenibilidad del sector de las telecomunicaciones, así como su compromiso con el desarrollo de innovadoras infraestructuras de conectividad, en beneficio de los ciudadanos, la economía, y la defensa y seguridad europea.

**La transformación digital está redefiniendo nuestras vidas ¿Hasta qué punto supondrá un cambio de época? ¿Cómo crees que se puede hacer accesible esta transformación en las pequeñas y medianas empresas?**

La transformación digital cambia no sólo cómo interactuamos y trabajamos, sino también cómo vivimos. La digitalización no es simplemente una moda pasajera; es una condición *sine qua non* para sobrevivir y crecer en un mundo interconectado.

Para que las Pymes puedan adaptarse y crecer en este entorno, es crucial que la transformación digital sea accesible y por ello hay que trabajar aspectos como la educación y capacitación, ofrecer una infraestructura de alta calidad a precios competitivos y proporcionar asesoría personalizada e incentivos financieros que faciliten la inversión en tecnología digital. La transformación digital es un desafío, pero también una oportunidad para las Pymes.

Al hacer que esta transformación sea accesible, no sólo ayudamos a las empresas a prosperar, sino que también contribuimos al crecimiento de nuestra sociedad, más si cabe en

un país como el nuestro, donde el tejido empresarial está principalmente compuesto por Pymes.

**¿Qué papel juegan los Ingenieros de Telecomunicación en esta transformación?**

Los Ingenieros de Telecomunicación desempeñan un papel crucial en la transformación digital. Son los facilitadores clave del cambio al habilitar la infraestructura que lo hace posible, ya que cubren las necesidades de perfiles expertos en la arquitectura de la infraestructura, su optimización, la innovación tecnológica, la integración de sistemas, los análisis de datos, la capacitación a su vez de nuevos profesionales o el soporte y mantenimiento de todo el ecosistema. Los Ingenieros de Telecomunicación somos fundamentales para facilitar esta transformación.

**¿Cómo valoras la actividad desarrollada por el COIT en este sentido?**

Altamente significativa. En nuestro sector, somos los primeros en acercarnos y lidiar con el futuro, y en este sentido, la promoción que realiza el COIT acerca de esta transformación digital es fundamental, organizando eventos y congresos para discutir los desafíos y oportunidades que presenta este cambio. Muy relevante es además cómo el COIT fomenta la capacitación a través de programas de formación, cursos o los grupos de trabajo de expertos.

Además, los servicios que se ofrecen desde el Colegio como la asesoría jurídica y fiscal, las ofertas de empleo, los programas de mentorización o los planes de promoción de los estudios de telecomunicación, aportan a ciudadanos y empresas seguridad y tranquilidad.

“

**Para que las Pymes puedan adaptarse y crecer en este entorno, es crucial que la transformación digital sea accesible**



Entrega del Premio IT 2024 del COIT. De izquierda a derecha, José María Álvarez-Pallete, presidente ejecutivo de Telefónica; Emilio Gayo, presidente de Telefónica España; Marta Balenciaga, decana-presidente del COIT, y Oscar López, ministro para la Transformación Digital y de la Función Pública.

lidad para enfrentarse a estos retos. Por último, no quisiera olvidarme del compromiso con Telefónica a través de acuerdos de colaboración con el COIT. Por ejemplo, con los visados de trabajos profesionales y la formación continua de los ingenieros de la Oficina Técnica de Visados que ha sido clave en nuestra apuesta por el despliegue de la red de fibra.

**¿Qué le dirías a los jóvenes estudiantes sobre nuestra profesión, en este momento en que a pesar de alta demanda hay menos egresados? ¿Cómo podemos fomentar las vocaciones STEM?**

En esta era digital, el talento es uno de

los grandes desafíos que afrontamos. Asistimos a una brecha de empleo tecnológico, no sólo en España, sino a nivel europeo y mundial.

El talento digital es absolutamente clave. Según el informe 'Anatomía de la brecha de talento tecnológico' de DigitalES, el sector tecnológico y digital sufre un problema de captación. En España hay hasta 120.000 posiciones de perfiles tecnológicos sin cubrir, lo que supone un freno al crecimiento, la innovación, y la competitividad.

A nivel europeo, la Comisión Europea estima que 100 millones de puestos van a verse transformados por la digitalización.

Es decir, las carreras tecnológicas son una gran oportunidad para los jóvenes. Sea cual sea la pasión de cada uno, en las carreras STEM hay cabida para ella y con un objetivo claro: desarrollar lo que las personas necesitan y quieren, tanto para su ocio y entretenimiento como para su día a día en el trabajo o para el emprendimiento. Si buscas trabajar en el sector que lidera el profundo cambio por venir, éste es tu sector.

**¿Cómo está impactando en el paradigma social y económico la llegada de la Inteligencia Artificial generativa y todos los interrogantes que está generando?**

La IA generativa está teniendo un impacto profundo en los aspectos tanto sociales como económicos, cambiando la forma en que interactuamos, trabajamos y creamos. La tecnología por definición es buena y siempre lo será mientras se haga un uso responsable de la misma.

En cuanto al impacto social, está transformando la creatividad, democratizando la creación de contenido y permitiendo que más personas acce-

“

**Facilitar un entorno favorable a la inversión y a la innovación, generando riqueza que se distribuya de forma equilibrada, es la única manera de prosperar**

dan a herramientas que antes eran exclusivas de profesionales. La IA puede automatizar tareas, creando nuevas oportunidades laborales en campos como la gestión de datos, la ética de la IA y el desarrollo de software.

El aumento de la productividad es otra de las claves. En Telefónica la estamos empleando tanto para optimizar procesos como para desarrollar nuevos productos, servicios y experiencias de cliente.

No obstante, hace falta algún tipo de control y directrices éticas de cara al futuro para disipar cualquier preocupación y que el contenido producido por la IA sea convincente y eluda la desinformación o un uso indebido.

### **¿Cuáles son las claves principales para comprender el alcance de la iniciativa Open Gateway?**

Open Gateway es una iniciativa global del sector telco liderada por la GSMA que aspira a transformar las redes de comunicaciones en plataformas. Esto permite abrir las capacidades telco de forma interoperable, intuitiva y programable. Convertimos la red en la mejor aliada para impulsar una nueva generación de servicios digitales, beneficiando a todo el ecosistema, los usuarios y los negocios.

Así, los desarrolladores pueden crear aplicaciones compatibles con las redes telco y las empresas tienen nuevas oportunidades para acelerar su negocio.

En Telefónica llevamos mucho tiempo avanzando en nuestra transformación interna para hacerlo realidad. Gracias a nuestras redes programables y a Telefónica Kernel, la plataforma basada en APIs que permite la construcción de productos y servicios digitales, nuestra apertura es más rápida, más eficiente y sobre valores sólidos, asegurando al cliente la privacidad y el control sobre sus datos. De esta forma, convertimos nuestra red en una plataforma *developer-ready* a través de APIs abiertas, interoperables y estandarizadas.



## **Asistimos a una brecha de empleo tecnológico, no sólo en España, sino a nivel europeo y mundial**

Con Telefónica Open Gateway, enriquecemos servicios ya existentes y ayudamos a la creación de servicios. Actualmente, contamos con 11 APIs de diferentes sectores, por ejemplo, servicios financieros y de seguros o industria y manufacturación.

### **La digitalización es un concepto muy ligado a la sostenibilidad ¿Qué desafíos y oportunidades ofrecen las telecomunicaciones en este contexto?**

Estamos en un momento de doble transición, digital y verde. Y son transiciones gemelas. La digitalización es una palanca para la descarbonización de la economía y para afrontar numerosos retos ambientales.

De igual manera, la conectividad y las soluciones digitales abren posibilidades vinculadas a la formación, el trabajo, la innovación o al emprendimiento, y pueden contribuir a una menor huella de carbono y a frenar el impacto sobre el planeta.

Por ello, extendemos nuestras infraestructuras y desarrollamos tecnologías para acercar la conectividad y los servicios digitales a todos y nos preocupamos porque toda esta infraestructura sea respetuosa.

De hecho, el 100% de nuestro consumo eléctrico procede de fuentes de energía renovables y, gracias a la fibra y el 5G, más eficientes, y a más de 170 soluciones, entre ellas de bajo consumo o refrigeración de equipos, hemos podido reducir nuestro consumo energético un 8,6% comparado con 2015, a pesar de que el tráfico gestionado por nuestras redes ha aumentado 8,6 veces.

Y siendo conscientes de que el mejor residuo es el que no se genera, conta-

mos con un programa de economía circular que fomenta el ecodiseño de productos, la reutilización de equipos y las compras ecoeficientes, con el objetivo de convertirnos en una compañía con residuos cero en 2030.

En cuanto a las oportunidades, la digitalización a su vez es un facilitador para que otros sectores sean más sostenibles a través de la explotación de datos con de la sensorización y el Internet de las Cosas, como por ejemplo la agricultura o la industria.

Asimismo, la conectividad nos acerca a las personas y pone las herramientas para impulsar el desarrollo económico y social, permitiendo a comunidades acceder a educación, salud y oportunidades laborales. Y, por último, promueve la innovación en modelos de negocio que prioricen la sostenibilidad.

### **Para finalizar, ¿qué significa haber sido nombrado Ingeniero del Año 2024 del COIT?**

Es una satisfacción personal, más si cabe en un momento tan especial, poniendo el broche final a un 2024 lleno de emociones y éxitos dentro de la familia Telefónica y sus 100 años como compañía.

Además, estoy doblemente contento al ser reconocido por mis compañeros de profesión, esos perfiles que, al igual que Telefónica, se han ido modernizando con el paso del tiempo, porque, en un sector como el nuestro, o te actualizas o entras en una obsolescencia casi programada.

Gracias al COIT por haberme otorgado este reconocimiento; es a su vez un gran honor recibirlo. Muchas gracias. ▴



**NOELIA MIRANDA.**  
Responsable de Desarrollo Técnico del COIT.

## Oficina Acelera pyme Madrid del COIT

# Asesoramiento y apoyo para la transformación digital

Con poco más de un año en funcionamiento, la Oficina Acelera pyme Madrid del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) se ha consolidado como **un catalizador esencial para la digitalización** de pequeñas y medianas empresas (Pymes) y autónomos en la Comunidad de Madrid.

## Desde su inauguración, la Oficina ha atendido a más de 400 empresas a través de 775 actividades

Desde su inauguración, la Oficina ha atendido a más de 400 empresas a través de 775 actividades que incluyen asesoramientos individuales, diagnósticos digitales y talleres especializados (en los que han participado más de 800 inscritos), destacando su impacto en el desarrollo tecnológico de la región.

La oficina se integra en la red nacional impulsada por Red.es a través de los fondos europeos FEDER, lo que le permite ofrecer servicios gratuitos que incluyen asesoramiento personalizado, organización de eventos informativos y ayuda en la solicitud de programas como el Kit Digital.

Además, la colaboración con entidades locales, como el Ayuntamiento de Alcorcón y su entidad local IMEPE (Instituto Municipal para el Empleo y la Promoción Económica), ha amplificado el alcance y eficacia de sus acciones.

El programa Kit Digital, uno de los pilares de Acelera pyme e iniciativa del Gobierno de España, simboliza la vanguardia de la ayuda pública para la digitalización, ofreciendo soluciones online en áreas cruciales como sitio web y presencia básica en internet, comercio electrónico, gestión de redes sociales, gestión de clientes, BI y analítica, servicios y herramientas de oficina virtual, gestión de procesos, factura electrónica, comunicaciones seguras, ciberseguridad, presencia avanzada en internet o *marketplace*. El programa ha beneficiado a centenares de empresas y sigue disponible para quienes busquen impulsar su presencia en Internet.

Las historias de éxito evidencian cómo una red de apoyo bien estructurada



**Carlos Carretero, presidente de IMEPE, Alcorcón.**

## «Contar con entidades como el COIT nos facilita mucho el trabajo»

**¿Por qué es fundamental que las Pymes se digitalicen y cómo has percibido esta necesidad entre los empresarios de Alcorcón?**

La digitalización del comercio local de Alcorcón es clave para seguir generando nuevas oportunidades económicas y laborales en nuestra ciudad. Estas formaciones no solo sirven para que los negocios de nuestra ciudad puedan seguir creciendo y adaptándose a los nuevos tiempos, sino que creemos que esta transformación puede repercutir en la creación de más y mejores puestos de trabajo para nuestros vecinos.

**¿Qué impacto ha tenido hasta ahora la colaboración con la Oficina Acelera pyme Madrid del COIT?**

Ya vamos por la segunda edición de estos cursos, señal de que las empresas de nuestra ciudad están muy interesadas porque lo ven como una oportunidad. La respuesta en la participación en las diferentes jornadas que hemos organizado ha sido muy buena, y lo que nos transmiten estas empresas es que ven mucho potencial en las herramientas digitales que les ofrecemos para impulsar sus negocios.

**¿Cómo surge la iniciativa de IMEPE Alcorcón para organizar talleres de digitalización?**

Desde el IMEPE trabajamos para dar un servicio público de calidad a las empresas y los trabajadores de la ciudad. Nuestro objetivo es que las empresas y comercios locales de Alcorcón cuenten con nosotros para obtener formación especializada, asesoramiento personalizado y acceso a una bolsa de empleo que favorezca la creación de puestos de trabajo en nuestro municipio. En ese sentido, la colaboración con la Oficina Acelera pyme encajaba perfectamente con nuestros objetivos, y estamos muy satisfechos porque creemos que estamos ofreciendo un servicio realmente útil.

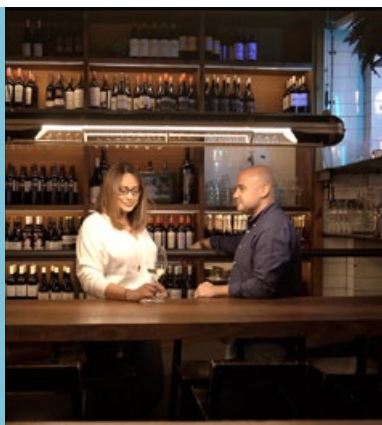
**¿Qué importancia tiene colaborar con entidades como el COIT en la promoción de la digitalización y la innovación?**

Creo que a menudo muchas de las ayudas y servicios a los que pueden acceder las empresas se quedan sin pedir por cuestiones burocráticas o dificultades a las que se enfrentan principalmente las pequeñas y medianas empresas. Desde el IMEPE siempre hemos intentado facilitar estos procesos, y contar con entidades como el COIT nos facilita mucho el trabajo a la hora de conectar a las empresas de Alcorcón con herramientas y asesoramientos de mucha calidad.

# 4 casos de éxito

Algunos casos de emprendedores y empresas que han aprovechado los servicios ofrecidos por la Oficina Acelera pyme Madrid del COIT.

1



## Blank de Noirs Consultores

**Enoturismo inmersivo llevando experiencias de vino y queso a los hogares.**

Antonio Domingo Muñoz, fundador: “Desde nuestra posición como emprendedores con una apuesta muy importante por un concepto innovador como es el de llevar el enoturismo a los hogares de nuestros clientes, el apoyo de Acelera pyme durante las sesiones de trabajo conjunto ha sido fundamental”.

### Aspectos más valorados:

- Apoyo decisivo en la estrategia digital y obtención del Kit Digital.
- Asesoría práctica para mejorar la web y alcanzar clientes clave.

2



## CRACX (The Natural Healthy and Honest Food Company SL)

**Producto innovador de cuidado bucal apto para personas con diversas condiciones.**

María Lourdes Fernández Nogueira, fundadora: “Nos han dado el impulso para seguir innovando, y hemos consolidado nuestra confianza en el proceso de transformación digital como herramienta fundamental para nuestra empresa”.

### Aspectos más valorados:

- Talleres y mentorías que cambiaron su perspectiva empresarial.
- Impulso crucial para seguir innovando y adaptarse al mercado.

3



## Brainsre SL

**Big Data inmobiliaria con soluciones para el mercado español.**

Alejandro Aguirre de Cárcer, director: “Cada vez que surgía un obstáculo, la Oficina Acelera pyme Madrid respondía rápidamente, proporcionándonos instrucciones claras que nos permitieron superar cada dificultad técnica”.

### Aspectos más valorados:

- Asesoría personalizada y solución rápida a las complejidades de las ayudas.
- Orientación detallada que hizo manejable un proceso complejo.

4



## CoachSports

**Coaching sobre estados emocionales, liderazgo y nutrición.**

Francisco Díaz Portillo, fundador: “Mi experiencia demuestra que, con el apoyo adecuado, es posible transformar una idea en una realidad empresarial”.

### Aspectos más valorados:

- Asistencia en la tramitación del Kit Digital desde cero.
- Impulso esencial para lanzar la web y atraer clientes empresariales.



## El programa Kit Digital simboliza la vanguardia de la ayuda pública para la digitalización

puede hacer la diferencia, no solo en términos de tecnología, sino también en la confianza de los empresarios en un futuro digital próspero y sostenible. La Oficina Acelera pyme Madrid del COIT continúa siendo un pilar fundamental para la transformación digital de Pymes y autónomos, impulsando la innovación y la competitividad en la Comunidad de Madrid.

Con una visión de futuro y un compromiso inquebrantable con el desarrollo económico local, su labor se consolida como un ejemplo de cómo la colabora-

ción y el asesoramiento especializado pueden marcar la diferencia en el tejido empresarial.

A medida que más empresas se benefician de sus servicios, la Oficina Acelera pyme sigue demostrando que la digitalización es un motor esencial para el crecimiento sostenible y el éxito empresarial.

### Andalucía como precedente

La experiencia acumulada por el COIT en su Oficina Acelera pyme de Andalucía es un ejemplo notable de éxito en el

apoyo a la transformación digital que ha servido de inspiración para la creación y el enfoque de la Oficina en Madrid.

Durante dos años de intensa actividad, esta Oficina andaluza realizó más de 1.130 acciones de asesoramiento, que incluyeron más de 500 diagnósticos de madurez digital y más de 100 asesoramientos expertos. Estas iniciativas han sido fundamentales para facilitar a Pymes y autónomos el acceso a las ayudas del Programa Kit Digital, una herramienta clave para avanzar en su capacidad tecnológica y competitividad. ▲



Fondo Europeo de Desarrollo Regional  
"Europa se siente"



## Valery Naranjo

Premio Pioneras\_IT 2024 del COIT

# «Trabajar con un equipo multidisciplinar te hace ver otros puntos de vista»

Valery Naranjo, la catedrática de la Universidad Politécnica de Valencia que ha liderado proyectos pioneros en Inteligencia Artificial y visión por computador, **es un ejemplo inspirador para las nuevas generaciones de ingenieras**. Esto le ha valido para ser galardonada con el Premio Pioneras\_2024 del COIT en un acto celebrado en la sede del Senado con la presencia de Óscar López, ministro para la Transformación Digital y de la Función Pública, y Javier Maroto, vicepresidente primero de la Cámara Alta.

### ¿Qué te llevó a elegir la Ingeniería de Telecomunicación y cómo ha influido en tu carrera y en tu vida?

La verdad es que de pequeña lo que más me gustaba era aprender y enseñar lo que aprendía. Me encantaban las matemáticas y, en general, las ciencias. En el bachillerato tuve un profesor de física que hacía que vieras esa conexión tan importante entre las matemáticas y la física.

De las opciones que barajé a la hora de estudiar estaban carreras como matemáticas o física (o ambas a la vez), pero mi profesor de física me descubrió la Ingeniería de Telecomunicación en la que estudiabas física y matemáticas, pero desde un punto de vista más aplicado.

Sin embargo, a la hora de elegir, me costó mucho decidirme entre medi-

cina y teleco porque la connotación de ayuda a la sociedad que tiene la medicina me llamaba mucho. Al final me decanté por teleco, ya que desde joven me sentía fascinada por cómo la tecnología transforma nuestras vidas.

Esta decisión ha sido fundamental tanto en mi vida profesional como personal. Me ha permitido explorar áreas de vanguardia como la Inteligencia Artificial (IA) aplicada a la medicina y liderar proyectos innovadores que tienen un impacto real en la sociedad. En lo personal, me ha enseñado el valor de la curiosidad, la resiliencia y la importancia de asumir retos con determinación.

**A lo largo de tu carrera has combinado investigación y docencia. ¿Qué es lo que más disfrutas de cada una de estas facetas?**

La investigación me da la oportunidad de abrir caminos, de explorar lo desconocido y desarrollar soluciones que pueden mejorar vidas. La docencia, en cambio, me conecta con las nuevas generaciones, me permite inspirarme y aprender de ellos, y me reta a comunicar ideas complejas de forma sencilla.

Estas dos facetas se enriquecen mutuamente: el trabajo que realizo en investigación nutre lo que transmito a mis estudiantes con conocimiento actualizado, y prepararme una clase práctica de nivel avanzado me obliga a estar al día en las últimas tecnologías y avances relacionadas con lo que hago, como por ejemplo los últimos lenguajes de programación o los modelos más avanzados de IA. Es una dinámica que me mantiene en constante aprendizaje.

**El trabajo que realizas está a la vanguardia de la IA aplicada a la medicina. ¿Cómo visualizas el impacto de esta tecnología en los próximos años?**

La IA revolucionará la medicina en los próximos años, especialmente en el diagnóstico precoz, la personalización de tratamientos y la eficiencia operativa de los sistemas de salud. Tecnologías como la IA permitirán detectar enfermedades con mayor

“

**La investigación me da la oportunidad de abrir caminos, mientras que la docencia me conecta con las nuevas generaciones**



precisión y rapidez, optimizar recursos y ofrecer un cuidado más centrado en el paciente.

Sin embargo, también enfrentamos desafíos importantes, como garantizar la privacidad de los datos y fomentar la colaboración entre expertos en salud y tecnología. Si logramos abordar estos retos, veremos un salto significativo en la calidad y accesibilidad de la atención sanitaria.

**¿Cuál consideras tu mayor logro profesional hasta ahora y cómo crees que ha impactado en la comunidad científica o en el ámbito empresarial?**

“

**La IA revolucionará la medicina, especialmente en el diagnóstico precoz, la personalización de tratamientos y la eficiencia operativa de los sistemas de salud**

Durante mi carrera profesional he trabajado desarrollando sistemas basados en análisis de señales e imágenes (desde hace un tiempo basados en técnicas de *machine learning*) en muchas aplicaciones: medicina, restauración, industria, agricultura, energía, etc.

No obstante, el campo en el que me siento más orgullosa de haber contribuido es en la medicina, especialmente en el desarrollo de herramientas para ayudar a entender el cáncer. Quiero, y doy pasos en esta dirección, que una de mis líneas importantes en mi investigación en el futuro siga siendo esa.

Por ello decidí, junto a otros miembros de mi equipo, fundar la startup “Artikode Intelligence”, basada en IA para el análisis de imágenes con dos líneas importantes: la medicina y la sostenibilidad (*health y green*).

Este proyecto no sólo traslada la investigación académica al ámbito clínico, sino que también ofrece herramientas que mejoran la precisión diagnóstica y, por ende, la vida de los pacientes. Además, este puente entre la academia y la industria ha demostrado cómo la tecnología puede generar valor tanto científico como empresarial, fomentando nuevas colaboraciones y oportunidades en ambos campos.

**Como Pionera y embajadora del COIT en 2024, ¿qué mensaje te gustaría transmitir a las jóvenes interesadas en seguir carreras STEM y qué acciones nuevas crees que se pueden impulsar desde el Colegio?**

A las jóvenes les diría que no hay límites para lo que pueden lograr si siguen su pasión. Las carreras STEM son desafiantes, pero increíblemente gratificantes, y su diversidad de ideas y perspectivas es clave para la innovación.

Creo que es crucial impulsar desde el COIT programas de mentoría, talleres prácticos desde edades tempranas y campañas que visibilicen a mujeres destacadas en ingeniería. Es bueno también que se vea la amplia gama de especializaciones que permite nuestra carrera, ya que abarca diferentes disciplinas que hacen que el egresado sea muy versátil.

Sería importante crear becas específicas para mujeres en STEM y fortalecer la colaboración con centros educativos para promover estas áreas entre niñas y adolescentes.

**El Premio Pioneras\_IT también reconoce la importancia del trabajo en equipo y las colaboraciones. ¿Hay alguna colaboración o proyecto específico que te haya marcado especialmente?**

Para mí la colaboración más importante es la que realizo día a día con mi equipo. Sin todas y cada una de las personas que han estado conmigo en este tiempo no sería lo que soy. Todas han aportado, incluso aunque la experiencia no haya sido positiva, ya que todas me han ayudado a crecer y a ser más consciente de cómo tengo que ayudar a los investigadores que se forman conmigo.

“

## El enfoque de nuestra startup Artikode Intelligence está basado en IA para el análisis de imágenes con dos líneas: medicina y sostenibilidad

Colaborar con profesionales e investigadores de un perfil totalmente diferente al mío, como médicos, biólogos, etc., ha resultado una experiencia igualmente enriquecedora. Trabajar con un equipo multidisciplinar te hace ver otros puntos de vista que refuerzan la idea de que las mejores soluciones surgen de la integración de diferentes perspectivas. Ver cómo esta colaboración resultó en aplicaciones clínicas concretas ha sido una de las experiencias más gratificantes de mi trayectoria.

También ha sido importante en mi trayectoria colaborar con investigadores extranjeros, especialmente porque ver cómo trabaja gente de fuera te hace comprobar que en España hay nivel, y que estamos a la altura de otros países mejor valorados, o que nosotros pensamos que lo están. Creo firmemente que

la autoestima es el motor del crecimiento profesional. Es muy importante creer en uno mismo, creer que puedes y que vas a estar a la altura.

**¿Cómo ves el futuro de la ingeniería de telecomunicación y su papel en la sociedad?**

La Ingeniería de Telecomunicación seguirá siendo un pilar fundamental en la transformación digital, con tecnologías como el 5G, IoT y la IA impulsando cambios en sectores clave como la salud, la educación y la sostenibilidad.

Su capacidad para conectar personas, dispositivos y datos será crucial en la creación de una sociedad más inclusiva, eficiente y equitativa. Como ingenieros tenemos la responsabilidad de liderar estos cambios con ética y una visión clara de su impacto social. ▴





**RAMÓN MILLÁN.**

Ingeniero de Telecomunicación certificado en CCSK y CCSP.

## ‘Super Mario’ al rescate de la decadente economía europea

El pasado mes de septiembre, Mario Draghi, ex presidente del BCE y ex primer ministro de Italia, **presentó su informe ‘El futuro de la competitividad europea’**.



El documento describe en detalle la situación actual de falta de crecimiento y productividad de la economía europea, sus principales retos y las soluciones para reactivarla. Las ambiciosas medidas que enumera Draghi no son en su gran mayoría nuevas, pero deberían ser tenidas muy en cuenta para acabar con nuestra lenta agonía.

El informe aborda la mayor parte de los sectores (automóvil, defensa, energético, farmacéutico, telecomunicaciones, transporte, etc.). En cuanto al estratégico sector de las telecomunicaciones, propone favorecer las fusiones de los operadores europeos para competir con Estados Unidos y China... ¡algo que el sector lle-

va reclamando desde hace más de una década!... Europa tiene alrededor de 385 operadores frente a los 20 con los que cuenta China y los 73 de Estados Unidos.

El informe también indica que la bajada de precios ha reducido la rentabilidad del sector, una dificultad de nuevo bien conocida y, aunque el informe lo asocia principalmente al problema de unos mercados muy fragmentados, creo que hay que añadir otros aspectos como: una regulación que impide ofertas innovadoras diferenciadas, precios regulados excesivamente bajos, mayores costes energéticos, más burocracia, impuestos más altos...

La parte fundamental en la que no coincide con Draghi es la necesidad de una inyección económica de al menos 750.000 millones anuales para acabar con la falta de competitividad en los diferentes sectores.

Desde luego que es necesaria una mayor integración y menor regularización, pero también es imprescindible un uso más prudente y efectivo de la inversión pública. Europa está a la cabeza del mundo en carga fiscal y gasto público y, sin un plan claro de optimización y retorno de la inversión, sólo se generan empresas improductivas y un empobrecimiento progresivo de la población, debido a un mayor endeudamiento e inflación.

La receta para resolver cualquier problema por parte de muchos de los políticos actuales es sencilla: imprimir dinero y subir impuestos. Se ha olvidado por completo la importancia de elegir a los mejores para los puestos de responsabilidad en instituciones y empresas públicas y semipúblicas independientemente de sus ideas políticas, luchar contra la malversación y la corrupción, cortar con los ingentes gastos superfluos e innecesarios, regular de forma sencilla y pragmática para no paralizar la innovación e inversión privada, ofrecer deducciones fiscales a las empresas que inviertan en I+D...

Sólo cuatro de las 50 principales empresas tecnológicas del mundo son europeas y estos gigantes digitales no han surgido a base de subvención, sino dejándolos innovar y expandirse. ▀



Colegio Oficial  
Ingenieros de  
Telecomunicación



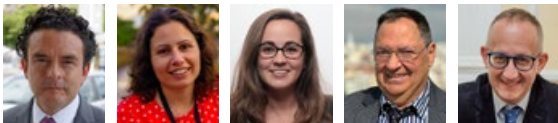
**Canal de WhatsApp COIT**

## ¿Por qué unirte?

- 📞 Actualizaciones instantáneas sobre eventos, cursos, webinars...
- 📞 Noticias relevantes del sector.
- 📞 Acceso directo a recursos y herramientas que impulsarán tu carrera.

**Este canal es una apuesta por la inmediatez y la eficiencia, acercándote el Colegio de manera personalizada.**





FÉLIX HERRERA PRIANO.

ALICIA SÁNCHEZ CRESPO.

PALOMA MONZÓN RODRÍGUEZ.

CARLOS CLEMENTE ALCÁZAR.

GUSTAVO BERMEJO MARTÍN.

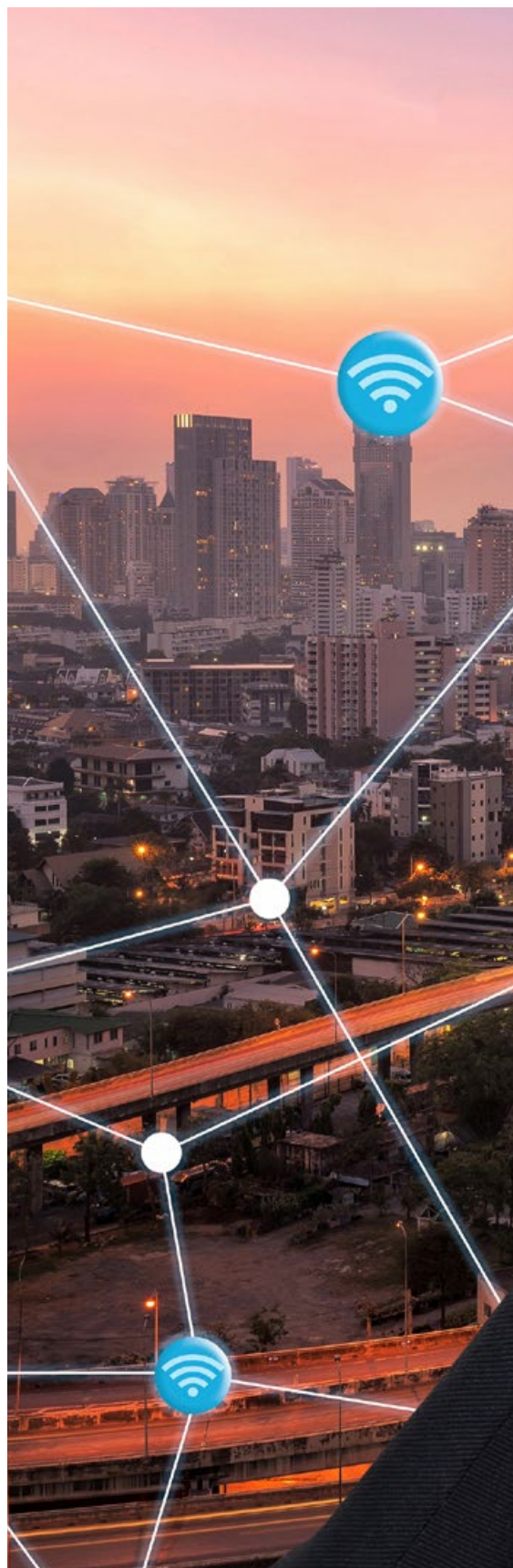
Miembros del Grupo de Trabajo Smart Cities del COIT.

# El Ingeniero de Telecomunicación como figura clave en el desarrollo de las ciudades inteligentes

El desarrollo de las ciudades inteligentes requiere una combinación de habilidades técnicas, innovación y visión estratégica, **un rol donde los Ingenieros de Telecomunicación destacan como un perfil clave**. Este artículo aborda la evolución de oportunidades y de los perfiles requeridos en el contexto de las ciudades inteligentes y recoge las opiniones y experiencias de cuatro profesionales que colaboran desde hace años en nuestro Grupo de Trabajo de Smart Cities del COIT y que trabajan en diferentes áreas del ecosistema inteligente.

El concepto de ciudad inteligente cobró relevancia en Europa a partir de 2010 como parte de la Estrategia Europea 2020 orientada al crecimiento sostenible, inclusivo y eficiente. En España, esta visión se tradujo en la Agenda Digital para España (2013) que marcó el inicio del desarrollo tecnológico en áreas urbanas, priorizando la conectividad de alta velocidad y la eficiencia energética.

Durante esta etapa, los Ingenieros de Telecomunicación jugaron un papel crucial en el despliegue de redes de fibra óptica y 4G, sentando las bases para futuros sistemas urbanos conectados, como la gestión de tráfico o la video vigilancia. En aquel momento, se demandaban perfiles técnicos con habilidades en instalación y diseño de redes, además de conocimientos en tecnologías de la información.





### **Primeras soluciones inteligentes (2015-2017)**

Entre los años 2015 y 2017 España avanzó en la implementación de soluciones tecnológicas con el apoyo de la Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI), creada para compartir recursos y experiencias.

Áreas clave como la gestión de residuos, el alumbrado inteligente, la movilidad urbana o la eficiencia energética adoptaron tecnologías emergentes como el IoT y el Big Data, que permitieron recopilar y analizar datos en tiempo real. La demanda profesional evolucionó hacia perfiles especializados en la instalación y diseño de estos sistemas IoT y en redes de dispositivos interconectados.

### **Despliegue 5G y transformación digital (2018-2020)**

El despliegue del 5G marcó un hito en la evolución de las ciudades inteligentes. Pruebas piloto en ciudades como Málaga o Barcelona en 2018 y la asignación de frecuencias en 2019 posicionaron a España como líder en esta tecnología.

El 5G facilitó el desarrollo de aplicaciones avanzadas como la movilidad autónoma, la gestión de tráfico, la telemedicina y otros servicios en tiempo real.

Los Ingenieros de Telecomunicación asumieron roles más complejos, combinando conocimientos en virtualización de redes SDN (Software Defined Networking) y NFV (Network Function Virtualization), nuevamente el IoT e, incluso, la Inteligencia Artificial. La integración de estas tecnologías y su mantenimiento se convirtieron en prioridades estratégicas.

### **Pandemia y aceleración digital (2020-2022)**

La pandemia de Covid en 2020 aceleró aún más la adopción de tecnologías inteligentes. Las ciudades implementaron soluciones avanzadas para monitorizar la salud pública, gestionar el distanciamiento social y controlar el tráfico en espacios públicos, entre otras áreas. Sensores y video vigilancia fueron utilizados para medir en tiempo real la ocupación de los espacios.



Especialmente potente fue el fenómeno relacionado con el teletrabajo (conectividad, sistemas de soportes, aplicaciones, etc.). Los Ingenieros de Telecomunicación, nuevamente, lideraron proyectos complejos, garantizando la eficiencia y seguridad de los sistemas urbanos.

### **Consolidación de la IA (desde 2022)**

Desde 2022, la Inteligencia Artificial (IA) ha transformado las ciudades inteligentes dentro y fuera del territorio nacional. Proyectos como el Plan Nacional de Territorios Inteligentes fomentaron la colaboración entre ciudades y regiones, promoviendo la digitalización en áreas menos desarrolladas. La IA permitió desde aquel momento predecir los flujos de tráfico, optimizar los servicios públicos y mejorar la eficiencia energética en tiempo real.

Los Ingenieros de Telecomunicación asumieron roles avanzados en el dise-

ño de algoritmos de IA, aprendizaje automático y análisis predictivo, con un enfoque adicional necesario en ética y privacidad. La capacidad para integrar estas tecnologías en sistemas urbanos nos posiciona como actores clave en la evolución de las ciudades inteligentes.

### **Visiones de los expertos del GT Smart Cities**

Desde hace años el término *smart* se ha consolidado como distintivo de innovación tecnológica y sostenibilidad. Desde el GT de Smart Cities del COIT analizamos todas las tendencias, las tecnologías y sus impactos sobre los territorios urbanos. Estas son algunas de las visiones de los miembros del GT que participan en este artículo.

Según Alicia Sánchez, experta en formación y proyectos, inicialmente era casi obligatorio incluirlo en cualquier

proyecto para ser considerado avanzado. Actualmente, el enfoque ha pivotado hacia la IA y su implementación en ámbitos diversos. Esto plantea el desafío de la no tan extensa preparación tecnológica de la población para aprovechar todas las iniciativas.

Nuestra compañera Paloma Monzón, también especialista en formación y proyectos, enfatiza esta transición subrayando que, aunque seguimos hablando de tecnología aplicada (sensores, algoritmos...), la narrativa dominante gira en torno a la inteligencia y la automatización. Esto refleja un mayor nivel de sofisticación de las soluciones propuestas, no exenta de retos educativos y de comprensión por parte de la ciudadanía.

Por otro lado, Carlos Clemente, funcionario y apasionado de las Smart Villages, describe el auge de la tecnología como un fenómeno global, destacando casos emblemáticos como Belmont (Estados Unidos) o Aspern (Austria), donde se están construyendo nuevas ciudades inteligentes desde cero. Clemente resalta que la combinación de tecnologías emergentes como IoT, IA, las comunica-

**Entre 2015 y 2017 España avanzó en la implementación de soluciones tecnológicas con el apoyo de la Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI)**



ciones 5G/6G o la óptica cuántica van a transformar la forma en que se conceptualizan y desarrollan estos entornos.

En contraste, Gustavo Bermejo, doctor en la gestión integral del agua en núcleos urbanos y especialista en sostenibilidad e innovación, señala que, a pesar de los avances, persisten retos críticos como la fragmentación de los proyectos inteligentes que tiende a tratar cada vertical (como movilidad, energía o agua) de manera independiente, sin considerar las interconexiones sistémicas. Bermejo advierte sobre el riesgo de una sobredependencia en soluciones tecnológicas, dejando de lado las necesidades reales de los ciudadanos y la ética en el uso de los datos.

### Oportunidades para los IT

El sector de las telecomunicaciones juega un papel transversal en las ciudades inteligentes, siendo fundamental para habilitar la integración de soluciones avanzadas. Según Paloma Monzón una de las mayores oportunidades radica en la educación y divulgación tecnológica, así como participar activamente en la evolución de las ciudades.

Alicia Sánchez complementa esta visión señalando la importancia de formar a la población en destrezas tecnológicas para maximizar el impacto y aceptación de las soluciones inteligentes.

En el ámbito de la formación avanzada, Carlos Clemente propone desarrollar nuevos modelos educativos centrados en tecnologías emergentes como la computación cuántica y las comunicaciones ópticas.

Por último, Gustavo Bermejo subraya que los Ingenieros de Telecomunicación están en una posición única para adoptar un enfoque holístico, evaluando las interacciones entre diferentes verticales y promoviendo la innovación a través del uso de datos abiertos y algoritmos transparentes. Este enfoque podría facilitar la participación de ciudadanos y empresas locales en la solución de problemas urbanos.

### Áreas de especialización prometedoras

La sostenibilidad, el turismo inteligente y las tecnologías disruptivas emergen como campos prioritarios. Alicia Sánchez y Paloma Monzón destacan la necesidad de combinar la sostenibilidad y el turismo inteligente, especialmente en regiones con alto potencial turístico.

En este sentido, Carlos Clemente plantea una visión más amplia con el desarrollo de ciudades sostenibles conectadas por carreteras inteligentes y vehículos autónomos, que podrían revitalizar regiones rurales y fomentar la innovación tecnológica.

Desde otra perspectiva, Gustavo Bermejo identifica cuestiones de interés como la excesiva aproximación a los problemas desde la tecnología, olvidando en ocasiones las necesidades reales de los ciudadanos, o cómo sigue sin existir una protección efectiva de la privacidad de los datos y una garantía de buen uso de los mismos.

### Futuro prometedor

El desarrollo de ciudades inteligentes no sólo requiere de tecnología avanzada, sino también de un enfoque estratégico y ético. Los Ingenieros de Telecomunicación tenemos el potencial de liderar este cambio, no sólo diseñando infraestructuras y soluciones innovadoras, sino también educando, conectando y promoviendo una visión integrada y sostenible.

Desde la formación hasta la implementación de proyectos complejos, el sector se enfrenta a un futuro prometedor pero exigente, con el desafío constante de equilibrar la innovación tecnológica con las necesidades.

En la última década, el avance de las ciudades inteligentes en España ha redefinido nuestro papel. De ser responsables del despliegue de redes básicas, hemos evolucionado hacia especialistas en 5G, Big Data y/o Inteligencia Artificial, asumiendo un rol crucial en la digitalización urbana, no sólo asegurando la operatividad de los sistemas, sino también liderando la innovación, y contribuyendo a la sostenibilidad y a la eficiencia de las ciudades.

Conocer intensamente las tecnologías habilitadoras digitales, manejar la estrategia y la gestión y, especialmente, saber liderar proyectos en áreas con perfiles multidisciplinares, son la clave para un buen desarrollo profesional en este campo inteligente, independientemente de que hablemos de ciudades, islas, territorios, regiones, destinos o instalaciones más concretas como edificios.

Aunque en este artículo sólo se reflejan las opiniones de cuatro compañeros de nuestro Grupo de Trabajo, os invitamos a conocer todos sus perfiles profesionales en el portal web del COIT. Siempre generando debates enriquecedores, siempre aportando ideas. ▴

**La capacidad para integrar las nuevas tecnologías en sistemas urbanos nos posiciona como actores clave en la evolución de las ciudades inteligentes**



ANDREA NAZARET GONZÁLEZ MAROTO.

Presidenta del Consejo Estatal de Estudiantes de Telecomunicación, CEET.

# Pasado, presente y futuro de los estudiantes de telecomunicación

A principios del siglo XX, los movimientos sociales y políticos dieron origen a la representación estudiantil. A su vez, en esta misma época ganaba importancia el campo de la Ingeniería de Telecomunicación, marcando una nueva era de conectividad. Estos dos fenómenos pueden parecer distantes entre sí, sin embargo, **ambos han evolucionado y logrado cambios significativos para nuestra sociedad**, avanzando en paralelo hasta que los caminos se cruzaron con la creación del Consejo Estatal de Estudiantes de Telecomunicación, CEET.

Este consejo se ha convertido en la voz de miles de estudiantes a través de un espacio donde los representantes de las universidades españolas que forman a los próximos Ingenieros de Telecomunicación se reúnen, debaten e intercambian ideas sobre el desarrollo de la profesión y sus derechos como estudiantes, construyendo así un futuro mejor, no sólo para la comunidad universitaria sino para los futuros profesionales del sector.

Tras esta breve vista hacia el pasado, desde el CEET sabemos que a su vez es necesario una introspección en el presente. Por ello, en nuestro último evento presencial, el XXXV Congreso de Estudios de Telecomunicación, se han dedicado diferentes jornadas a finalizar posicionamientos para estudiar diferentes problemas de actualidad que continúan

siendo puntos de inflexión en nuestro camino. A continuación, expondremos las conclusiones que nos permiten observar la situación global desde el punto de vista del estudiantado.

## El papel de la mujer

El primero de ellos hace referencia al papel de la mujer en las telecomunicaciones. Aunque ha habido avances en este ámbito, sigue existiendo una brecha de género que limita el progreso colectivo suponiendo un lastre para la innovación global.

Las mujeres han jugado un papel fundamental en el desarrollo de las telecomunicaciones. Sin embargo, hoy en día los prejuicios siguen formando parte de nuestro día a día y nos encontramos con una falta de representación en este campo que afecta directamente a las

**Aunque ha habido avances en este ámbito, sigue existiendo una brecha de género que limita el progreso colectivo**



aspiraciones de las jóvenes, entrando así en un círculo vicioso del cual saldremos cuando veamos que este sigue siendo un problema actual. La responsabilidad del cambio cae tanto en instituciones y organizaciones educativas como a nivel individual, donde cada persona puede contribuir a través de la promoción de la igualdad de oportunidades en el entorno de las STEM.

### **Financiación**

También se ha realizado un análisis de la situación interna a las universidades, abordando temas como la financiación. Consideramos que es necesario redistribuir la financiación que reciben las delegaciones y consejos de estudiantes de las escuelas y universidades, con el fin de otorgar la posibilidad de desarrollar actividades que enriquezcan la vida universitaria y fomenten las relaciones interpersonales entre los estudiantes, generando así un buen ambiente propicio para el desarrollo de habilidades sociales y la correcta implicación en la carrera.

Además de este cambio, se debería impulsar la participación en eventos que promuevan las conexiones dentro de cada sector, como la implicación en organizaciones sectoriales u otras asociaciones en las que se fomenta la creación de redes de futuros profesionales a nivel territorial.

### **Salud mental**

Por otro lado, se ha hecho hincapié en un tema al que se le ha empezado a dar visibilidad estos últimos años: la salud mental. Dado nuestro sistema universitario, la salud mental se ve afectada por factores como la excesiva carga académica, la falta de apoyo y la dificultad para equilibrar estudios y vida personal.

Es fundamental que las universidades asuman la responsabilidad del estado de la salud mental de sus estudiantes y proporcionen a sus unidades de gestión y docentes de los recursos necesarios para abordar todas las posibles incidencias que se encuentren entre el estudiantado, ya sea por motivos de trastornos mentales o por diversidades funcionales.



Es necesario que se le dé visibilidad al cuidado de la salud mental en nuestros centros y que se normalice la necesidad de acudir a profesionales para poder minimizar el efecto negativo que tiene este factor en el camino universitario de nuestros estudiantes.

### **Colaboración con las empresas**

Tras este análisis del papel de la mujer, la financiación y la salud mental, también nos hemos detenido a observar cuál es la situación de nuestros antecesores.

Se debería subrayar la importancia de la colaboración entre instituciones educativas y empresas tecnológicas, con el fin de preparar a los estudiantes para un mercado laboral cada vez más digitalizado y competitivo.

Se presenta la necesidad de proporcionar recursos financieros y tecnológicos que permitan a los estudiantes y docentes preuniversitarios acceder a herramientas actualizadas, fomentando un aprendizaje más dinámico y efectivo.

La educación en telecomunicaciones y TIC debe avanzar hacia una mayor integración de la tecnología en el currículo, junto con estrategias innovadoras que inspiren y motiven a los estudiantes a seguir interesándose por este campo.

Es nuestra responsabilidad como estudiantes de telecomunicación y profesionales del sector acercar a las futuras generaciones nuestros estudios, darles visibilidad y definir la palabra 'telecomunicación' para aquellos que todavía no la tienen incluida en su vocabulario.

Desde los más jóvenes hasta los mayores, todos estamos sumergidos en los efectos de este campo y es nuestro deber fomentarlo para que continúe desarrollándose y adquiriendo futuros profesionales.

### **Un futuro de vértigo**

Habiendo echado la vista atrás hacia el origen de la voz de los estudiantes de telecomunicaciones hasta llegar a los problemas actuales que nos abarcan en nuestro presente, es momento de velar por nuestro futuro.

Avanzamos en un mundo en constante evolución, donde las nuevas tecnologías progresan más rápido que nuestros sistemas de aprendizaje. La Inteligencia Artificial (IA), es uno de los conceptos que más se repite estos últimos años. Muchos le temen y otros afirman que es de las mejores invenciones que nos han acontecido.

La evolución de la IA es acelerada y nos pisa los talones. Hace que nos preguntemos si supondrá un desafío para el

**Consideramos que es necesario redistribuir la financiación que reciben las delegaciones y consejos de estudiantes de las escuelas y universidades**



sistema educativo o una herramienta transformadora para el aprendizaje tal como lo conocemos. ¿Generará un cambio significativo en el campo de las telecomunicaciones?

En relación con la alta velocidad de la evolución de esta nueva tecnología en relación con nuestro sistema educativo que cada vez parece más obsoleto, sabemos que es necesario modernizar los estudios de Ingeniería de Telecomunicación para alinearlos con las demandas actuales del mercado y la rápida evolución tecnológica.

Los retos identificados, como la desconexión entre teoría y práctica, la falta de actualización en los planes de estudio y los altos índices de abandono, subrayan la importancia de implementar

cambios estructurales en la enseñanza. Por ello, se propone revisar y actualizar periódicamente los contenidos académicos, junto con la incorporación de nuevas metodologías de enseñanza y la adaptación de las órdenes CIN.

Por otro lado, respecto a las preguntas teóricas que plantea una de las mayores incertidumbres de nuestro tiempo, muchos sostienen que la IA será el fin del sistema educativo tal y como la conocemos, aunque no podemos negar el potencial que tiene para transformar nuestros mecanismos de enseñanza. La IA nos permitirá personalizar el aprendizaje de manera individualizada, adaptando contenidos, creando evaluaciones inmediatas y fomentando a su vez el aprendizaje autónomo.

Además, esta herramienta impactará directamente en nuestro campo, afectando tanto a estudiantes como a profesionales, ya que redefinirá las habilidades necesarias de los futuros especialistas y se convertirá en una parte integral de las operaciones y el desarrollo tecnológico en nuestro sector.

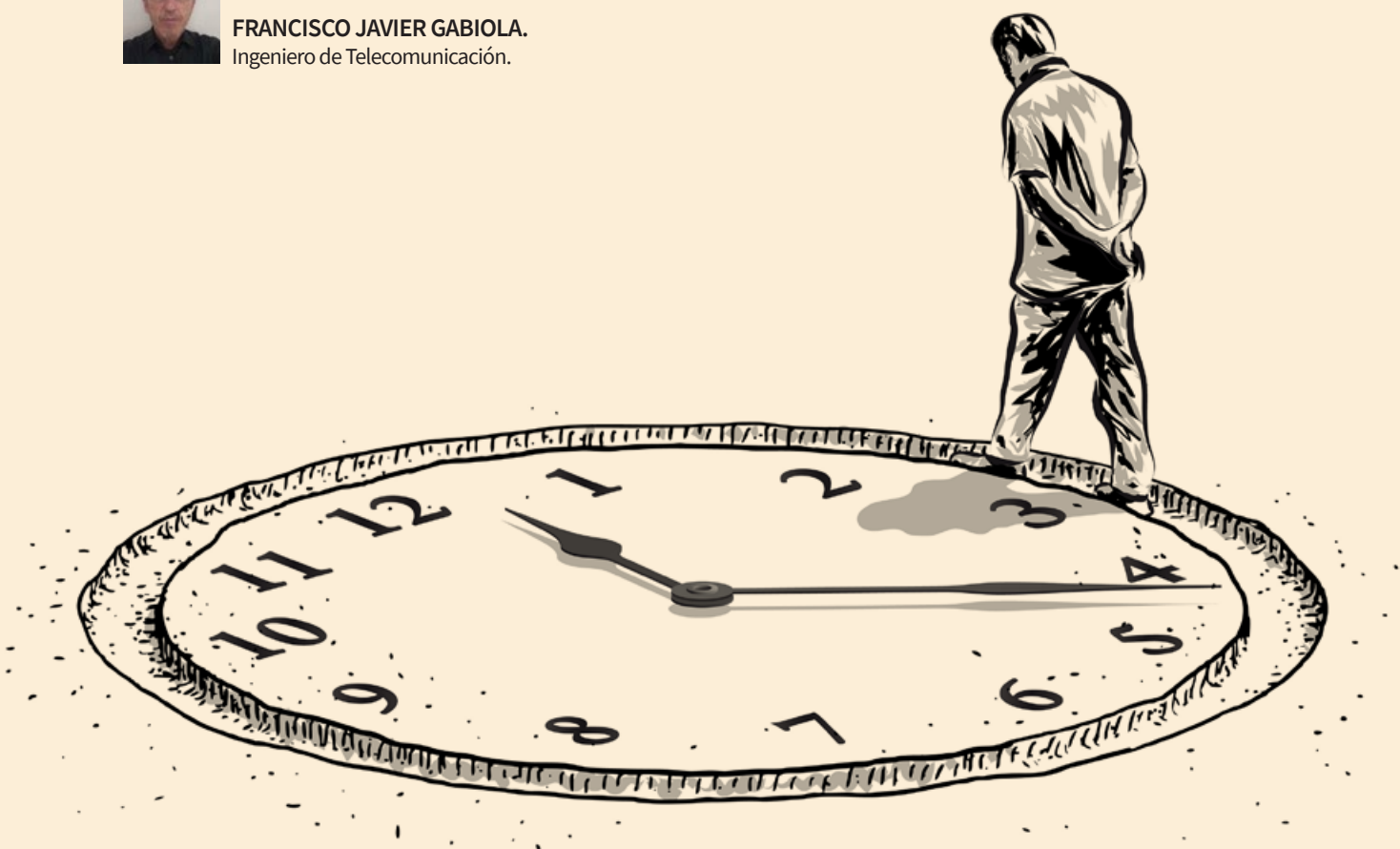
Concluyendo nuestro paso por el pasado, presente y futuro de los estudiantes de telecomunicación, podemos afirmar que hemos tenido un inicio sólido y avanzamos a una gran velocidad. Aunque nos quedan desafíos pendientes de resolver, no podemos olvidar que somos una comunidad que ha ido adquiriendo habilidades cada vez más avanzadas, como la IA, que nos permitirán seguir creciendo en esta era tecnológica.

**Existe la necesidad de proporcionar recursos financieros y tecnológicos que permitan a los estudiantes y docentes preuniversitarios acceder a herramientas actualizadas**

Nuestro progreso no sólo marca un antes y un después en el sector de las telecomunicaciones, sino que también en la historia de la humanidad, impulsando una transformación que beneficiará a las generaciones futuras. ▀



FRANCISCO JAVIER GABIOLA.  
Ingeniero de Telecomunicación.



## Reflexiones sobre titulaciones, título y la profesión de Ingeniero de Telecomunicación

Reflexión y equidistancia son sustantivos que podrían considerarse contradictorios. El pro-nombre del primero suele ser la primera persona del singular mientras que el segundo suele vestirse de un impersonal que evita compromiso o posicionamiento, así que deseo que se me excuse si hago uso y espero que no se convierta en abuso. La propuesta de esta tribuna es **reflexionar sobre titulaciones, título y profesión, entendiendo, en los términos coloquiales que suele expresarse, que hay un melón y es necesario abrirlo.**

Aunque tal vez debería reservar esta idea para el final, voy a plantearla desde el principio: negando la mayor. Al menos desde el punto de vista de la profesión, no hay melón que abrir; no

existe una demanda de egresados de nuevas titulaciones que deseen incorporarse a nuestras organizaciones, ya sean al Colegio o las Asociaciones de Ingenieros e Ingenieras, las reguladas.

Desde todo punto de vista, generar oferta y expectativas sin que exista demanda se escapa a los planteamientos de mercado, a menos que se quiera fantasear con que se tiene la capacidad

de crear una demanda, una necesidad, y se guarda en la recámara la solución mágica de una oferta que la satisfaga.

Siempre se podrá hablar de generalidades y frases escuchadas, pero dudo que se pueda presentar siquiera un análisis prospectivo, porque lo más parecido, aunque reconozco que, sin un sólido soporte científico, es el escenario que describo a continuación.

Por el recorrido temporal que tienen las nuevas titulaciones, y centrándonos en los másteres, aunque quizás me aventuro al plantearlo porque, desde ese cariño por las cucurbitáceas, también se podría estar considerando abrir el melón de los Ciclos Superiores y Grados.

Al fin y al cabo, son enseñanzas superiores de nivel 1 y 2, según el Marco Español de Cualificaciones para la Enseñanza Superior (MECES). Pero para convertir todo esto en un caso concreto, digamos que un estudiante que haya cursado un Grado Bolonia y luego un Máster Bolonia, terminaría sus estudios entre 5 y 6 años después de comenzar, dependiendo de la duración del máster.

Un estudiante de las primeras promociones Bolonia que comenzó en 2010 con 18 años terminó su máster en 2016 con 24. Hoy tiene 32 años y, si sigue la tendencia general, le faltan al menos ocho años más para considerar colegiarse, si es que llega a hacerlo.

El cálculo puede sorprender, pero la realidad, al menos en nuestro colectivo de Ingenieros e Ingenieras de Telecomunicación, es que la edad media a la que se colegian, quienes lo hacen, es de 40 años.

Si a esto le sumamos que la extinción de titulaciones de máster es bastante elevada, nos encontramos con que ese egresado, antes de mostrar interés por incorporarse a una organización profesional, podría descubrir que su titulación ya no está 'viva' porque se ha extinguido. Algo parecido a lo que nos dejó perplejos cuando nos explicaron por primera vez la velocidad de la luz y

## Desde todo punto de vista, generar oferta y expectativas sin que exista demanda **se escapa a los planteamientos de mercado**

cómo medir distancias en tiempo: “¿Ves esa estrella? Pues estás viendo algo que ya no existe”.

Dicho lo anterior y como los ejercicios de retórica, sean o no reflexiones, siempre son enriquecedores, tenemos la fortuna de poder aplicar lo que en las Escuelas de Negocio denominan el Método del Caso; es decir, el estudio de un caso real, estudios de una situación concreta que nos hacen aprender.

Y lo podemos hacer porque es precisamente en nuestro colectivo profesional donde hace 30 años se planteó una situación equivalente. No es que tengamos un caso, tenemos 'El Caso'. Se ha citado y referenciado en el artículo que se publicó en esta misma tribuna en el número anterior de BIT. Se trataba del título de Ingeniero Electrónico, uno de los últimos títulos pre-Bolonia que se añadieron al Catálogo de títulos oficiales cuando tal catálogo existía.

En aquel momento, una Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (no estábamos en tiempos de vocabulario inclusivo) comenzó a impartir el mencionado título y algunos consideraron que, puesto que los contenidos eran similares y estaban formados 'por' y 'junto a' Ingenieros de Telecomunicación, podían formar parte de las mismas organizaciones profesionales que éstos.

Por supuesto, se abrió un melón, melón que ya entonces, desde el punto de vista profesional, tampoco existía en términos de demanda por parte de egresados, pero que generó un conflicto en las organizaciones que concluyó

como ya se ha descrito en el artículo mencionado del anterior número de BIT. De forma breve y permitiéndome alguna licencia, se vino a decir que, si es blanco y está en botella ¿por qué no le llamas leche?

No es inusual escuchar que la Orden Ministerial que regula las enseñanzas que deben cursar los estudiantes del Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación—el que habilita para la profesión de Ingeniero de Telecomunicación—está tan encorsetada que dificulta la adaptación de los planes de estudio al ritmo de evolución de lo que entendemos por telecomunicaciones.

Sin embargo, todos los términos que hoy se consideran parte de las telecomunicaciones figuran entre las competencias que establece esta Orden Ministerial: modelado matemático, ingeniería de empresa, investigación, desarrollo e innovación, criterios medioambientales, técnicas avanzadas de procesamiento digital de señales, seguridad, diseño y circuitos integrados, fotónica y optoelectrónica, bioingeniería, ciberseguridad, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina y emisiones electromagnéticas, entre otros.

Es un hecho que se avecinan cambios. En realidad, ya estamos inmersos en ellos, lo cual es sin duda positivo. Debemos aprovechar esta oportunidad para reflexionar y debatir si es necesario convertir cada una de estas competencias en un máster independiente o si, en cambio, debemos cuidar El Máster, manteniéndolo actualizado y en perfecto estado de revisión para que resulte atractivo a los posibles demandantes. ▀

**Es un hecho que se avecinan cambios. En realidad, ya estamos inmersos en ellos, lo cual es sin duda positivo**



**JUAN LUIS PEDREÑO.**

Decano de la Demarcación del COIT en la Región de Murcia.



**ANTONIO PORTILLA.**

Catedrático de Teoría de la Señal y Comunicaciones. Universidad de Alcalá. Director de la Cátedra ISDEFE-UAH en TIC e IA.



## El mundo ha cambiado, ¿cambiamos nosotros?

Nuestro mundo es apasionante, vivo, dinámico y, sobre todo, quizás sobre todo, evolutivo y cambiante. En los últimos 30 años hemos vivido casi cinco generaciones de comunicaciones móviles (y vamos camino de la sexta), el auge y caída del xDSL, la explosión de la fibra, la inmensa penetración de las redes sociales, la aparición de

la ciberseguridad, el comienzo de la transformación digital, la puesta de moda del aprendizaje máquina y la explosión, gracias a ChatGPT, de la IA generativa. Y estamos en ciernes de la computación cuántica. La cantidad de conocimiento generado en este mundo digital nuestro es, literalmente, inabarcable.

Es completamente imposible que el conocimiento de todo este mundo digital en el que estamos inmersos se pueda adquirir con profundidad suficiente en el curso y medio o dos cursos en los que se estructura la actual titulación de Máster U. en Ingeniería de Telecomunicación (MUIT), que es la que conduce a nuestra profesión regulada y a los úni-

cos egresados que actualmente pueden colegiarse y asociarse en nuestras instituciones COIT y AEIT.

Es por ello por lo que, en el sector de las TIC, han surgido numerosos estudios de Máster que profundizan en temas muy concretos y que, además, son muy apreciados por los estudiantes que egresan de los estudios universitarios de grado y que buscan una mayor especialización, en vez de la continuidad que ofrece el MUIT. Ni que decir tiene la aceptación que estos estudiantes tienen en el entorno profesional.

Ante esta realidad, cabe hacernos una serie de preguntas. ¿Reclamamos que la ciberseguridad es parte de nuestro ámbito de conocimiento? ¿Entendemos que la Inteligencia Artificial o la computación cuántica están entre nuestras capacidades? ¿Estamos en el centro del desarrollo de las *Smart Cities*, *Smart Railways* o *Smart Energy Efficiency*?

En definitiva, ¿somos los profesionales digitales 'IT'? Pues, si las respuestas son afirmativas, no es posible entender la imposibilidad y las restricciones para incluir en nuestras estructuras a todos aquellos profesionales que dedican su desarrollo laboral precisamente al mundo digital, al mundo 'IT', realizando, en la mayoría de los casos, las mismas funciones que desempeñamos nosotros. Porque, recordemos, se podría decir que ahora mismo somos minoría dentro del ecosistema de profesionales TIC.

El sistema universitario español dispone de una base de datos, denominada Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) donde podemos encontrar todos los másteres que se están impartiendo en España. Haciendo una búsqueda por rama y seleccionando los ámbitos de conocimiento de nuestro mundo IT, encontramos, en el curso 2023-24, un total de 346 titulaciones.

Si, además, incluimos aspectos como eficiencia energética o sostenibilidad, entonces alcanzamos los 438 y eso sin considerar másteres en actividades de gestión y dirección relacionadas con las

TIC. De todos ellos, el número de MUIT es de sólo 29; es decir, únicamente el 6,6 %. Y las cifras muestran una tendencia a la baja.

Si atendemos al número de estudiantes, la situación no mejora. Según datos del Sistema Integrado de Información Universitaria, el número de matriculados en másteres del ámbito TIC ha aumentado desde los 11.965 en el curso 2018-2019 a los 19.742 del curso 2023-24, mientras que en los MUIT han crecido desde los 2.008 del curso 2018-2019 (máximo número de estudiantes matriculados en la serie histórica) hasta los 1.948. El resultado es evidente. Hemos pasado de una cuota del 16,78% del total de matriculados al 9,6% en apenas cinco años. En el mismo periodo, los másteres de ciberseguridad han pasado de 222 estudiantes a 1.488. Y los de Inteligencia Artificial de 611 a 1.869.

Los números no fallan y las cuentas tampoco. De los datos anteriores se deduce, claramente, que los estudiantes del ámbito TIC están prefiriendo opciones de formación distintas al Máster de teleco habilitante. Y, como COIT y AEIT se nutren de estudiantes de ese Máster, es inevitable que cada vez tengamos menos titulados que puedan formar parte de nuestras instituciones.

Pero sigamos analizando cifras. En el curso 2023-24 el número de egresados de los MUIT fueron 750 y el número de nuevos colegiados en el COIT menores de 30 años fueron 69. En el mejor de los casos tenemos un 10% de nuevos colegiados sobre ese 9,6% de cuota de estudiantes de másteres del ámbito TIC que veíamos antes.

Esto hace que nuestra población de colegiados vaya envejeciendo. Los datos analizados muestran que en el año 2010 la edad media de los colegiados era de 41,4 años y en el año 2024 es de 52,6 años. A

este paso, en el año 2040 la edad media será de 65 años, algo muy alejado de los objetivos de una institución que pretenda ser representativa de una profesión. Y menos de una profesión abocada necesariamente al futuro. Así, la apertura a profesionales de titulaciones afines puede llegar a ser no sólo una cuestión de filosofía, sino de supervivencia.

Y es que, desde un punto de vista fundamental, si nuestro lema como Colegio es 'La emoción de conectar', parece una incongruencia que nos quedemos en una red cerrada con un número limitado y, cada vez más reducido, de nodos -los Ingenieros de Telecomunicación- sobre los que tender los enlaces que nos hagan progresar como colectivo. Existen infinidad de profesionales, que no son 'Ingenieros de Telecomunicación', aunque ejerzan como tales y tengan 10, 15, 20 años de experiencia en el sector, y a los que no podemos integrar debido a unas estructuras, a nuestro juicio, rígidas y anticuadas.

Tampoco nos llamemos a engaños. Una apertura de nuestro Colegio y nuestra Asociación a profesionales afines no revertirá mágicamente las tendencias analizadas en este artículo, pero es un paso, un paso importante, y hasta el viaje más largo comienza con un solo paso. Es toda una oportunidad como colectivo y como aportación al país.

No queremos terminar sin mencionar una frase atribuida a Charles Darwin (aunque es más bien una conclusión sobre sus teorías): "No son las especies más fuertes las que sobreviven, ni las más inteligentes, sino las que están mejor adaptadas al cambio". Nosotros, los Ingenieros de Telecomunicación, siempre hemos sido adaptables, flexibles y propensos a la evolución. Es hora, sin ningún género de dudas, de que nuestras instituciones también lo sean, porque son precisamente ellas las que nos conectan. ▴

**Los IT siempre hemos sido adaptables, flexibles y propensos a la evolución. Es hora de que nuestras instituciones también lo sean**

A portrait of Rafael Panadero, a man with dark, curly hair and a beard, smiling. He is wearing a dark blue button-down shirt. The background is a light blue gradient.

**Rafael Panadero.**  
Ingeniero de Telecomunicación y periodista.

## El camino más natural entre las telecomunicaciones y el periodismo

Arrancamos una **nueva sección en nuestra revista BIT en la que vamos a compartir las experiencias profesionales de los Ingenieros de Telecomunicación.** Por estas páginas irán pasando compañeros que trabajan o han trabajado en alguna de las muchas actividades profesionales donde los IT pueden desarrollar sus habilidades y conocimientos. Comenzamos con un texto de Rafael Panadero, Ingeniero de Telecomunicación que ha terminado trabajando en el sector de la información.

Hace casi 25 años que empecé en el periodismo. Como ingeniero ejercí apenas siete, pero aún llama la atención el cambio, y cada cierto tiempo tengo que aclarar las dudas: “Sí, soy Ingeniero de Telecomunicación”. “A mucha honra”, me quedo con ganas de añadir a menudo.

Con 17 años es muy raro que alguien tenga claro qué quiere hacer con el resto de su vida. Sin embargo, es con esa edad cuando la mayoría tomamos una

decisión que va a marcarla...y que puede llegar a determinarla.

Recuerdo que en mis años de EGB algún compañero ya tenía claro qué carrera quería estudiar. Eran los menos, pero los había. Yo no. Yo sacaba buenas notas en general, y si soy sincero, de aquella época lo que con más cariño recuerdo hoy son las clases de literatura y las obras que hacíamos con el grupo de teatro (en el que, por cierto, coincidí con un chaval

las que habían estudiado mis padres y estaban estudiando mis hermanos.

Así que cada vez que tocaba elegir asignaturas, yo hacía todo tipo de combinaciones: Ciencias Mixtas, llamaban a aquella mezcla de Literatura con Matemáticas, como hice en BUP; o con la opción de Biología, que recuerdo estudiar en COU. Llegué a Selectividad, la saqué con nota suficiente para poder elegir la carrera que quisiera y fue el momento de hacerlo.

“Se te da bien programar”, “es una carrera con futuro”, “no desaproveches la nota”, “mira a tu primo qué bien le va”...y elegí Teleco como primera opción. Vaya por delante que no me arrepiento en absoluto. Mi segunda opción era Físicas, pero en la tercera ya aparecía Ciencias de la Información, que en aquellos años incluía Periodismo, Publicidad e Imagen y Sonido. Sí, con 17 años, no siempre es fácil elegir.

#### **Carreras de sacos en una escuela “de raros”**

La Escuela de Teleco de Madrid no tenía buena fama. Que si todos eran unos frikis, que allí sólo había tiempo para estudiar, que sólo había chicos...El año anterior a la llegada de mi promoción se habían producido altercados en el Paraninfo durante la celebración de ‘San Teleko’ y ahora estaba prohibido. Para demostrar que sí éramos capaces de divertirnos sin crear problemas, aquel curso organizamos una fiesta alternativa con peligrosas actividades como carreras de sacos o competiciones de pañuelo. La estrategia resultó y a partir de entonces volvió San Teleko.

Cuento esto porque guardo muy buen recuerdo de mi paso por la Escuela desde aquel primer año, pero quizá más por lo que no tiene que ver con la formación técnica y la parte estrictamente académica: No Es Culpa Nuestra (grupo de teatro), Club deportivo, El ECO de Teleco (revista universitaria de humor), Club musical Delta (músicos y melómanos), Club Ícaro (deportes al aire libre), Club de Cine Antena (cinéfilos), IAESTE (intercambios internacionales y cursos de idiomas)...Nada que ver con lo que me habían contado.

**“Elegí Teleco como primera opción. Vaya por delante que no me arrepiento en absoluto. Mi segunda opción era Físicas, pero en la tercera ya aparecía Ciencias de la Información**



que ya por entonces era famoso por su participación en una serie de televisión y con el que después iba a compartir aula y muchas más cosas en los años de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la UPM. Pero eso es otra historia que deberá ser contada en otra ocasión).

El caso es que también se me daban bien las matemáticas, la física y la química, y me gustaba programar en el Basic de aquel Commodore 64 que llegó a mi hogar una Navidad. Para completar la oferta, en casa, donde era el pequeño de cuatro hermanos, prácticamente sólo se hablaba de dos carreras: Farmacia y Medicina,



Rafael Panadero entrevistando a Lula da Silva, presidente de Brasil, y al escritor Ken Follet.

“Tras acabar aquel máster, escribí algunos reportajes como colaborador en varias revistas. **Le iba cogiendo el truco, me gustaba eso de escribir**

Cuando comentaba con mis amigos de otras escuelas y facultades lo que se movía dentro de la Escuela de Telecom con fama de ‘rarita’ les costaba creerlo.

He coincidido en esas aulas con estudiantes que actualmente se ganan la vida en asuntos directamente conectados con la formación técnica, como altos directivos en empresas multinacionales o como responsables de centros punteros de investigación en Inteligencia Artificial, pero también con otros que lo hacen como actores en musicales o dirigiendo programas de televisión.

Yo empecé en el primer grupo. Tras algún paso fugaz como programador por alguna empresa pequeña y por un banco, superé el proceso de selección en una gran operadora de telecomunicación. Trabajé varios años en el departamento de tecnología antes de optar, a través de un proceso interno, a un puesto en marketing.

Todo parecía avanzar en la buena dirección, pero finalmente no hubo acuerdo entre los responsables de las dos áreas y no se aprobó el cambio. Fue entonces cuando volví a leer aquel anuncio que cada año publicaba el periódico que yo compraba habitualmente: Máster en periodismo para titulados universitarios.

### ¿Nunca es tarde?

El periodismo siempre me había atraído. Recordé aquella demoledora frase que siendo un adolescente me soltó como respuesta a mi propuesta uno de aquellos orientadores con los que hablabas alguna vez en el colegio sobre las posibles carreras universitarias: “Estudiar Periodismo está bien, pero ¿qué más? Con tus notas...”. El “qué más” ya lo tenía y ahora surgía la oportunidad de completar la ecuación.

El proceso de selección era duro, sólo admitían a 40 candidatos y yo fui uno de ellos. Además, me ofrecieron una beca con lo que ya ni siquiera tenía la excusa económica para no probar. Podía vivir un año de mis ahorros. ¿Nunca es tarde? Había que probarlo.

## “Con el tiempo fui asumiendo distintas tareas: equipo de Reportajes, colaborador de ‘A Vivir Que Son Dos Días’, redactor jefe de la Sección Internacional... hasta llegar a ‘La Ventana’

Tras acabar aquel máster, escribí algunos reportajes como colaborador en varias revistas. Le iba cogiendo el truco, me gustaba eso de escribir, pero durante el curso ya había hecho prácticas en la sección de Economía de la Cadena SER, y en mi mente seguía estando muy presente la radio. Desde que era niño recuerdo a mi madre dando vueltas por la casa, haciendo malabares para criar a cuatro hijos sin dejar de trabajar, y siempre con un transistor pegado a la

oreja. Ahora podía intentar ser parte de ese mundo.

Empecé como becario, ya con cierta edad, en el equipo de Matinal de Fin de Semana. Donde dice Matinal debe leerse ‘los que trabajan toda la madrugada para emitir el informativo de primera hora de la mañana sábados y domingos’. También encaja ‘los que entran a trabajar justo cuando sus amigos de siempre salen del bar o la discoteca de

moda’. Un turno muy loco, con horarios cambiados y con un sueldo que no tenía nada que ver con lo que yo había conocido hasta ese momento. Pero algo me empujaba a seguir ahí.

Con el tiempo fui asumiendo distintas tareas dentro de la empresa, aquí no hubo problemas internos que paralizaran los cambios: editor del Matinal, miembro del equipo de Reportajes, colaborador de ‘A Vivir Que Son Dos Días’, redactor jefe de la Sección Internacional... hasta llegar a La Ventana, el programa en el que hoy trabajo.

He tenido la suerte de vivir en primera persona acontecimientos como las primeras elecciones que ganó Obama en Estados Unidos; también las primeras que ganó Trump; la muerte y los funerales de Nelson Mandela en Sudáfrica; el Brexit; el referéndum de independencia en Escocia; la declaración unilateral de independencia de Kosovo...

He podido charlar con personajes de relieve internacional, como Lula da Silva, Tony Blair o Ban Ki-moon, pero también, y lo he disfrutado incluso más, con abuelos de un pueblo de Cuenca que se quedaba sin tren para ir a ver a sus nietos; con vecinos de un barrio de Madrid que recordaban cómo de las chabolas pasaron a ‘las torres’; con jóvenes de Medellín que se rebelaban contra la violencia en las calles a través del arte; con refugiados afganos que acababan de llegar desde Turquía a una playa de Grecia en una balsa neumática como las que usan nuestros hijos en la piscina...

Todas son personas que han compartido conmigo sus historias más íntimas, de muchísimo valor, y que yo he podido escuchar gracias al oficio que ejerzo... y a todo lo anterior también. Porque sí, soy periodista, pero también soy ingeniero. De Teleco. Honestamente creo que los años que pasé en aquella Escuela desde aquel primer San Teleco de las carreras de sacos, también me han ayudado a ser periodista. Soy el periodista que soy, no digo ni bueno ni malo, también porque soy el ingeniero que soy. Y hoy sí lo voy a decir: a mucha honra. ▀

## “He podido charlar con personajes de relieve internacional, pero también, y lo he disfrutado incluso más, con abuelos de un pueblo de Cuenca que se quedaba sin tren





**TERESA PASCUAL OGUETA.**  
Ingeniera de Telecomunicación.

## Mirando sin llegar a comprender

El horror que producen guerras y dictaduras se cuelga cada día en nuestra casa. Somos público aterrorizado y cautivo, mirando sin poder actuar, sin ver ni comprender más allá del titular que habla de la última atrocidad cometida. **Creemos conocer las causas de lo que ocurre y quiénes son los culpables, pero la realidad es compleja.**



‘Pionyang’ es el título de una novela gráfica escrita por Guy Delisle. En ella narra los días que el autor estuvo en esa ciudad por motivos de trabajo. Aporta detalles de cómo es la vida en este país y sus observaciones son lúcidas, a veces irónicas y casi siempre sorprendentes a nuestra mirada.

El motivo de su viaje, similar al que también hacen profesionales como él, es supervisar los trabajos que se realizan allí y hacen realidad las series de animación, que han diseñado profesionales occidentales. El autor puede comprobar la calidad de los trabajos y

si se están realizando de acuerdo con sus deseos. Si no es así, se hacen las modificaciones necesarias.

Se critica al régimen imperante en el país por ser una dictadura, pero eso no impide la deslocalización de un trabajo que, realizado en Europa, es más caro.

### Responsables

La responsabilidad de lo que sucede en una dictadura y de que se produzcan invasiones y guerras como las que están ocurriendo ahora, tan cerca de nosotros, es de quien da las órdenes para que esas acciones se ejecuten.

Conocemos a quienes aparecen en la primera línea de mando, los que recordará la Historia. Desconocemos los nombres de quienes apoyan a estas personas y sus acciones porque comparten la ideología o les benefician. Hay quien obtiene ventajas de manera pasiva. ‘Nada’, novela de Carmen Laforet, lo ejemplifica bien cuando describe cómo dos hombres se congratulan de que, cuando se inicie la segunda guerra mundial, aumentarán mucho las ventas de los productos que fabrican.

Hay otra forma de ejercer el poder. Son dirigentes que se comportan con extravagancia, como si fueran antisistema. No hay que engañarse. Mientras se polemiza sobre lo que hacen y dicen, se ejecutan políticas para su provecho económico e ideológico.

En los países donde hay un régimen democrático, se puede elegir a quienes van a gobernar ¿Por qué la gente vota a personas que toman decisiones que les perjudican? Hay muchos factores que influyen en este comportamiento. Para comprender la realidad, se necesita ir más allá del titular; hay que conocer los precedentes y el contexto.

La Historia es la herramienta fundamental para comprender el presente y el futuro inmediato. Historia basada en evidencias, no en suposiciones que no se pueden contrastar. Para tomar decisiones bien informadas, se necesita saber y tiempo. No es fácil contar con ambas cosas. ▴

**Para comprender la realidad, se necesita ir más allá del titular; hay que conocer los precedentes y el contexto**

# Experimenta la Magia Navideña con Wi-Fi 7 Revolution

Experiencia de usuario definitiva  
Colaboración eficiente

AirEngine Wi-Fi 7 de Huawei  
Experiencia inalámbrica completamente nueva



Más información:



Wi-Fi 7 es la tecnología de red inalámbrica más avanzada del mercado; brinda una conectividad eficaz y fiable, perfecta para tus operaciones y procesos corporativos o industriales.

proofpoint.

# State of the Phish 2024

Acciones peligrosas,  
amenazas reales y resiliencia  
de los usuarios



Descargue el informe  
"State of the Phish 2024"  
para conocer las  
ciberamenazas más  
destacadas y como  
convertir a los usuarios  
en su mejor defensa





## El COIT inspira vocaciones en el Día de las Profesiones 2024

El Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT), junto con Teleco Renta y la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid (AEIT Madrid), **participó en el Día de las Profesiones 2024**.

Este evento, celebrado el pasado 26 de septiembre, está organizado por la Unión Interprofesional de la Comunidad de Madrid. Se celebró en la Plaza de Colón y reunió a miles de estudiantes interesados en explorar sus opciones educativas y profesionales.

El stand del COIT fue un punto de encuentro interactivo para jóvenes que querían conocer más sobre la Ingeniería de Telecomunicación. La inauguración contó con la presencia de Inmaculada Sánchez Ramos, presidenta de la AEIT Madrid, Esther Tapia Sanz, directora general del COIT, y José Fernando García Ródenas, coordinador de Teleco Renta.

Durante la jornada, Marta Orduna Cortillas (del Grupo de Trabajo Jóvenes del COIT) y Adrián Nogales Escudero, director de Relaciones Institucionales del COIT, participaron en las 'speed dates', orientando a los estudiantes en las carpas temáticas de Ciencias y Tecnología. Además, García Ródenas protagonizó una mesa redonda centrada en las carreras STEAM, destacando la importancia de acercar la Ingeniería de Telecomunicación a las nuevas generaciones.

El evento reafirmó el compromiso del COIT con la promoción de vocaciones tecnológicas, mostrando a los jóvenes un futuro lleno de oportunidades en un sector clave para la sociedad digital.

## El Programa de Reinversión Profesional del COIT finaliza con éxito su primera edición

El Programa de Reinversión Profesional, enmarcado en la iniciativa Talento50+, concluyó el pasado 4 de diciembre tras varias sesiones destinadas a apoyar a ingenieros mayores de 50 años en su desarrollo profesional. Este programa ha contado con la participación de 17 colegiados, quienes han trabajado en herramientas y estrategias para adaptarse a un mercado laboral en constante evolución.



A lo largo de estos meses se han ofrecido herramientas y estrategias clave para redescubrir el potencial de los participantes y prepararlos para los retos del entorno laboral actual. Las sesiones se han centrado en el desarrollo de habilidades técnicas y estratégicas, así como en el fortalecimiento de redes profesionales, con el COIT actuando como un punto de apoyo esencial para sus miembros más veteranos.

El balance del programa ha sido altamente positivo, consolidándose como un recurso valioso para el colectivo de Ingenieros de Telecomunicación. Ante este éxito, ya se están planificando nuevas ediciones que se anunciarán próximamente. El COIT reafirma así su compromiso con el talento senior, garantizando que su experiencia y conocimientos sigan siendo pilares del desarrollo del sector de las telecomunicaciones.

# Centenario de la Radiodifusión: 100 años de historia e innovación

En 1924 se realizó la primera emisión de EAJ1 Radio Barcelona, considerada la primera emisora con licencia en nuestro país. Con este motivo, el pasado 24 de noviembre el COIT organizó un acto en la sede de la CNMC en el que se conmemoró el centenario de la primera emisión oficial de radiodifusión en España.

El Ingeniero de Telecomunicación ha sido clave en esta historia, desarrollando y modernizando las infraestructuras que permitieron su expansión. El acto reunió a expertos del sector para reflexionar sobre los logros del pasado y los desafíos del futuro en un mundo cada vez más digital.

La jornada comenzó con ponencias de Juan Diego Otero Martín, subdirector de Análisis de Mercados de Comunicaciones Electrónicas de la CNMC, y Francisco Viviani, decano delegado del COIT en Cataluña, quienes destacaron el impacto de la radiodifusión en la evolución de las comunicaciones. José Antonio Delgado Penín, profesor emérito de la UPC y miembro del Foro Histórico de las Telecomunicaciones del COIT-AEIT, presentó un recorrido por los hitos tecnológicos que han marcado este siglo de radio.

El papel de la ingeniería fue clave en debates como el panel sobre radio digital, moderado por Joan A. Ruiz-de-Azua, director del grupo de investigación de Space Communications de la Fundación i2CAT, donde se discutieron avances como el DAB+ y la sostenibilidad del medio. En una mesa redonda sobre el futuro de la radio, moderada por Daniel Ollé, subdirector técnico de Comunicaciones Electrónicas de la CNMC, se subrayó la necesidad de innovación en contenidos y tecnologías para adaptarse a nuevos públicos y desafíos como la Inteligencia Artificial.

El evento se cerró con la intervención de Ana Ormaechea, Chief Digital Officer (CDO) de Radio en PRISA Media, quien resaltó el papel crucial de la ingeniería para garantizar credibilidad y adaptación tecnológica en un entorno de constante cambio.



## San Gabriel 2024, homenajeando a la profesión

El pasado 26 de septiembre, el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) y la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación (AEIT) conmemoramos la festividad de San Gabriel 2024 en el Club Financiero Génova de Madrid. Este evento anual, consolidado como una cita emblemática, rindió homenaje a los Ingenieros de Telecomunicación que han dedicado más de 50 años a la profesión y reconoció a figuras destacadas del sector.



Uno de los momentos clave fue el anuncio de Emilio Gayo, presidente de Telefónica España, como Ingeniero del Año 2024. Este galardón reconoce su liderazgo en la expansión del 5G y la digitalización en España. Asimismo, María Ángeles Marced recibió el Premio a la Trayectoria Profesional 2024, destacándose como una figura clave en la industria global de semiconductores.

La ceremonia, presidida por Marta Balenciaga, decana del COIT y presidenta de la AEIT, también incluyó la entrega de insignias a 33 veteranos de la profesión.

Alejandro Las Heras, consejero delegado de la Agencia de Ciberseguridad de la Comunidad de Madrid, cerró el acto destacando la importancia de las telecomunicaciones con un enfoque en la ciberseguridad.

# Óscar García del Saz

**ÓSCAR GARCÍA DEL SAZ**  
Ingeniero de Telecomunicación.  
Cofundador de la Entidad «Zarzuela:  
Patrimonio de la Humanidad».

Óscar García del Saz es Ingeniero de Telecomunicación (UPM) y colegiado del COIT. Con casi 30 años de experiencia, ha ocupado puestos relevantes en empresas multinacionales en la gestión y dirección de equipos técnicos, operaciones, consultoría, desarrollo de negocio y estrategia. Desde hace varios años, como *Óscar del Saz*, compatibiliza su carrera profesional como crítico musical en CODALARIO, es cantante lírico (bajo-barítono, coro y solista) y asesor en la rentabilización de proyectos musicales.

**Si eres cantante solista puedes centrar tus energías en potenciar la creatividad y el autoconocimiento**



## Óscar García del Saz Teleco y música, amores convergentes

Si bien estudiar y ser Ingeniero de Telecomunicación te prepara para 'casi todo', siempre sentí que necesitaba un contrapeso emocional en materias artísticas. Los CV de los telecos, llenos de habilidades técnicas, normalmente están poco nutridos de formación híbrida en áreas humanísticas, relaciones sociales e inteligencia emocional. En mi caso, el proceder analítico o cuantitativo de la ingeniería tuvo siempre una compensación cualitativa en el oasis espiritual de la voz humana y la música.

Soy ingeniero gracias a la música, al canto, y viceversa... Cuando era pequeño, con unos siete años, mi padre tenía un tocadiscos que no funcionaba hacía años, pero un buen día decidí arreglarlo, desmontándolo 'como si supiera'.

La sencillez de aquel aparato, que disponía tan sólo de un adaptador AC/DC, un motor eléctrico y una polea que hacía mover el plato a 33 ó 45 rpm, hizo que cuando volví a montarlo, ¡FUNCIONARA!, escuchando por el altavoz la

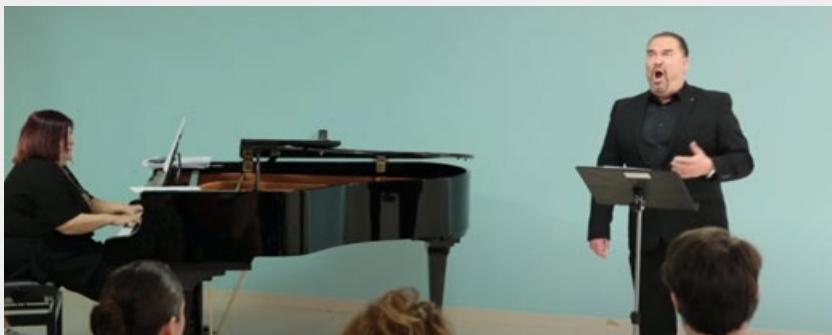
maravillosa voz del gran barítono Manuel Ausensi. Fue un momento mágico, de alegría indescriptible.

Ese episodio me unió indefectiblemente con la ingeniería -el 'cacharreo'- y con la música, como escuchante y luego como intérprete, pudiendo gradualmente ascender con los años por un 'escalafón' creciente en calidad en los coros universitarios (Coro de la UPM) y semiprofesionales (Coro de Voces Graves de Madrid, Orfeón Donostiarra, etc.).

Ya finalizando la carrera, me enfoqué en intentar cultivar mi propia voz con maestros de canto particulares, integrándome -mediante la superación de audiciones- en representaciones escénicas de ópera y zarzuela, y actuando tanto en el coro como en algunos papeles de solista.

### **Ventajas del canto para los ingenieros**

Quiero resaltar aquí algunas innegables ventajas que el canto coral -o solista- puede producirnos a los ingenieros -además de los beneficios en la salud corporal, la



memoria y el estrés-, como son el refuerzo de las competencias emocionales y mentales, y la potenciación de la autoestima y la autoconfianza, así como poseer más y mejores habilidades comunicativas y sociales, de trabajo en equipo, etc.

Si eres cantante solista, además, puedes centrar tus energías en potenciar la creatividad y el autoconocimiento, el dominio del escenario (útil en presentaciones con audiencia y escenario), el autocontrol, el poder de convicción y la optimización en la transmisión de los mensajes.

Sin dejar nunca el escenario y el canto, mucho antes de escribir crítica musical, y manteniendo siempre una gran disciplina (desde los 14 años) por asistir a todo concierto sinfónico, recital, zarzuela u ópera que se preciara, me interesaron las publicaciones musicales especializadas, algo muy adecuado para contrastar el criterio; es decir, lo que uno ha percibido en tal o cual concierto y confrontarlo con aquellas doctas opiniones que leía con fruición.

### Crítica musical

Como también ocurre en la ingeniería, en la crítica musical es tan importante detallar las principales claves (contexto histórico, análisis técnico, interpretación, creatividad del artista, opinión subjetiva, etc.) como argumentarlas en relación con tu experiencia y conocimientos, observando siempre la debida independencia, el rigor y ciertas

dosis de entretenimiento -para que la crítica sea amena- mezclándolo con un adecuado poso musicológico.

Además, en la crítica es necesario combinar el entendimiento profundo de la ejecución musical con la habilidad para expresar 'los porqués' de las opiniones (y de las emociones) de manera clara y convincente, no olvidando que el crítico debe rezumar honestidad, valoración y perspicacia, buscando el respeto -sin imposiciones- dentro del complejo mundo de la música (intérpretes incluidos), descubriendo nuevos artistas y/o reivindicando a grandes figuras injustamente postergadas.

La crítica debe ser constructiva y reflexiva, enfocada en aspectos artísticos para enriquecer la experiencia del espectador y facilitar la conexión entre ejecutantes y público. Resalta virtudes y desafíos de las creaciones, promoviendo la apreciación del arte y el crecimiento de los artistas.

Hecha con rigor y sensibilidad, la crítica contribuye a un panorama cultural dinámico y diverso, profundizando en la comprensión y valoración de la cultura. Con el plus de ser a la vez intérprete, la crítica me ha permitido amar más profundamente a la música y mostrar cómo debe respetarse.

En España es muy difícil vivir de la música, del canto lírico, y es muy lamenta-

ble que se haya eliminado como materia en la formación básica. Dado los beneficios que aporta, sería crucial que se revirtiera esta situación.

Muchos especialistas (médicos, psicólogos, coaches, etc.), comparten esta misma opinión. Si mi humilde experiencia sirve de algo, creo que todos merecemos ser formados en esas disciplinas desde la infancia. En cuanto a los ingenieros, estaría bien que se comentaran las ventajas antedichas en algún momento de su vida curricular, aprovechando que en la carrera ya existen asignaturas técnicas estrechamente relacionadas con la música.

Para terminar, considero que es obligación de los que nos dedicamos a intentar reforzar el corporativismo en nuestra profesión, el pertenecer al Colegio o a la Asociación de Ingenieros de Telecomunicación, por todo lo bueno que nos aporta. A mi juicio, las telecomunicaciones y la música cierran un círculo virtuoso. Por ello, me he empeñado últimamente en ayudar a las profesiones menos corporativizadas, como son las profesiones artísticas -en concreto la música- a que también consigan esa necesaria cohesión. ▴



**Con el plus de ser a la vez intérprete, la crítica me ha permitido amar más profundamente a la música y mostrar cómo debe respetarse**



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

# Talento y ecosistema digital



## Talento tecnológico

### Anatomía de la brecha de talento tecnológico.

**DigitalES. 2024. 46 páginas.**

Análisis multidisciplinar de la brecha de talento y empleo en el sector tecnológico español. Se trata de un estudio cualitativo que aborda uno de los problemas más acuciantes de la economía: la falta de profesionales en un sector demandante de empleo que no cubre sus vacantes. El informe se basa en herramientas de Inteligencia Artificial y en un modelo predictivo para detectar necesidades y establecer recomendaciones.

## Talento en IA y Data en España

### El futuro del talento en Inteligencia Artificial y Data en España.

**Observatorio Dinámico de Talento Tecnológico. IndesIA y TalentHackers. 2024. 75 páginas.**

Análisis de los perfiles profesionales más demandados en el área de IA, Data y resto de tecnologías afines, de las principales habilidades que se demandan para estos puestos y de cómo aumentar la capacidad de generación de este talento tan especializado. Señala que en España el número de profesionales en Data es de más de 144.500, de los cuales un 68% son hombres y un 32% mujeres. La mayoría de estos profesionales trabajan en Madrid (45,3%), Cataluña (26,9%) y Andalucía (7,3%).



## Impacto de la IA generativa en el talento

### Primer Barómetro de la IA y el talento en España.

**NTT DATA e ISDI. 2024. 42 páginas.**

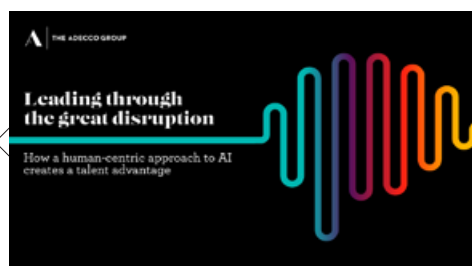
Visión sobre el estado de avance de las organizaciones para encarar la transformación necesaria ante el impacto que la IA Generativa está produciendo en el talento y en la cultura del trabajo de las organizaciones españolas. A través de un sondeo sobre 25 dimensiones de acción, encuadradas en seis ejes transformacionales, el documento analiza cómo las organizaciones están ayudando a sus profesionales en la adopción de esta nueva tecnología y en el proceso de transformación cultural que implica.

## Talento y adopción de la IA

### Leading through the great disruption. How a human-centric approach to AI creates a talent advantage.

**The Adecco Group y Oxford Economics. 2024. 60 páginas.**

El informe se apoya en una encuesta realizada a 2.000 directivos de nueve de los principales países del mundo. Señala que el 66% de los encuestados contratará talento externo cualificado para hacer frente a la adopción masiva de la IA, mientras que sólo el 34% afirma que desarrollará las habilidades de su plantilla actual. Este escenario va a generar una fuerte competencia por el talento con habilidades digitales.





## Talento en ciberseguridad Strategic Cybersecurity Talent Framework.

World Economic Forum. 2024. 40 páginas.

En la actualidad, faltan casi cuatro millones de profesionales de la ciberseguridad en todo el mundo. La demanda de profesionales cualificados en este campo no deja de aumentar de forma constante año tras año y el déficit no muestra signos de remitir. El informe tiene como objetivo servir de referencia para los responsables públicos y privados preocupados por la escasez de mano de obra en el sector y comprometidos con el desarrollo y el fomento del talento en ciberseguridad en sus respectivas áreas de actividad.

## Evolución del talento digital en Cataluña Digital Talent Overview 2024.

Mobile World Capital Barcelona. 2024. 123 páginas.

Análisis de la situación y la evolución del talento digital en Cataluña. Barcelona sumó 13.500 nuevos especialistas de perfil tecnológico durante 2023, más de un tercio de ellos llegados de fuera de Cataluña. El informe señala que la brecha de género se sigue acortando. Barcelona cuenta con 35.000 mujeres que ejercen profesiones digitales, un 30,6% del total del sector. Según el informe, *Blockchain* (+58%), *cloud* (+20%) e *IA* (+12%) son los sectores donde más crece la demanda de profesionales.



## Desajuste de talento en España Desajuste de talento 2024.

ManpowerGroup. 2024. 22 páginas.

Análisis del desajuste de talento en España en 2024, que es el dato que refleja la valoración que hacen los empresarios sobre la dificultad de encontrar e incorporar los perfiles que necesitan para sus organizaciones. Concluye que el 78% es el desajuste de talento existente en España y que la flexibilidad sobre dónde y cuándo se trabaja es la clave de las empresas españolas para atraer talento.

## Ranking de talento e IA IMD World Talent Ranking 2024. The socio-economic implications of AI in the workplace.

IMD World Competitiveness Center. 2024. 122 páginas.

Análisis de la situación de las diferentes economías en materia de desarrollo, retención y atracción de talento nacional e internacional altamente cualificado. Entre sus conclusiones, el documento señala la amenaza que podría suponer la IA para la captación de talento por parte de las economías de rentas alta. Suiza, Singapur y Luxemburgo ocupan las tres primeras posiciones del ranking, mientras que España se sitúa en el puesto 34.





## ■ ASTURIAS

La Delegación de la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación en Asturias (AEIT Asturias), con el patrocinio de ArcelorMittal España y ArcelorMittal Global R&D Spain y la colaboración de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (EPI), ha concedido las 12 becas que cubren la inscripción del programa FIRST® LEGO® League en la categoría Challenge y un robot LEGO Education SPIKE PRIME a 12 centros educativos públicos y concertados de la región.



## ■ MADRID

El pasado mes de octubre, se celebró una charla-coloquio organizada por la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid (AEIT Madrid) y moderada por Inmaculada Sánchez Ramos y Miguel Ángel Jodra, presidenta y vocal de la Asociación, respectivamente. Durante la jornada, Daniel Lacalle, economista jefe de Tressis SV, y Sonsoles Santamaría, directora general de negocio de la misma compañía, expusieron la necesidad de invertir el dinero, el impacto de la valoración de las grandes empresas tecnológicas o cómo afectará el resultado de las elecciones americanas a los activos financieros.



## ■ ANDALUCÍA OCCIDENTAL Y CEUTA

La demarcación del COIT de Andalucía Occidental y Ceuta (COITAO) colaboró activamente en la XI Feria de Innovación y Nuevas Tecnologías, organizada por la Diputación de Sevilla a través de la Sociedad de Informática Provincial, INPRO. En el evento se trataron temas de interés para el ecosistema empresarial tecnológico en el territorio andaluz y, más concretamente, sevillano.

El COITAO participó en la organización de las diferentes sesiones técnicas que se han desarrollado, donde tanto el decano, Manuel Ortigosa, como Loreto del Valle, miembro del Colegio, formaron parte de sendas mesas redondas junto a representantes y profesionales de entidades relacionadas con las TIC.



## ■ GALICIA

El pasado mes de diciembre tuvo lugar la asamblea general ordinaria del GGES, Consello Galego de Enxeñerías, que desde febrero de 2024 está presidido por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación de Galicia. El GGES, que está formado por los ocho colegios de ingeniería regulada de España, llevan a cabo actuaciones de promoción de las diferentes especialidades y la búsqueda de estrategias conjuntas en favor de los colectivos que representa. Julio Sánchez Agrelo, decano territorial del COIT en Galicia, es el presidente de la entidad.



## ■ ARAGÓN

Por noveno año consecutivo empresas de tecnología se han reunido para analizar los últimos avances y desafíos en el ámbito de la seguridad. Organizada por el Centro Universitario de la Defensa (CUD) y el COIT en Aragón, junto a la Asociación de Ingenieros de Telecomunicación de Aragón (AITAR), esta



jornada proporcionó la oportunidad de debatir con altos mandos del Centro de Sistemas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CESTIC) y con los caballeros y damas cadetes de la Academia General Militar de Zaragoza sobre las aportaciones estratégicas de las TIC en el sector de la defensa.



## ■ LA RIOJA

El pasado mes de noviembre, la Asociación de Ingenieros de Telecomunicación de La Rioja (AITER) junto con la Consejería de Hacienda, Gobernanza y Sociedad Digital del Gobierno de La Rioja, celebró la XVII Noche de las Telecomunicaciones y Sociedad de la Información de La Rioja, donde se entregaron sus premios anuales:

- Premio Ingeniero del Año: Noelia Vicens Ruiz.
- Premio Empresa: Circular Universe.
- Premio Empresa Junior: Cesens Technologies.
- Premio Transformación Digital: proyecto 'Digitalízate con la Rioja'.

## ■ CASTILLA-LA MANCHA

Durante la celebración de la XII Noche de las Telecomunicaciones de Castilla-La Mancha, se celebró una jornada orientada a debatir sobre el papel de la Tecnología como catalizador de desarrollo económico y social del ámbito rural.

El evento contó con la participación de Fernando Mérida (subdirector de Transferencia del Conocimiento, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades), Miguel



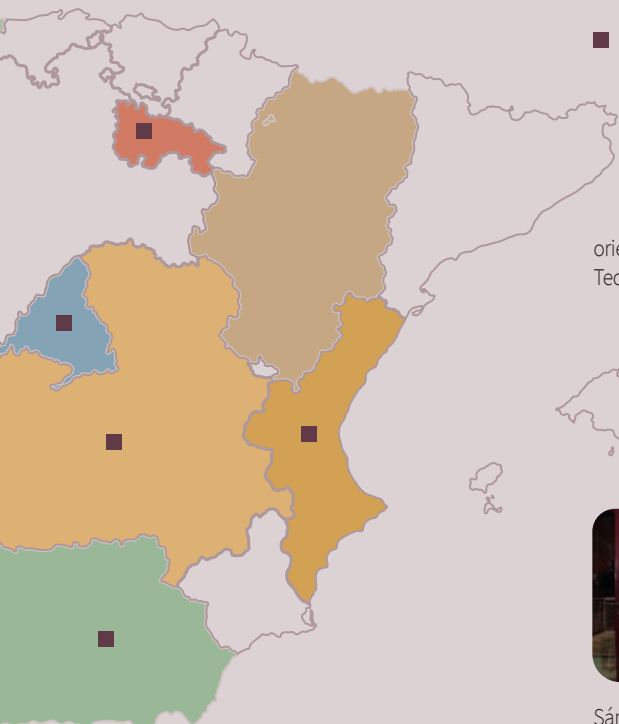
Sánchez Galindo (director general de DigitalES) y María Guijarro (de 'Digitaliza Tu Pueblo', ETSIT-UPM). Igualmente, se presentó la nueva Agencia de Transformación Digital de CLM, con la asistencia y participación de su director gerente, Juan Ángel Morejudo y los tres directores generales que componen la estructura de la Agencia (Digitalización e IA, Telecomunicaciones y Ciberseguridad, y Salud Digital).

## ■ COMUNIDAD VALENCIANA

Entre las iniciativas del COITCV para visualizar el valor profesional del Ingeniero e Ingeniera de Telecomunicación, y hacemos más atractivos para empresas e instituciones, se ha iniciado la campaña #Teleco10. Ya se cuenta con 10 embajadores y embajadoras telecos para que expliquen en sus apariciones en diferentes medios cómo, desde cada rol, pueden contribuir a organizaciones de la economía y la sociedad.



Se han iniciado las grabaciones con Valery Naranjo Ornedo, premio Pioneras\_IT 2024, representando el rol de profesora, así como con Josué Castillo Martín, jefe de Servicio de Tecnologías de la Información, Comunicación y Transformación Digital del Ayuntamiento de Elche, representando el rol de funcionario público.



## ■ ANDALUCÍA ORIENTAL Y MELILLA

El Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros de Telecomunicación de Andalucía Oriental y Melilla (COIT-AOR) ha participado activamente en el evento LEADINGGIRLS, que se celebró del 3 al 4 de diciembre en el Palacio de Ferias y Congresos de Málaga. Este evento, organizado por Feria de Málaga (FYCMA), busca fomentar el liderazgo femenino y las vocaciones tecnológicas en niñas y jóvenes



**MÓNICA PREGO.**

## ► Patatas a la riojana

Hoy hacemos un guiño a La Rioja con estas patatas a la riojana, un plato muy sencillo pero lleno de sabor, perfecto para estos días fríos de invierno. Es un guiso caliente que combina patatas, chorizo y pimientos, con un toque de pimentón que le da un sabor ahumado y reconfortante.

### Ingredientes:

- 4 patatas medianas
- 2 chorizos (preferiblemente picantes o semipicantes)
- 1 cebolla
- 2 dientes de ajo
- 1 hoja de laurel
- 1 cucharada de pimiento choricero en conserva
- 1 cucharadita de pimentón dulce (puedes añadir también un poco de picante si te gusta)
- Aceite de oliva
- Sal

### Receta:

1. Pela las patatas y “chasca” (corta rompiendo) en trozos irregulares. Esto ayuda a que el almidón se libere durante la cocción y el guiso tenga mejor textura.
2. Corta el chorizo en rodajas gruesas. Pica la cebolla y los ajos en trozos pequeños.
3. En una cazuela, añade un poco de aceite de oliva y sofríe la cebolla y el ajo hasta que estén tiernos.
4. Incorpora el chorizo y deja que suelte su grasa durante un par de minutos.
5. Agrega el pimentón y mezcla rápidamente para que no se queme. Luego, añade las patatas y cúbreles con agua. Añade la hoja de laurel y la sal al gusto.
6. Cocina a fuego medio-bajo durante unos

20 minutos hasta que las patatas estén tiernas y el guiso espeso. Rectifica de sal si es necesario y sirve bien caliente.

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



**JOSÉ MONEDERO.**

## ► Cerrando 2024 y abriendo 2025

Eclosión de exposiciones en este final de año. No hay excusa para no disfrutar de las múltiples posibilidades que nos ofrece Madrid, desde las cálidas figuras de Jaume Plensa ('Materia interior', Fundación Telefónica, hasta mayo 2025) a la muestra de los iconos del siglo pasado ('Arte español del siglo XX', Fundación Cristina Masaveu, hasta julio 2025), pasando por una visita, cómo no, al Museo del Prado para recorrer la exposición temporal 'Darse la mano', hasta marzo de 2025, en la

que sobrecogernos con la imaginaria del barroco español fruto de la mezcla de la escultura y la pintura presente en el policromado de las imágenes.

Si tuviese que elegir una de ellas, teniendo en cuenta que todavía podremos seguir disfrutando un año más de la obra de Plensa, gracias a la ya familiar vista

de 'Julia' en la plaza de Colón, y de las múltiples opciones de contemplar las obras de los maestros del siglo XX español, escogería deambular por el Prado entre las obras de Alonso Cano, Gregorio Fernández, Berruguete o Sallcillo, e incluso ver 'El Cristo de Ocaña', exponente de la innovación de mis

paisanos al incluir imágenes articuladas en los desfiles procesionales de su Semana Santa, algo así como la aplicación de la IA en el 1800.





MANOLO GAMELLA.

## ► Tintos de Rioja

Siguiendo la sugerencia de mi compañera en esta sección de Ocio, Mónica Prego, autora de los artículos de cocina, comentaremos los vinos tintos de Rioja, acompañando a su receta de patatas a la riojana.

Lo difícil en esta ocasión es resumir, porque se trata de muchos de los vinos más prestigiosos de España, tanto aquí como en el extranjero (más de 40% del valor de las exportaciones de vinos españoles). La historia del vino en esta región se remonta a tiempos prerromanos, pero experimentó cambios fundamentales a finales del siglo XIX cuando la plaga de filoxera arrasó los viñedos en Francia unos años antes que aquí, estimulando la venida de viticultores de Burdeos y el aprendizaje de nuevas formas de elaboración.

A partir de esos años, la calidad de los vinos resultantes fue imponiéndose en los mercados y en 1926 Rioja fue la primera región española con Denominación de Origen (DO) Protegida, elevada junto con Priorato en 1991 a la categoría superior de DO Calificada.

La DO Rioja comprende tres subzonas: Alta (oeste de la Comunidad de La Rioja y Miranda de Ebro en Burgos), Baja (parte oriental de la Comunidad y algunos pueblos navarros) y Alavesa (pueblos de Álava junto al Ebro).

Predomina la uva tempranillo, a veces sola pero también en compañía de otras, principalmente garnacha, graciano y mazuelo (cariñena). Los tintos riojanos típicos son secos pero afrutados y aromáticos, con intensidades de color bien matizadas y equilibrio entre cuerpo, acidez y alcohol.

Según sus años de envejecimiento en barrica de roble y en botella, estos vinos pueden tener etiquetas de crianza, reserva o gran reserva, pero una buena comida casera puede acompañarse perfectamente con riojas jóvenes, de uno o dos años, o de pequeñas bodegas ('de cosechero').



ATANASIO CARPENA.

## ► Atrápame, si puedes

**Dirección:**

**Steven Spielberg, 2002.**

Es la inverosímil historia de Frank Abagnale hijo, un joven que se fuga de casa con dieciséis años, se hace pasar por piloto de Pan Am, por médico y por abogado mientras estafa a los bancos pasando cheques falsos y el FBI le pisa los talones.

La película es el reflejo de una época y la problemática de los cheques con tinta magnética, aunque, en segundo plano, el título y el comportamiento del protagonista referencian a Creeper, el primer virus informático de la historia.



## ► Blackhat -

**Amenaza en la red**

**Dirección:**

**Michael Mann, 2015.**

Módem, teléfono, Internet o seguridad son términos del pasado siglo XX, pero el presente trata de la ciberrevolución, la interconectividad y la vulnerabilidad de todo ello.

Vivimos en un invisible exoesqueleto de datos e interconexiones. Todo lo que hacemos, todo lo que tocamos, forma parte de la red. Y no hemos de olvidar el concepto de contaminación, de corrupción de la información en su propagación a través de la red.

A las películas de Michael Mann siempre les ha bastado con Michael Mann. Más allá de la debilidad de algunos guiones, el talento del director acababa conformando obras de irresistible poder visual, desde esas coreografías del disparo a esas ceremonias nocturnas filmadas con la textura de un poeta de la profundidad de campo.

**fht))** Foro Histórico de las Telecomunicaciones

Más de cada una de estas películas en la filmoteca del Foro Histórico de las Telecomunicaciones, disponible en la web del COIT.

## CES 2025

El CES, que se celebra anualmente en Las Vegas, Nevada, es sin duda una de las ferias tecnológicas más grandes e influyentes del mundo. Organizado por la Consumer Technology Association (CTA), reúne a las mentes más brillantes de la tecnología y la electrónica de consumo para mostrar productos innovadores y discutir las tendencias del futuro. Desde televisores de última generación hasta dispositivos de realidad virtual y automóviles autónomos, el evento ofrece una visión integral de cómo la tecnología impactará nuestras vidas en los próximos años. **Del 7 al 10 de enero. Las Vegas, Estados Unidos.**

<https://www.ces.tech/>

## FERIA INTERNACIONAL DE TURISMO, FITUR

Es el evento de referencia en el sector turístico y la feria líder para los mercados receptores y emisores a nivel mundial. Un punto de encuentro global clave para los profesionales de la industria turística y la mayor plataforma de negocio del sector, donde la tecnología aplicada a los llamados 'destinos inteligentes' tienen cada vez una mayor presencia. **Del 22 al 26 de enero. IFEMA Madrid.**

<https://www.ifema.es/fitur>

## CISCO LIVE

La Inteligencia Artificial ocupará un lugar central en Cisco Live 2025, lo que le permitirá ampliar sus horizontes y sumergirse en la próxima ola de tecnologías transformadoras de Cisco, para aprender a trabajar de forma más rápida, segura e inteligente. **Del 9 al 14 de febrero. Ámsterdam, Países Bajos.**

<https://www.ciscolive.com/emea.html>

## MOBILE WORLD CONGRESS, MWC

MWC Barcelona es el evento más grande e influyente para el ecosistema de la conectividad. Acoge a operadores móviles globales, fabricantes de dispositivos, proveedores de tecnología, propietario de contenidos, etc. Decenas de miles de altos ejecutivos de las principales empresas mundiales, gobiernos internacionales y empresas tecnológicas pioneras convergen en este evento que combina un Congreso internacional con una amplia zona expositiva. Está organizado por la GSMA, entidad que representa los intereses de los operadores móviles de todo el mundo con casi 400 empresas del ecosistema móvil. **Del 3 al 6 de marzo. FIRA de Barcelona.**

<https://www.mwcbarcelona.com/>

## TRANSFIERE

Este evento conecta a todo el sistema español de innovación e impulsa su proyección internacional. Talento, desarrollo científico-tecnológico, acceso a la inversión y negocio en un encuentro de alto potencial para generar alianzas y sinergias globales. **Del 12 al 14 de marzo. Málaga.**

<https://transfiere.fycma.com/>

## DIGITAL ENTERPRISE SHOW 2025

El evento tiene como objetivo facilitar la transformación digital de las empresas, reuniendo tecnologías de vanguardia y ponentes de primera categoría para satisfacer los objetivos, retos y necesidades de los asistentes. Es una plataforma B2B de gran potencial para generar negocio, elevar la marca, fortalecer el liderazgo y reforzar las relaciones comerciales. La exposición contará con más de 300 de las principales empresas tecnológicas del mundo. **Del 10 al 12 de junio. Málaga.**

<https://www.des-show.com/es/>



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.

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





- Desarrollo de talento local y creación de puestos de trabajo de calidad
- Compromiso local con las comunidades donde estamos presentes
- Apostando por infraestructuras sostenibles que contribuyan a la eficiencia y bienestar de todos

