

Técnica Industrial 341

Ingeniería de rehabilitación

RECURSOS TECNOLÓGICOS PARA LA REHABILITACIÓN

Rol de los ingenieros de la rama industrial en la generación de recursos tecnológicos para la rehabilitación

CERTIFICADOS DE AHORRO ENERGÉTICO

Acceso a la financiación en actuaciones en ahorro de energía final reduciendo trabas administrativas

PRIMERO, LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO MEDIANTE CICLOS TERMOQUÍMICOS

Basados en perovskitas empleando corrientes térmicas de centrales nucleares

REPORTAJE

La ingeniería de rehabilitación traza nuevos caminos para reconstruir vidas

BARÓMETRO INDUSTRIAL

La situación de la industria en España

INNOVACIÓN

IFMIF-DONES: El acelerador de partículas que convertirá a Granada en el epicentro mundial de la fusión nuclear

Programa formativo en competencias digitales

¡La inscripción comienza el 15 de Septiembre!

El programa de formación de competencias digitales en el ámbito de los colegios profesionales forma parte de la iniciativa **Generación D**, impulsada por **Red.es**, entidad adscrita al **Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública**, a través de la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial.

Se trata de un programa formativo transversal y multisectorial, dotado con **200 millones de euros** a través de una subvención a **Unión Profesional y los Consejos Generales y Colegios Profesionales de ámbito nacional**, cuyo objetivo es **formar a 80.000 profesionales en competencias digitales e inteligencia artificial**.

Estas actuaciones están financiadas por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia a través de los **fondos Next Generation de la Unión Europea**, en el marco de la Inversión 3 del Componente 19 «**Competencias digitales para el empleo**».

El programa formativo está **dirigido a profesionales de diferentes sectores** (arquitectura, científico, docentes, económico, ingenierías, jurídico, sanitario y social). Participan en el programa los **Consejos Generales y Colegios Profesionales** de ámbito estatal adheridos al mismo desde los cuales se ofrecerá una formación específica.



¡Escanea el QR para rellenar el formulario!

El Curso dará **comienzo el 1 de Octubre** y **finalizará el 30 de Junio 2026**.

Consta de **150H**, de las cuales **20 H** serán **presenciales** que se impartirán a partir de **Febrero 2026**, todo ello una vez superada la parte on line.

¡Inscríbete!

Desarrolla tus competencias digitales al máximo

Rellena el siguiente formulario y te contactaremos cuando se abran las inscripciones para el nuevo Certificado de Competencias Digitales Profesionales

- ✓ Sin coste para profesionales
- ✓ 150 horas de formación mentorizada y personalizada
- ✓ Modalidad híbrida flexible: online y presencial (20 horas presenciales)
- ✓ Diseñado por expertos de diferentes sectores
- ✓ Plataforma intuitiva y gamificada
- ✓ Basado en el Marco Europeo DigComp

Nombre

Apellidos

Email

Teléfono (opcional)

Acepto términos y condiciones

EN PORTADA Ingeniería de rehabilitación



- 14 La ingeniería de rehabilitación traza nuevos caminos para reconstruir vidas**
Recuperar la marcha, alzar un brazo, cerrar una mano: actos que fueron automáticos y que, para quienes han sufrido una lesión o enfermedad incapacitante, exigen ciencia, precisión y esperanza. Cada avance es fruto de una alianza: ciencia, ingeniería y atención sanitaria se unen para devolver capacidades a quienes han visto limitada su movilidad. **Mariana Morcillo.**
- 18 ENTREVISTA Juan Carlos Alberto Jara Bravo.** Profesor e investigador del Grupo Human Robotics (HURO) de la Universidad de Alicante: "Desarrollar un modelo estandarizado de rehabilitación para trastornos neuromusculares sería un avance extraordinario". **Mónica Ramírez.**
- 22 ENTREVISTA Ramón Rubio.** Director de la Cátedra MediaLab de la Universidad de Oviedo: "Nuestro primer proyecto fue construir prótesis impresas en 3D y personalizadas a niños y niñas con amputaciones". **Mónica Ramírez.**
- 26 ENTREVISTA Eukene Imatz Ojanguren.** Investigadora en el ámbito de la neuroingeniería, en la división de salud de TECNALIA: "Las técnicas basadas en la IA nos permiten diseñar dispositivos médicos para rehabilitación más personalizados". **Mónica Ramírez.**
- 30 ENTREVISTA Guillermo Gauna-Vivas.** Director general ejecutivo de Ayúdame3D: "En Ayúdame3D ponemos la tecnología al servicio de las personas". **Mariana Morcillo.**

Foto de portada: Shutterstock

ACTUALIDAD

- 04 IFMIF-DONES: El acelerador de partículas que convertirá a Granada en el epicentro mundial de la fusión nuclear.** Diseñado para simular las condiciones extremas del interior de un reactor de fusión, el acelerador de partículas IFMIF-DONES, que se construye en Escúzar (Granada), será una pieza clave en la carrera por lograr una fuente de energía limpia, segura e inagotable. Esta colosal infraestructura científica, la mayor que se ha desarrollado hasta el momento en España, busca sentar las bases de un nuevo paradigma energético global. **Mónica Ramírez.**
- 08 VIII Barómetro Industrial: la situación de la industria en España.** La situación de la industria en España vuelve a ser analizada, por octavo año consecutivo, en una nueva edición del informe del Barómetro Industrial del COGITI – Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2024. **Mónica Ramírez.**

ARTÍCULOS

- 34 ORIGINAL**
Rol de los ingenieros de la rama industrial en la generación de recursos tecnológicos para la rehabilitación
Role of Industrial Engineers in the generation of technological resources for rehabilitation. **Prof. Dr. Juan Antonio Juanes Méndez**
- 40 ORIGINAL**
Producción de hidrógeno mediante ciclos termoquímicos basados en perovskitas empleando corrientes térmicas de centrales nucleares
Hydrogen production through thermochemical cycles based on perovskites using thermal flows from nuclear power plants. **Iván Brigidano, Alejandro Pérez, Juan Ángel Botas**
- 46 INFORME TÉCNICO**
Certificados de ahorro energético. Acceso a la financiación en actuaciones en ahorro de energía final reduciendo trabas administrativas
Energy Savings Certificates. Access to financing for final energy saving actions, reducing administrative obstacles
Antonio José Palacio Lanne-Lenne, Carlos Deogracias Fernández Rueda, José Manuel Gabella Carmona
- 56 INFORME TÉCNICO**
Primero, la eficiencia energética
First, the energy efficiency. **José Manuel Gabella Carmona y Carlos Deogracias Fernández Rueda**

INGENIERÍA Y HUMANIDADES

- 90 INGENIEROS EN LA HISTORIA Alan Turing:** el visionario que descifró "Enigma" y soñó con máquinas pensantes. **Mónica Ramírez**
- 96 Publicaciones**

Técnica Industrial Revista cuatrimestral de ingeniería, industria e innovación revisada por pares. www.tecnicaindustrial.es

Directora: Mónica Ramírez Helbling

Secretario de redacción: Enrique Soriano Heras (Universidad Carlos III de Madrid). Consejo de redacción: Alessandro Ruggiero, Petr Valášek, Juan Antonio Monsoriu, Rubén Puche Panadero, Roberto D'Amato, Manuel Islán Marcos, Jesús Manuel García Alonso, Higinio Rubio Alonso y Fernando Blaya Haro. Consejo asesor: Jorge Arturo Ávila Rodríguez (México), Manuel Campo Vidal (España), Nuria Martín Chivelet (España), Sara Nauri (Reino Unido), Jerry Westerweel (Holanda).

Redacción, administración y publicidad: Avda. Pablo Iglesias, 2, 2º. 28003 Madrid. Tel: 915 541 806 / 809. revista@tecnicaindustrial.es

Impresión: Monterreina. C/ Cabo de Gata, 1-3, Área empresarial Andalucía 28320 Pinto, Madrid.

Depósito legal: M. 167-1958 ISSN: 0040-1838. ISSN electrónico: 2172-6957.

03 **Editorial** La identidad digital profesional: un proyecto estratégico para las profesiones y para la sociedad
José Antonio Galdón Ruiz

PROFESIÓN

70 **Presentado el VIII Barómetro Industrial del COGITI-Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM)**

Según se desprende de la encuesta del Barómetro Industrial del COGITI, realizada a cerca de 2.400 ingenieros de la rama industrial, el 78 % de los ingenieros del sector industrial considera necesario ampliar la vida útil de las centrales nucleares españolas.

71 **La Ingeniería Técnica se reúne con representantes de alumnos y directores de Escuelas de Ingeniería para analizar problemáticas comunes**

72 **El presidente de COGITI participa en la entrega de los VIII Premios de la Industria en España organizados por la Fundación TecnoVita**

73 **Encuentro UNE-COGITI: presentada la Norma UNE 202013 sobre la conservación de instalaciones eléctricas de baja tensión**

73 **El COGITI participa en el CUIEET 32 y en la IV Olimpiada Nacional de Ingenierías Industriales**

74 **Celebrada la X edición del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica organizado por UAITIE**

76 **ENTREVISTA José Manuel García Egea.** Ceo de Nanocarbonoids: "Los materiales avanzados serán clave en defensa, infraestructuras críticas y logística portuaria!". *Mónica Ramírez.*

80 **ENTREVISTA Carolina Senabre Blanes.** Doctora en Ingeniería Mecánica y profesora titular de la Universidad Miguel Hernández de Elche: "Es necesario visibilizar referentes femeninos en ciencia y tecnología, y fomentar el interés por las disciplinas STEM entre las niñas y jóvenes". *Mónica Ramírez.*

86 **Ferías y Congresos**

94 **Décima edición del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica de UAITIE: una década sembrando vocaciones ingenieriles**



Técnica Industrial Fundada en 1952 como órgano oficial de la Asociación Nacional de Peritos Industriales, es editada por la Fundación Técnica Industrial, vinculada al Consejo General de Colegios de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI).

**Fundación Técnica Industrial
Comisión Ejecutiva**

- Presidente** José Antonio Galdón Ruiz
- Vicepresidenta** Ana Mª Jáuregui Ramírez
- Secretario** Jesús E. García Gutiérrez
- Tesorero** Alejandro Sotodosos Fernández
- Interventor** Antonio Ruiz Saiz
- Vocales** Diego Pérez Muñoz y Mar López Almagro
- Gerente** Santiago Crivillé Andreu

Patronos

Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales de España (UAITIE), Cogiti y Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales, representados por sus decanos:

- A Coruña** Macario Yebra Lemos
- Álava** Alberto Martínez Martínez
- Albacete** Francisco Avellaneda Carpena
- Alicante** Antonio Martínez-Canales Murcia
- Almería** Francisco Lores Llamas
- Aragón** Enrique Zaro Giménez
- Ávila** Samuel Gavilán López
- Badajoz** Vicenta Gómez Garrido
- Illes Balears** Sebastián Frongia
- Barcelona** Ricard Nogués i Parra
- Bizkaia** Alberto García Lizaranzu
- Burgos** Antonio Ruiz Saiz
- Cáceres** Fernando Doncel Blázquez
- Cádiz** Domingo Villero Carro
- Cantabria** Luis Miguel Muñoz González
- Castellón** José Luis Ginés Porcar
- Ciudad Real** José Carlos Pardo García
- Córdoba** Francisco López Castillo
- Garraf i l'Alt Penedès** Mar López Almagro
- Gipuzkoa** Valeriano Carballo Garrido
- Girona** Jordi Fabrellas Payret
- Granada** Fernando Terrón Bote
- Guadalajara** Juan José Cruz García
- Huelva** Manuel León Gómez
- Jaén** Rafael Fernández Mesa
- La Rioja** Jesús Velilla García
- Las Palmas** José Antonio Marrero Nieto
- León** José Antonio Cuba Cal
- Lleida** Antonio Campo Barrabés
- Lugo** Jorge Rivera Gómez
- Madrid** José Antonio Galdón Ruiz
- Málaga** José B. Zayas López
- Manresa** Jordi Valiente Prat
- Región de Murcia** Miguel Ángel Sola Navarro
- Navarra** Enrique Domínguez Peralta
- Ourense** Santiago Gómez-Randulfe Álvarez
- Palencia** Jesús de la Fuente Valtierra
- Principado de Asturias** Diego Pérez Muñoz
- Salamanca** José Mª Collantes Hidalgo
- S. C. Tenerife** Antonio M. Rodríguez Hernández
- Segovia** Gabriel Vallejo Álvarez
- Sevilla** Ana Mª Jáuregui Ramírez
- Soria** Levy Garijo Tarancón
- Tarragona** Joan Gabriel Talarn Maigí
- Toledo** Ángel Carrero Romero
- Valencia** Tomás Játiva Collados
- Valladolid** Rafael Álvarez Palla
- Vigo** Jorge Cerqueiro Pequeño
- Zamora** Jose Luis Hernández Merchán

La identidad digital profesional: un proyecto estratégico para las profesiones y para la sociedad

Vivimos una profunda transformación digital que está redefiniendo la forma en que los ciudadanos se relacionan entre sí, con las instituciones y con los servicios profesionales. En este nuevo entorno, la identificación digital se ha convertido en un componente clave para garantizar seguridad, confianza y transparencia. Y, en este escenario, las profesiones colegiadas no podían quedarse al margen. Por el contrario, debían situarse en el centro.

Desde hace más de cuatro años, en Unión Profesional hemos trabajado para hacer realidad esa visión. Lo hicimos tocando la puerta del entonces Ministerio de Transformación Digital y de la Función Pública, convencidos de que los Colegios Profesionales debían tener un papel estructural en el diseño de la cartera de identidad digital europea. La respuesta fue positiva: se nos ofreció participar en el proyecto europeo DC4EU (Digital Credentials for Europe), un ambicioso consorcio internacional, liderado por el Gobierno de España, en el que han colaborado 99 instituciones de 25 países.

La aportación de las profesiones españolas ha sido determinante. Desde Unión Profesional, hemos desarrollado un trabajo técnico riguroso y compartido, en el que han participado todos nuestros asociados, con reuniones periódicas y una implicación continua. Este esfuerzo ha cristalizado en cuatro casos de uso concretos, que representan con claridad las funciones esenciales de nuestras corporaciones:

1. El Professional ID, o certificado de colegiación, que acredita la habilitación profesional y es base de cualquier ejercicio regulado.
2. El certificado de formación continua, que refleja la permanente actualización técnica y científica de nuestros profesionales.
3. El certificado de Desarrollo Profesional Continuo (DPC), orientado a medir la trayectoria profesional en base a criterios homogéneos y transparentes.
4. La acreditación de actividades formativas ofrecidas por los Colegios, especialmente en el ámbito sanitario, donde la formación continuada es obligatoria.

Estos desarrollos técnicos han sido recogidos en el *Libro de Reglas de Credenciales Profesionales*, un documento que armoniza la gobernanza, los atributos y los estándares necesarios para la emisión segura y jurídicamente válida de estas credenciales. Todo ello, alineado con el Reglamento eIDAS 2 y con la infraestructura europea EBSI, garantizando así su interoperabilidad en toda la Unión Europea.

Este proyecto ha puesto de relieve algo esencial: el carácter estratégico de los Colegios Profesionales como fuentes auténticas de información. Solo nuestras corporaciones pueden certificar, con seguridad jurídica y plena trazabilidad, que una persona está legalmente habilitada para ejercer una profesión. En un entorno donde la confianza es un bien escaso, el papel de los Colegios como garantes del interés general resulta más necesario que nunca.

No hablamos solo de emitir certificados o de digitalizar procesos. Hablamos de mantener la integridad de un modelo que protege a la sociedad frente al intrusismo, las malas prácticas



o la pérdida de control sobre la información sensible. Y hablamos, también, de un modelo donde la ética profesional y la supervisión humana siguen siendo pilares fundamentales, incluso en los entornos digitales más avanzados.

La cartera digital será, sin duda, una herramienta transformadora. Permitirá al ciudadano gestionar su identidad profesional, académica y personal desde un único dispositivo, con plenas garantías de privacidad, seguridad y control sobre sus datos. Pero para que esto sea una realidad en 2026 —como marca el calendario europeo— aún queda un largo camino por recorrer.

La fase de definición ha concluido. Ahora entramos en la etapa decisiva: la implementación. Cada profesión deberá adaptar su normativa, sus procesos y sus sistemas. Será necesario desarrollar infraestructuras tecnológicas robustas, establecer políticas de emisión específicas, formar a nuestros profesionales y comunicar con claridad los beneficios del sistema. Todo esto, sin perder de vista la gobernanza pública y colegial, la equidad en el acceso, y el respeto absoluto a los derechos fundamentales.

Este proyecto ha sido una muestra ejemplar de lo que las profesiones pueden lograr cuando trabajan unidas. Porque la unidad de las profesiones no es solo un valor simbólico: es una herramienta eficaz para afrontar desafíos comunes. En un momento en que Europa promueve la digitalización como motor de competitividad y cohesión, las profesiones colegiadas deben mostrarse como aliadas estratégicas, tanto en lo técnico como en lo ético y lo social.

La transformación digital no se detiene. Pero no todas las transformaciones son positivas si no se acompañan de garantías, de responsabilidad y de sentido del bien común. Por eso, el papel de nuestras profesiones será clave en los próximos años: como emisores de confianza, como agentes de equidad, y como defensores de una digitalización centrada en las personas.

En definitiva, DC4EU es solo el principio. El trabajo más exigente comienza ahora. Y estamos preparados para liderarlo.

José Antonio Galdón Ruiz

Presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España y de la Fundación Técnica Industrial

IFMIF-DONES: El acelerador de partículas que convertirá a Granada en el epicentro mundial de la fusión nuclear

Diseñado para simular las condiciones extremas del interior de un reactor de fusión, el acelerador de partículas IFMIF-DONES, que se construye en Escúzar (Granada), será una pieza clave en la carrera por lograr una fuente de energía limpia, segura e inagotable. Esta colosal infraestructura científica, la mayor que se ha desarrollado hasta el momento en España, busca sentar las bases de un nuevo paradigma energético global.

Mónica Ramírez

Los aceleradores de partículas se han convertido en herramientas imprescindibles de la ciencia contemporánea. Desde la búsqueda de las partículas fundamentales hasta la producción de tratamientos contra el cáncer. En Escúzar, una localidad de menos de mil habitantes de la provincia de Granada, la construcción del IFMIF-DONES marca un nuevo hito: un proyecto que pone a España en la vanguardia de la física internacional y abre una nueva era para la energía de fusión y la investigación aplicada.

Este ambicioso proyecto, de nombre completo International Fusion Materials Irradiation Facility - Demo Oriented Neutron Source, representa la mayor inversión científica de la historia de nuestro país, con un presupuesto total de más de 800 millones de euros y una hoja de ruta que abarca décadas de investigación en energía de fusión.

El corazón de la fusión nuclear

IFMIF-DONES no es un acelerador de partículas cualquiera. Su misión es tan concreta como esencial: probar y validar los materiales que se emplearán en los reactores de fusión del futuro, capaces de generar energía limpia, segura e ilimitada. En otras palabras, será la instalación que evaluará qué materiales resisten las condiciones extremas —altas temperaturas, radiación de neutrones, estrés estructural— propias de los futuros reactores como DEMO, la planta experimental que sucederá a ITER.

De ese modo, IFMIF-DONES

se erige como un eslabón insustituible en la cadena científica europea de fusión nuclear, junto al ITER (actualmente en construcción en Francia) y al DEMO. Sin los datos que ofrecerá el acelerador granadino, el diseño y construcción de futuros reactores comerciales no será viable.

Cómo será el acelerador de IFMIF-DONES

IFMIF-DONES será único en el mundo. A diferencia de otros aceleradores enfocados en la física de partículas pura, su propósito es simular las condiciones extremas a las que se verán sometidos los materiales dentro de un reactor de fusión. Para ello, generará un flujo de neutrones de alta energía mediante la aceleración de protones sobre un blanco de litio.

El acelerador de partículas de IFMIF-DONES será de tipo lineal, porque el objetivo de los experimentos que se van a realizar en su interior radica en lanzar partículas contra un blanco determinado, en este caso, una cortina de litio en estado líquido. Esta forma lo diferencia radicalmente del CERN, que es de carácter circular, ya que en la instalación de Suiza se busca determinar el origen de la materia, para lo que se hace circular las partículas a una gran velocidad para cambiar, en un momento determinado, el sentido de la marcha, con el fin de conseguir que las partículas choquen entre sí a altas velocidades.

IFMIF-DONES no será el que más energía-velocidad le imprima a las partículas, pues el CERN es casi

un millón de veces más potente. La clave del acelerador de Granada reside en la cantidad de partículas que puede acelerar a la vez, y en ese sentido será el que más partículas acelere al mismo tiempo a esa energía. Además, el blanco de litio del acelerador granadino será único en el mundo, puesto que nunca antes se ha construido un circuito cerrado de litio tan grande, que gestione hasta diez metros cúbicos de este metal.

Una inversión sin precedentes

El proyecto ha movilizado 700 millones de euros en su construcción, a los que se suman 50 millones adicionales para su puesta en marcha. El coste operativo rondará los 60 millones de euros anuales. España financia el 50% del coste de construcción y el 10% del mantenimiento, a través de un acuerdo entre el Gobierno central y la Junta de Andalucía.

Sin embargo, IFMIF-DONES no es solo una apuesta nacional, ya que participan en su financiación y desarrollo 17 países y organizaciones. Algunos de ellos han suscrito acuerdos clave: Japón aportará un 5% de la construcción y un 8% del mantenimiento, Croacia un 5%, e Italia se ha incorporado recientemente como socio estratégico. Por su parte, la Comisión Europea también ha comprometido 202 millones de euros, consolidando el carácter paneuropeo del proyecto.

Esta red internacional se articula a través del DONES Steering Committee, órgano de coordinación que



Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN), acelerador de partículas (Meyrin, en Ginebra, Suiza). Foto: Shutterstock.

garantiza que la instalación cumpla los estándares de investigación fijados por la comunidad científica global.

Para el arranque de las obras, el Consejo de Ministros de España ha aprobado 200 millones de euros. A ello se suma la aportación autonómica: Andalucía ha comprometido más de 400 millones hasta 2034. La Universidad de Granada participa activamente en el desarrollo del proyecto, con un nuevo centro de investigación UGR-DONES y una inversión de 15 millones de euros. También renovará su oferta académica con titulaciones específicas en inteligencia artificial, ingeniería nuclear y ciencia de materiales, claves para abastecer de talento al futuro centro.

El consorcio gestor, IFMIF-DONES España, fue creado en 2021 mediante un convenio entre el Gobierno central y la Junta de Andalucía. La ejecución técnica corre a cargo del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), con participación activa de universidades y empresas andaluzas, especialmente de la Universidad de Granada, que ha impulsado un centro de investi-

gación vinculado y nuevos programas formativos.

Más allá de la investigación energética, el proyecto tiene implicaciones económicas y sociales profundas. Según estimaciones de la Universidad de Granada, el impacto sobre el PIB andaluz será de al menos 6.000 millones de euros. Solo durante su fase operativa se requerirán más de 1.000 trabajadores (empleo directo), incluyendo 400 científicos e ingenieros de alto nivel.

Aplicaciones más allá de la energía

Aunque la energía de fusión es el eje central del proyecto, IFMIF-DONES abrirá nuevas vías de investigación en campos como la medicina nuclear, la astrofísica, la física básica o la industria aeroespacial. Uno de los usos más prometedores será la producción de molibdeno-tecnecio, un radioisótopo esencial en el diagnóstico oncológico por imagen, hoy producido únicamente en seis reactores en todo el mundo.

De este modo, la instalación puede convertirse en uno de los pocos centros globales capaces de garantizar el suministro de este elemento

clave para los hospitales españoles y europeos, reduciendo la dependencia del extranjero en el diagnóstico por imagen.

Horizonte 2033

El calendario del proyecto contempla que el acelerador comience a irradiar de forma sistemática en 2033, entregando los primeros datos en 2035. Para entonces, ITER habrá generado suficiente información sobre la viabilidad técnica de la fusión, y DEMO se estará preparando como la primera planta capaz de producir electricidad a escala industrial. Sin IFMIF-DONES, el desarrollo de DEMO no sería posible.

Por ello, Granada, desde Escúzar, se convierte en el centro neurálgico del futuro energético europeo. Como consecuencia de ello, este municipio ya está experimentando una transformación: se han mejorado infraestructuras como las telecomunicaciones y las conexiones por carretera, y el parque industrial se revitaliza con la llegada de empresas como Amazon o Lidl, atraídas por la proyección internacional del proyecto. El ayuntamiento cedió los terrenos con la

¿Qué es un acelerador de partículas?

- Es una máquina que acelera partículas subatómicas usando campos electromagnéticos.
- Puede ser lineal o circular.
- Se usan para colisiones que permiten estudiar la materia, producir radioisótopos o tratar cáncer.



IFMIF-DONES en cifras

- Presupuesto total ➔ +800 mill. de euros
- Inicio de construcción ➔ Mayo 2025
- Primeros experimentos ➔ 2033
- Empleos directos ➔ + de 1000
- Países participantes ➔ 17
- Aportación UE ➔ 202 mill. de euros
- Potencial impacto económico ➔ 6000 mill. sobre el PIB Andalúz

Glosario rápido

- **Bosón de Higgs:** Partícula que otorga masa a otras partículas.
- **Sincrotrón:** Tipo de acelerador circular que produce luz de alta energía.
- **Fusión nuclear:** Proceso mediante el cual dos núcleos atómicos se unen para formar uno más pesado, liberando energía.
- **Neutrón:** Partícula subatómica sin carga, esencial en reacciones nucleares.

Aplicaciones de los aceleradores

- Medicina:** Radioterapia, radiofármacos, protonterapia
- Ciencia:** Análisis de proteínas y experimentos de física fundamental.
- Industria:** Semiconductores, esterilización, modificación de materiales.
- Energía:** Validación de materiales para fusión nuclear, transmutación de residuos.
- Cultura:** Análisis no invasivo de obras de arte y piezas arqueológicas.

leradores de plasma láser, prometen reducir el tamaño y coste de estas instalaciones, haciéndolas más accesibles y eficientes.

Aceleradores de partículas: las máquinas que abren las puertas del universo

En las entrañas de instalaciones científicas de gran escala, como las del CERN en Suiza o las que comienzan a tomar forma en Granada, rugen silenciosamente máquinas que han revolucionado nuestro entendimiento del cosmos: los aceleradores de partículas. Estas enormes estructuras, que podrían parecer artilugios de ciencia ficción, son en realidad instrumentos imprescindibles en la física moderna, y su impacto va mucho más allá de la teoría: están cambiando la medicina, la industria, la energía y hasta la arqueología.

A grandes rasgos, un acelerador de partículas es una máquina que impulsa partículas subatómicas —como electrones, protones o núcleos atómicos— a velocidades altísimas, muy cercanas a la de la luz. Estas partículas son aceleradas mediante campos eléctricos y dirigidas mediante campos magnéticos. El objetivo es hacerlas colisionar entre sí o contra un blanco para observar qué sucede.

Cuando estas colisiones ocurren, liberan una enorme cantidad

visión de convertir la localidad en un polo científico-tecnológico de referencia.

Proyectos como el IFMIF-DONES muestran el futuro de los aceleradores. Esta instalación única permitirá estudiar materiales para futuros reactores de fusión nuclear, una fuente de energía limpia, segura e inagotable, similar a la que se produce en el Sol.

En combinación con el reactor experimental ITER (Francia) y el futuro reactor DEMO, IFMIF-DONES será esencial para validar materiales capaces de resistir las condiciones extremas de un reactor de fusión. Su contribución podría resolver uno de los grandes retos de la humanidad: la crisis energética. Además, nuevas tecnologías de aceleración, como los ace-



Túnel del antiguo gran colisionador de electrones y positrones del CERN donde se encuentra en la actualidad el gran colisionador de hadrones (el mayor del mundo). Fuente: Wikimedia Commons/ Juhanson /CC BY-SA 3.0.



Imagen aérea del Fermilab (Chicago, en EE.UU), uno de los aceleradores más grandes del mundo. Fuente: Wikimedia Commons/Fermilab, Reidar Hahn/Dominio Público.

de energía y generan otras partículas, muchas de ellas inestables y de vida efímera, que ofrecen pistas sobre la estructura más profunda de la materia. De hecho, gracias a estos experimentos, hoy sabemos que el universo está compuesto por partículas fundamentales como los quarks, los leptones o los bosones, algunas de las cuales solo pueden observarse durante estas breves fracciones de segundo.

Los aceleradores pueden clasificarse según la trayectoria que siguen las partículas en su interior:

- **Aceleradores lineales (linac):** las partículas se desplazan en línea recta a través de una sucesión de campos eléctricos. Son comunes en terapias médicas y en etapas iniciales de aceleración.
- **Aceleradores circulares:** las partículas se mueven en anillos guiadas por potentes imanes. Cada vuelta les permite ganar más energía. El más famoso es el Gran Colisionador de Hadrones (LHC), ubicado en el CERN.
- **Ciclotrones y sincrotrones:** variantes de aceleradores circulares que permiten alcanzar diferentes niveles de energía según sus aplicaciones. Por ejemplo, los ciclotrones son esenciales para producir radioisótopos usados en diagnóstico médico.

Algunos aceleradores tienen tamaños colosales: el LHC tiene un perímetro de 27 km. Otros, como los usados en hospitales, caben en una habitación. Su diseño depende de su propósito.

El CERN y el LHC: descubriendo el bosón de Higgs

El CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear), en la frontera entre Suiza y Francia, es la cuna de la física de partículas moderna. Allí se encuentra el Gran Colisionador de Hadrones, un acelerador circular donde se han realizado algunos de los experimentos más importantes de la historia.

En 2012, el LHC permitió descubrir el bosón de Higgs, la última pieza del Modelo Estándar de la física, responsable de que las partículas tengan masa. Fue un hito comparable al descubrimiento del ADN o la llegada a la Luna.

Pero el impacto del CERN no se limita a la física teórica. En sus laboratorios también nació la World Wide Web, desarrollada originalmente para compartir datos científicos. Además, tecnologías como los superconductores, los sistemas de vacío o los detectores de partículas han tenido derivaciones en medicina, telecomunicaciones y hasta inteligencia artificial.

Aplicaciones en medicina

Uno de los campos más transformados por los aceleradores es el de la medicina. Gracias a ellos se realiza la terapia de protones, una forma de radioterapia más precisa y menos invasiva para tratar tumores, especialmente en pacientes pediátricos. Se producen radioisótopos, utilizados en pruebas de diagnóstico por imagen, como la tomografía por emisión de positrones (PET), y se desarrollan aceleradores compactos para tratamientos oncológicos en hospitales de todo el mundo.

Estos avances permiten tratamientos más efectivos y menos dañinos para el tejido sano, representando una revolución en la lucha contra el cáncer.

Impacto en la industria, la arqueología y el medio ambiente

En la industria, los aceleradores permiten modificar materiales para hacerlos más resistentes, esterilizar equipos médicos o alimentos sin utilizar químicos, y fabricar semiconductores para ordenadores y móviles.

En la arqueología, permiten estudiar piezas históricas sin dañarlas, identificando materiales, pigmentos o técnicas de fabricación. En el medio ambiente, se exploran usos como la transmutación de residuos nucleares o la generación de neutrones para energías limpias.

VIII Barómetro Industrial: la situación de la industria en España

La situación de la industria en España vuelve a ser analizada, por octavo año consecutivo, en una nueva edición del informe del Barómetro Industrial del COGITI – Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2024.

Mónica Ramírez

El Barómetro Industrial tiene como objetivo conocer la percepción del colectivo sobre el sector industrial. El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) puso en marcha esta iniciativa en 2017 y, poco después, decidía hacerlo en colaboración con el Consejo General de Economistas de España (CGE), cuyo Servicio de Estudios (Catedra ECCGE) ha elaborado el informe “Una perspectiva económica de la situación de la industria en España (2024)”, incluida, como es habitual, en el informe nacional del Barómetro, que cuenta también con la colaboración de la Fundación Caja de Ingenieros.

Mediante este informe, se pretende ofrecer datos relevantes y que sean de interés en la toma de decisiones, tanto para los representantes del ámbito público como para el sector privado. La finalidad es realizar un estudio sociológico completamente independiente, elaborado por la citada institución, en colaboración con los 49 colegios profesionales distribuidos por toda la geografía española.

A través de las respuestas ofrecidas por los ingenieros técnicos industriales y graduados en Ingeniería de la rama industrial, que representan proporcionalmente a la práctica totalidad de los ámbitos productivos, se valora la situación sectorial en nuestro país, a nivel nacional, y se compara al mismo tiempo con la apreciación que estos profesionales tienen del contexto de su región.

También aportan su visión sobre la situación en la que se encuentran las empresas del ámbito industrial, así como de los profesionales que trabajan en ellas (trabajadores autónomos y por cuenta ajena), y las perspectivas que muestran ante la evolución de la economía, en general, y del sector in-

dustrial, en particular.

Las respuestas se obtienen mediante la realización de una encuesta por vía telemática, y los resultados del año en curso se comparan con los del año anterior. La encuesta online se realizó entre enero y marzo de 2024, y a ella contestaron un total de 2.388 ingenieros de la rama industrial, con una media de edad entre 45 y 54 años (39%), de los cuales el 89% eran hombres, frente a un 11% de mujeres. Hay un alto porcentaje de empleabilidad (91%) y la gran mayoría son trabajadores por cuenta ajena (58%), seguidos de trabajadores por cuenta propia (31%) y funcionarios (11%). La mayor parte de los encuestados trabaja en el sector de servicios de Ingeniería (34%), seguido del sector industrial (21%).

Situación de la industria en España

En líneas generales, las respuestas de los ingenieros encuestados en el Barómetro Industrial sobre la situación del sector industrial son muy similares a las obtenidas el año anterior.

Desde el punto de vista territorial, un 38% valora la situación del sector industrial en su provincia como intermedia, y aunque el 33% la considera buena o muy buena, persiste un 29% que mantiene una visión negativa. A nivel nacional, las valoraciones también son predominantemente intermedias (49%), pero se observa una ligera mejora en las respuestas positivas en comparación con el año anterior, ya que han subido del 18% en 2023 al 22% en 2024. Esta evolución apunta a una leve recuperación del optimismo colectivo, aunque las cifras reflejan aún un amplio margen de mejora.

La crítica a los incentivos públicos al sector industrial sigue siendo una constante. Casi la mitad de los inge-

nieros encuestados considera insuficientes las medidas adoptadas tanto a nivel autonómico como estatal. En el ámbito nacional, el 54% expresa su insatisfacción con las políticas de fomento industrial, mientras que en el plano regional esta percepción se sitúa en torno al 48%. Estos datos evidencian una demanda persistente de políticas más eficaces, coherentes y ajustadas a la realidad del sector, especialmente en materia de fiscalidad, financiación, innovación y descarbonización.

En cuanto a la previsión de evolución del sector industrial a corto-medio plazo en España (en los próximos 6 meses), tal y como reflejan los datos del barómetro, el 33% de los encuestados se inclina por una visión crítica y negativa, aunque con una percepción ligeramente más positiva que en el año anterior. La opción intermedia ha sido elegida por el 42% de los ingenieros encuestados. El 25% considera que la evolución será buena o muy buena.

La valoración de las políticas públicas es uno de los aspectos más críticos. El 76% de los encuestados cree que la Administración central no está llevando a cabo las actuaciones necesarias para impulsar la economía, frente al 14% que opina que sí.

Situación laboral

El Barómetro Industrial 2024 refleja también la valoración que realizan los trabajadores sobre la empresa donde trabajan. De forma mayoritaria, el 76% de los trabajadores por cuenta ajena considera que su situación laboral en la empresa donde trabaja es buena o muy buena, frente al 5% que la considera mala o muy mala. Por su parte, el 81% ve bastante o muy probable la posibilidad de mantener su puesto de trabajo actual.

En el caso de los trabajadores por



cuenta propia (empresario o autónomo), el 42 % de los participantes valoró la situación económica de su empresa en una escala intermedia, aunque una cifra prácticamente similar de los encuestados, el 41%, tiene una percepción bastante negativa. Un significativo 52% considera que la situación es buena o muy buena.

En cuanto a la evolución económica de su empresa en los próximos años, la visión es también optimista, ya que el 57% opina que será buena o muy buena (7 puntos más que en 2023), el 37% la sitúa en una escala intermedia (3 puntos menos que en 2023), y el 5% (4 puntos menos que el año anterior) considera que será mala o muy mala.

Temas de actualidad

Déficit de talento cualificado

Uno de los asuntos que más preocupa es la creciente dificultad para captar talento cualificado en la industria. Un 58 % de los ingenieros encuestados considera que existe una falta importante de perfiles técnicos especializados en el mercado laboral, lo que evidencia una brecha significativa entre la formación actual y las competencias efectivamente requeridas en el entorno productivo. Esta falta de adecuación repercute directamente en la capacidad de las empresas para innovar, ejecutar proyectos estratégicos

y afrontar con garantías los procesos de transición tecnológica.

Defensa comercial frente al dumping

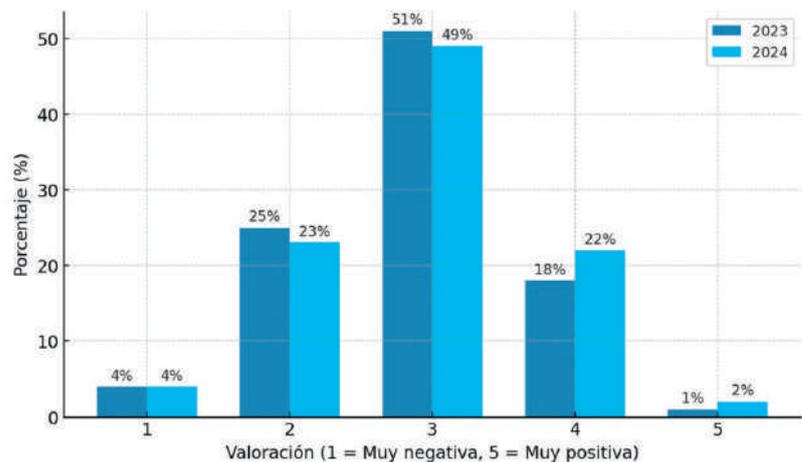
Otro de los temas por los que se les ha preguntado es la necesidad de reforzar las medidas de defensa comercial frente al dumping (empresas extranjeras introducen productos a precios artificialmente bajos en el mercado europeo). Más de la mitad de los ingenieros (53 %) opina que la Unión Europea debería endurecer sus medidas frente al “dumping” y la competencia desleal, reflejando una fuerte demanda de protección. Un 18 % aboga por actuar con precaución solo

en casos justificados, y un 14 % prefiere mantener las medidas actuales.

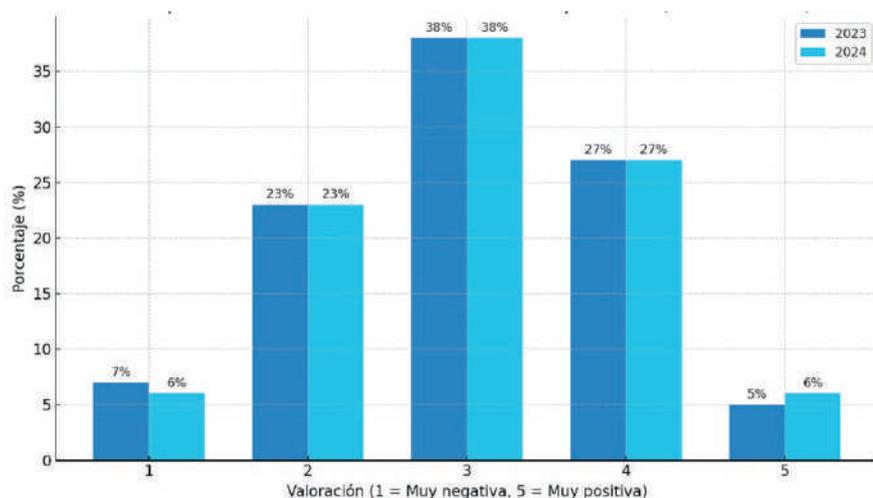
Crisis del automóvil en Europa

En relación con la crisis del automóvil en Europa, derivada en parte del auge de los fabricantes asiáticos y la caída de la demanda, los ingenieros encuestados expresan un elevado nivel de inquietud por las posibles repercusiones que esta situación podría tener en España, país con una fuerte dependencia de la industria auxiliar de automoción. Un 74 % de los profesionales considera que esta crisis puede tener un impacto negativo significativo sobre el sector en nuestro país.

¿Cómo valora la situación de la industria en España?



¿Cómo valora la situación de la industria en su provincia?



Introducción del vehículo eléctrico

Respecto a la introducción del vehículo eléctrico, los ingenieros identifican varios obstáculos que ralentizan su desarrollo. El principal obstáculo para adoptar el vehículo eléctrico en España es su precio elevado (35 %), seguido de la escasez de puntos de recarga (27 %), lo que refleja una preocupación por la infraestructura disponible. Además, el 21 % muestra desconfianza en la seguridad de estos vehículos. Por otra parte, la mayoría de los encuestados (73%) considera un error que el sector automovilístico europeo se enfoque exclusivamente en la tecnología del coche eléctrico, frente al 21 % que opina justamente lo contrario.

Transición hacia una industria descarbonizada

Otro de los temas abordados con especial interés ha sido la transición hacia una industria descarbonizada. Para lograr este objetivo, los encuestados destacan como medidas prioritarias, por este orden, el fomento de la investigación y el desarrollo industrial, el incentivo a nuevas inversiones, y la protección del “Made in Spain” o “Made in Europe”. Estas respuestas evidencian el deseo del colectivo de liderar una transición verde que no comprometa la competitividad ni la soberanía industrial del país.

Materiales críticos

La dependencia europea de materiales críticos es otro de los aspectos que

genera preocupación. Los ingenieros muestran una clara preferencia por medidas innovadoras y sostenibles para reducir la dependencia europea de estos materiales. La investigación en nuevos materiales se valora como la opción más prioritaria, seguida por los contratos a largo plazo con proveedores. También se consideran relevantes el reciclaje y las nuevas prospecciones, aunque en menor medida.

Reforma del mercado eléctrico europeo

En cuanto a la reforma del mercado eléctrico europeo, se observa una clara preferencia por medidas que favorezcan la estabilidad de precios y el impulso a las energías renovables. La fiscalidad favorable a las energías limpias (opción elegida en primer lugar por el 32% de los encuestados), la eliminación del modelo marginalista (26%) y la apuesta por contratos a largo plazo (23%) se sitúan entre las propuestas más respaldadas. Estas respuestas reflejan un deseo colectivo de avanzar hacia un sistema energético más justo, previsible y competitivo.

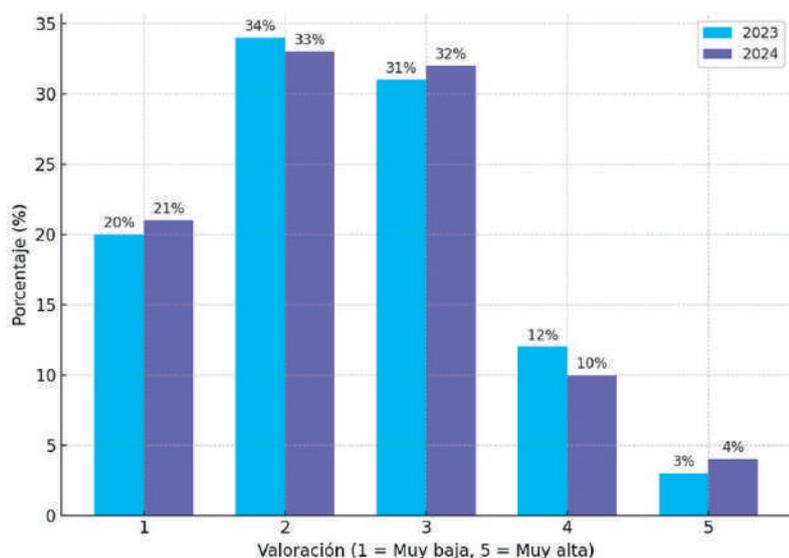
Centrales nucleares

El cierre progresivo de las centrales nucleares en España también ha sido objeto de consulta. Según los datos del Barómetro Industrial 2024, en el contexto del cierre programado de las centrales nucleares españolas, que actualmente aportan aproximadamente el 20 % de la producción eléctrica nacional, se preguntó a los ingenieros si consideran adecuada esta medida o si, por el contrario, debería ampliarse su vida útil.

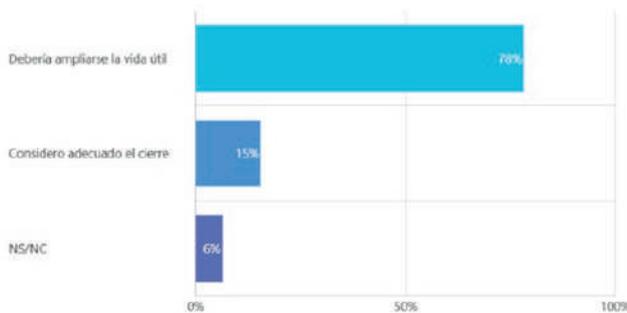
Según los datos recogidos, una amplia mayoría del 78 % de los encuestados considera que debería ampliarse la vida útil de las centrales nucleares, lo que indica un respaldo mayoritario a mantener estas instalaciones activas durante más tiempo del inicialmente previsto. Solo un 15 % considera adecuado el cierre en las fechas ya establecidas, y un 6 % se muestra indeciso o no se pronuncia al respecto.

Los resultados reflejan una visión predominantemente crítica sobre las consecuencias del cierre de las centrales nucleares. La mayoría de los encuestados (48 %) considera que dicho cierre aumentará el precio de

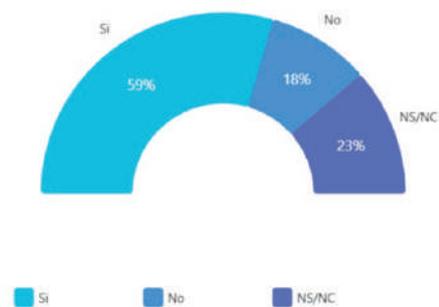
¿Cómo valora los incentivos a la industria promovidos por la Administración en España?



Dentro del sector energético español, nos estamos acercando al cierre de las centrales nucleares. ¿Considera adecuado su cierre o, por el contrario, piensa que debería ampliarse su vida útil?



En los últimos años hay una cierta sensación y demanda empresarial por el incremento de la presión fiscal para las empresas, en general, y el sector industrial, en particular. En su caso, ¿ha percibido este incremento?



la electricidad, reflejando una preocupación generalizada por sus efectos económicos. Un 22 % teme problemas de suministro, mientras que un 12 % cree que se fomentarán nuevas fuentes renovables. Un 9 % opina que impulsará el uso de centrales de ciclo combinado, y un 4 % piensa que promoverá la inversión en almacenamiento de energía.

Las empresas en materia de sostenibilidad

En otro orden de cosas, en materia de sostenibilidad, la mayoría de las empresas muestra un escaso nivel de preparación respecto a la elaboración del Informe de Sostenibilidad o Estado de Información No Financiera. Un 51 % refleja un elevado desconocimiento sobre esta obligación. Un 37 % afirma que no lo elabora ni estará obligada, mientras que solo un 12 % indica que sí lo prepara o lo hará este año. Estos datos evidencian la limitada implantación de esta normativa y subrayan la necesidad de más información, apoyo institucional y sensibilización para facilitar su cumplimiento. Además, un 59 % lo valora con un nivel alto de importancia, destacando su utilidad para el desarrollo de la actividad, el acceso a financiación y la generación de negocios.

Productividad industrial

En materia de productividad industrial, los profesionales encuestados destacan la necesidad de incentivar la I+D+i (marcado por el 35% de los encuestados como primera opción), apoyar el desarrollo de soluciones basadas en inteligencia artificial (31%), y

promover la formación en industrias descarbonizadas (29%). También se valora positivamente la incorporación de nuevas tecnologías y modelos de trabajo más flexibles, como vía para aumentar la competitividad sin renunciar al bienestar laboral.

Presión fiscal

La presión fiscal es percibida como un obstáculo creciente para el desarrollo empresarial. Un 59% de las empresas industriales reconoce un aumento de esta carga en los últimos años, y un 80% considera que su impacto es muy relevante. Esta percepción sugiere la necesidad de revisar los marcos tributarios actuales para asegurar que no penalicen la inversión ni dificulten la modernización del tejido productivo.

Implantación de la Inteligencia Artificial

En cuanto a la inteligencia artificial, se percibe un interés creciente, aunque todavía muchas empresas no han iniciado su preparación para integrarla. El 46% afirma no haber dado pasos concretos en este sentido, si bien se reconoce de forma mayoritaria su potencial para transformar el modelo industrial, mejorar la eficiencia operativa y abrir nuevas oportunidades de negocio; frente al 24% de las empresas que aseguran estar preparadas en gran medida.

La industria desde una perspectiva económica

El informe del Barómetro Industrial incluye también otra parte diferenciada que se centra en la situación de la industria en España desde una perspectiva económica. Entre las

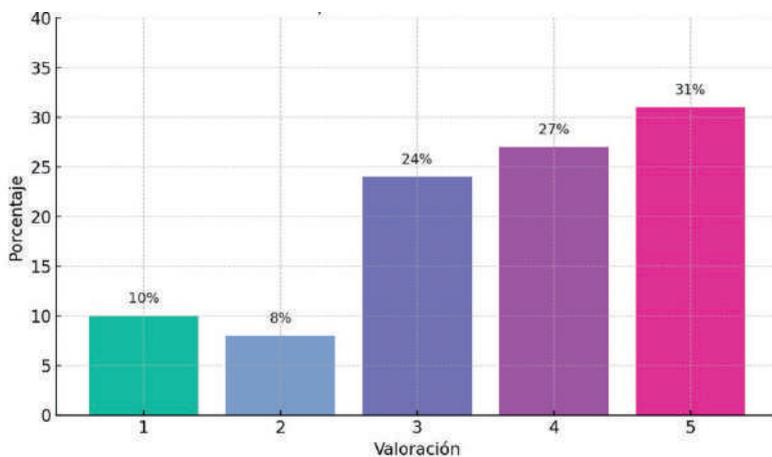
principales conclusiones, destacan las que se indican a continuación.

En 2023 (últimos datos disponibles), la cifra de negocios del sector industrial, el total de compras de bienes y servicios y el excedente bruto de explotación cayeron respectivamente un -6,83%, un -11,57% y un -0,81%, y casi 9 de cada 10 empresas del sector eran manufactureras, concentrando el 80,5% de la facturación total de la industria (76,3% en 2022).

Se observa que la evolución de la industria muestra una marcada volatilidad, con sectores que han experimentado fuertes caídas. En particular, las industrias extractivas registraron una contracción del 30,1%, revirtiendo el crecimiento positivo de los dos años anteriores. Asimismo, el sector de suministro de agua sufrió una caída del 15,1%, la mayor en más de una década, lo que refleja una desaceleración significativa en su actividad. No obstante, un dato positivo lo aporta el sector de suministro de energía, que, tras dos años de caídas, volvió a terreno positivo con un crecimiento del 5,6% en 2023.

En cuanto al Valor Añadido Bruto (VAB), es decir, la diferencia entre los gastos de producción y los ingresos por ventas, el sector industrial aportó el 16,1% del VAB del país en 2023, reflejando una leve disminución en comparación con 2021, cuando su contribución fue del 17%. Esta cifra es notablemente superior a la de los sectores de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (2,7%) y construcción (5,9%). Si se analiza la influencia sobre el empleo nacional, se observa nuevamente cómo la industria sigue destacando sobre los

¿Ha experimentado en su empresa una cierta dificultad a la hora de captar “talento” o personal cualificado para uno o varios puestos de trabajo? (escala del 1=nada, al 5=mucho)



sectores de la agricultura y la construcción. A pesar de la notable desaceleración observada en el segundo trimestre de 2023, cuando pasó a representar el 12,9% del empleo total, el sector inició una leve recuperación y estabilización, finalizando el cuarto trimestre de 2024 con un 13,4% del empleo total.

En este informe se ha obtenido también el Índice de Producción Industrial (IPI) y el Índice de Ventas (IV) en Europa con base en última información disponible de Eurostat. En referencia al primero, España se ha situado a lo largo de 2024 por encima de la media europea. Esto contrasta con 2023 y 2022, que se situaba por debajo de la media europea durante todo el año. Además, el Índice de Producción Industrial ha mostrado una evolución desigual a lo largo de 2024. Y en cuanto al Índice de Ventas, hay que destacar que dicho

índice se ha situado para España por encima de la UE en todos los meses de 2024, algo que ya viniera sucediendo desde abril de 2022.

El PIB industrial en las comunidades autónomas

Si se observa cuánto aporta el PIB industrial de cada comunidad autónoma a su PIB regional, se evidencia una marcada disparidad entre territorios. Como es habitual, las regiones del norte de España destacan en el ámbito industrial, especialmente La Rioja, Aragón, Castilla-La Mancha y el País Vasco, que superan el 22% de peso industrial en su economía, con La Rioja a la cabeza con un 23,82%. Navarra, que en años anteriores lideraba este indicador, se sitúa ahora en el 22,25%, manteniéndose en valores elevados.

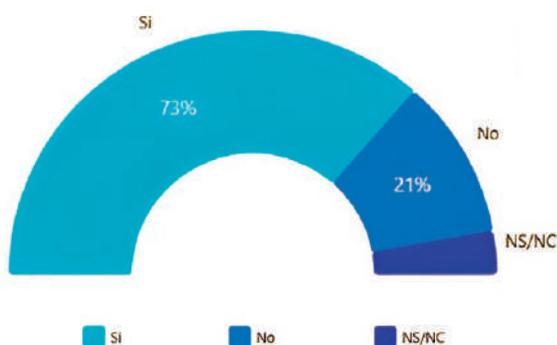
En el extremo opuesto, los dos archipiélagos continúan siendo las

regiones con menor peso industrial, con Canarias (5,44%) e Illes Balears (5,06%) apenas superando el 5%. Dentro de la península, Madrid (7,71%) y Andalucía (10,76%) también se encuentran entre las comunidades con menor contribución de la industria a su economía. Estas cuatro son las únicas comunidades autónomas con un peso industrial inferior a la media nacional (14,72%).

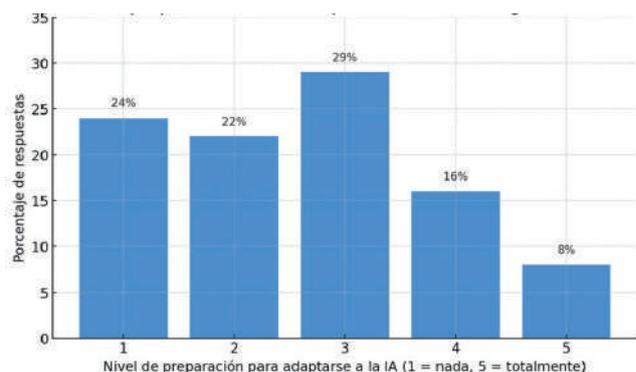
En el ámbito nacional, el análisis de la contribución de cada comunidad autónoma en la producción del total del sector industrial en España muestra que Cataluña se posiciona como la comunidad autónoma con mayor peso en la industria nacional, al aportar el 20,53% del total, consolidando así su liderazgo a pesar de registrar una disminución del 1,15% respecto al año anterior (2021). Le sigue un grupo de comunidades autónomas conformado por Madrid, Andalucía y la Comunidad Valenciana, cuya contribución individual oscila entre el 11% y el 12%.

En lado opuesto, se encuentra un conjunto de seis comunidades –Balears, Canarias, Cantabria, Asturias, Extremadura y La Rioja– cuya participación en el sector industrial nacional es inferior al 2,5%. Resulta especialmente destacable la evolución de Madrid y Andalucía, que, a pesar de no ser tradicionalmente consideradas regiones “industrializadas”, continúan ocupando el segundo y tercer lugar en cuanto a aportación a la producción industrial nacional. Ambas comunidades no solo mantienen su posición, sino que incrementan su peso por segundo año consecutivo.

¿Considera un error que el sector automovilístico europeo apueste todo a la tecnología necesaria para llevar a cabo la transición definitiva hacia el coche eléctrico?



En relación con la Inteligencia Artificial, en una situación en la que esta cobra cada vez más relevancia, ¿se está preparando su empresa para adaptarse a la IA?



<https://toolbox.cogiti.es/>

COGITI TOOLBOX

El portal de gestión de licencias de software para colegiados

Software
técnico
para
Ingenieros

Consulta nuestro catálogo 2025

Oferta Exclusiva COGITI

Haz que **factuone** trabaje por ti
Gestiona, simplifica y ahorra

20% de descuento

Plan Básico	14,99€ 11,99€/Mes
	179,88€ 143,88€/Año
1 usuario, 2 GB de almacenamiento, sistema verifactu.	
Plan Plus	29,99€ 23,99€/Mes
	359,88€ 287,88€/Año
10 usuarios, 4 GB de almacenamiento, 200 escaneos OCR y Gestión contable.	

EvolK Pruébalo **gratis** durante 14 días

progeCAD Professional

LA ALTERNATIVA CAD ¡Oferta!

El Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI) ya cuenta con progeCAD.

¿A QUÉ ESPERA PARA PROBARLO? INICIE LA PRUEBA GRATUITA DE 30 DÍAS.

10% Desde 351€*

*Precio sin impuestos

PACK COMPLETO dmELECT

77% Descuento

- Instalaciones en Edificación
- en Urbanización
- Térmicas

P.V. ~~2.100€~~ + IVA

495€ + IVA

COGITI Consejo General de Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España

PROMOCION especial dmELECT

¡No esperes más!
¡Esta Oferta es Por Tiempo Limitado!

GEATECH soft

-30%

PACK PROFESIONAL 11

3.906€ + IVA
~~P.V. 5.590€ + IVA~~

Metalpla ESTRUCTURAS METÁLICAS

Metalpla KE11 **¡Oferta!**

-15%

~~1850€~~

¡Ahora! 1572.50€
I.V.A no incluido

COGITI

Cálculo de estructuras metálicas

RIB | Presto **COGITI**

¡Oferta!

Proyecto y dirección de obra
Paquete 1

~~1074€~~

-10%

¡Ahora! 966,60€
I.V.A no incluido

etap **¡Oferta exclusiva! -36%**

AUTOCAD OEM

342 € + IVA

Incluye gratis un curso Caneco eLearning

<https://toolbox.cogiti.es/>

COGITI

A AutoCAD

AutoCAD® OEM es una versión personalizada y a medida de AutoCAD® que permite integrar herramientas de diseño brindando funcionalidades de CAD, a través del plugin Caneco Implantation.

20% Descuento Normas UNE

UNE **AENOR**

<https://toolbox.cogiti.es/>

COGITI
Consejo General de Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España

La ingeniería de rehabilitación traza nuevos caminos para reconstruir vidas

Recuperar la marcha, alzar un brazo, cerrar una mano: actos que fueron automáticos y que, para quienes han sufrido una lesión o enfermedad incapacitante, exigen ciencia, precisión y esperanza. En España, una comunidad de ingenieros, terapeutas y médicos ha construido una nueva forma de entender la rehabilitación, donde la tecnología no sustituye al cuidado, sino que lo prolonga, lo personaliza y lo acompaña. Cada avance es fruto de una alianza: ciencia, ingeniería y atención sanitaria se unen para devolver capacidades a quienes han visto limitada su movilidad.



Paciente con lesiones camina sobre una cinta de correr con "piernas robóticas avanzadas" o exoesqueleto de piernas. Foto: Shutterstock.

Mariana Morcillo

Hasta bien entrados los años sesenta, la rehabilitación terapéutica se centraba más en paliar limitaciones que en restituir capacidades. Pero desde 1965, con el Institut Guttmann, y posteriormente con el desarrollo del Centro de Investigación en Ingeniería Biomédica (CREB) de la Universitat Politècnica de Catalunya en los años noventa, España emprendió un camino propio en ingeniería aplicada a la rehabilitación clínica.

La combinación de biomecánica, robótica, sensorización y simulación ha dado forma a una disciplina aplicada y madura, orientada a recuperar funciones perdidas con criterios de precisión, eficacia y humanidad. Hoy, diversos equipos mixtos trabajan en soluciones

validadas clínicamente, implementadas en hospitales y diseñadas para llegar incluso a los hogares.

A través de dispositivos robóticos, plataformas digitales y herramientas de fabricación personalizada, esta disciplina acompaña a las personas en el camino hacia la recuperación funcional, devolviéndoles movilidad y autonomía en su vida cotidiana.

Tecnología robótica

Volver a caminar no es solo avanzar con los pies, es reconstruir la relación del cuerpo con el espacio y retomar el contacto activo con su entorno. En este reto, los exoesqueletos robóticos han pasado de ser prototipos experimentales a convertirse en herramientas clínicas de uso

real, diseñadas para acompañar la marcha con precisión, seguridad y adaptabilidad.

Uno de los desarrollos más relevantes en España es el exoesqueleto pediátrico ATLAS 2030, concebido por Marsi Bionics en colaboración con el CSIC. Esta solución ha sido específicamente diseñada para niños con atrofia muscular espinal y parálisis cerebral. Integra actuadores en las principales articulaciones de las extremidades inferiores, sensores inerciales que detectan el patrón de marcha y un sistema de control inteligente que ajusta el movimiento en tiempo real según la intención motora del usuario. Su éxito no solo radica en la precisión biomecánica, sino en el hecho de haber sido certificado como compo-

nente médico y haber sido implementado en centros hospitalarios de Alemania, Francia y España. Cada sesión con ATLAS 2030 permite al niño experimentar de nuevo la verticalidad, entrenar el equilibrio y reforzar la musculatura, con resultados palpables tanto en lo físico como en lo emocional.

A partir de esta experiencia, se desarrolló el modelo Explorer, dirigido a usuarios adultos y adaptado al ámbito ambulatorio. Este exoesqueleto incorpora baterías de mayor autonomía, sensores plantares para detectar el reparto de cargas y algoritmos de autoaprendizaje que ajustan el movimiento a las variaciones posturales del enfermo. En lugar de estar limitado a entornos clínicos, Explorer ha sido concebido para funcionar en centros de día, domicilios o residencias y está siendo evaluado a través de ensayos clínicos dentro del Sistema Nacional de Salud. El seguimiento funcional a largo plazo se realiza en colaboración con hospitales públicos y asociaciones de pacientes, con el objetivo de validar su eficacia en contextos cotidianos.

También en el ámbito de la marcha, el proyecto ABLE, desarrollado por la empresa Able Human Motion con el apoyo de centros universitarios y clínicos, ofrece una solución avanzada y modular para adultos con lesión medular. Su estructura ligera, de fácil colocación y control intuitivo, ha permitido una mejora significativa en tareas como la bipedestación y la marcha asistida en entornos controlados. Este exoesqueleto ha sido validado en centros europeos de referencia y ya se encuentra en fase de comercialización.

Estos avances no son solo logros técnicos: cada paso con asistencia robótica es una forma de recuperar autonomía, reducir la dependencia y reconectar con el propio cuerpo. La tecnología se adapta al ritmo del sujeto y le acompaña en su camino de recuperación motora.

Telerrehabilitación y monitorización remota

Cuando la distancia, la movilidad o el tiempo limitan el acceso a la rehabilitación, la tecnología garantiza que la terapia transcurra sin interrupciones. Surge así la telerrehabilitación, una técnica que permite llevar el tratamiento hasta el domicilio sin perder seguimiento, precisión ni personalización.

Entre las soluciones más avanzadas en este ámbito destaca un sistema de-



La rehabilitación con el exoesqueleto pediátrico ATLAS 2030 permite recuperar la verticalidad, entrenar el equilibrio y reforzar la musculatura. Fuente: Marsi Bionics.

sarrollado por la Universidad del País Vasco que lleva la precisión clínica al entorno doméstico. La plataforma KiReS (Kinect Rehabilitation System) permite realizar ejercicios terapéuticos desde casa con supervisión remota, gracias a sensores RGB-D y algoritmos que analizan el movimiento en tiempo real. Los datos recogidos se convierten en informes que orientan el trabajo del fisioterapeuta, permitiéndole ajustar los tratamientos con mayor precisión. Su diseño abierto, adaptable a distintos entornos y patologías, favorece la adopción por servicios públicos y asociaciones de pacientes. Las pruebas piloto han demostrado una mayor continuidad en la terapia, mejor percepción del control por parte del usuario y un vínculo más estrecho con el profesional, que mantiene su criterio clínico respaldado por información objetiva.

Proyectos como KiReS demuestran que es posible tratar sin estar presente físicamente, acompañar sin invadir el espacio doméstico y mantener la calidad del tratamiento sin importar la distancia.

Videojuegos terapéuticos

En el campo de la rehabilitación pediátrica, mantener la atención y la constancia del niño puede marcar la diferencia entre una terapia estancada y una recuperación progresiva. Aquí, el juego se puede convertir en una herramienta terapéutica. La gamificación estimula la neuroplasticidad, genera implicación emocional y transforma la monotonía de la repetición

en un divertido entretenimiento con propósitos clínicos.

La Universidad Carlos III de Madrid, en colaboración con la mutua Asepeyo, ha desarrollado una serie de videojuegos diseñados específicamente para niños con afectaciones motoras, como parálisis cerebral o lesiones traumáticas. Títulos como Peter Jumper y Andrómeda integran sensores de presión y desplazamiento que registran la actividad del menor durante el juego y la traducen en datos clínicamente relevantes. A través de dinámicas de salto, coordinación manual o alcance de objetivos, se realizan ejercicios de movilidad de miembros superiores e inferiores sin que la experiencia pierda el componente lúdico.

Los videojuegos incluyen retroalimentación audiovisual instantánea, sistemas de recompensa progresiva y adaptabilidad en la dificultad, lo que permite ajustar la carga terapéutica al estado físico y emocional del niño. El entorno gráfico ha sido diseñado con estética amigable y una ambientación motivadora, fomentando la participación activa incluso en fases de rehabilitación en las que el compromiso suele decaer. Algunos estudios clínicos han demostrado que el uso de estas plataformas ha reducido el abandono terapéutico hasta en un 40%, especialmente en infantes con patologías crónicas o secuelas de traumatismos.

Para complementar estos videojuegos, se ha desarrollado eJamar, un sistema portátil orientado a evaluar y mejo-



ABLE es un exoesqueleto ligero y rápido de ajustar para neurorrehabilitación en entornos clínicos. Fuente: Able Human Motion.

rar la fuerza de agarre y la coordinación fina. A través de sensores integrados en una pinza de presión, el dispositivo permite realizar minijuegos de precisión, como atrapar objetos virtuales o seguir trayectorias, todo mientras se registran parámetros como la fuerza isométrica, la simetría entre manos y la resistencia a la fatiga. Esta solución ha sido especialmente eficaz en casos de hemiparesia infantil, donde la implicación emocional del niño es tan importante como la activación neuromuscular.

Para muchas familias, estos sistemas han devuelto la sonrisa a un espacio que

antes estaba marcado por el esfuerzo y la frustración. Y para los terapeutas, suponen una herramienta valiosa para cuantificar el progreso, reforzar el vínculo con el paciente y adaptar los objetivos sin renunciar a la motivación.

Ortesis y prótesis impresas en 3D

Cada cuerpo es único. Cada lesión, también. Por eso, la rehabilitación no puede basarse únicamente en soluciones estándar. La fabricación aditiva ha abierto la puerta a una nueva generación de soluciones protésicas personaliza-

das, diseñadas con precisión anatómica, adaptadas a la biomecánica de cada persona y producidas con rapidez en entornos clínicos.

En el marco de la iniciativa Red de Living Labs de Salud de Galicia (Labsaúde), impulsada por la Agencia Gallega para la Gestión del Conocimiento en Salud (ACIS), dependiente del Servicio Gallego de Salud (SERGAS), se ha completado un ecosistema de trabajo que integra escaneo corporal, modelado CAD, simulación estructural y fabricación aditiva en un flujo digital continuo. Mediante escáneres de luz estructurada o captura por fotogrametría, se obtiene un modelo tridimensional del miembro afectado. A partir de ahí, se diseña en CAD una ortesis o prótesis adaptada a la morfología, al rango articular y a los puntos de apoyo necesarios para la función terapéutica.

El diseño no se limita a la forma: se simula su comportamiento mecánico mediante herramientas FEM (análisis por elementos finitos), que permiten optimizar espesores, rigidez y distribución de cargas. Este paso resulta clave para garantizar la resistencia del dispositivo sin sobrepeso innecesario, algo fundamental en pediatría y cuando existe fatiga muscular. En función del uso previsto, se emplean materiales como poliamidas técnicas, TPU o composites reforzados, capaces de soportar ciclos repetitivos de carga sin deformación estructural.

La producción se realiza mediante impresión 3D de tipo FDM o SLS, dependiendo del material y del nivel de detalle requerido. El resultado son férulas, ortesis dinámicas o plantillas que se ajustan con precisión al paciente desde la primera colocación. En colaboración con el Sergas, se ha evaluado clínicamente este modelo de trabajo, obteniendo una reducción de los tiempos de entrega de hasta un 70% respecto al proceso convencional, además de una mejora notable en la tolerancia y satisfacción del usuario.

Pero el impacto no se limita a la eficacia clínica. La posibilidad de personalizar el color, la textura o el diseño gráfico de una férula ha tenido un efecto positivo en la disposición del paciente a seguir con la rehabilitación, especialmente en la población infantil y en personas mayores con deterioro cognitivo leve.

A nivel profesional, este modelo ha modificado el perfil del técnico ortopédico. Ya no basta con moldear escayolas:



Gracias a la plataforma KiReS (Kinect Rehabilitation System), el paciente puede realizar ejercicios terapéuticos desde casa con supervisión remota. Fuente: Universidad del País Vasco.



Los videojuegos diseñados por la Universidad Carlos III de Madrid han sido concebidos para la rehabilitación de niños afectados por parálisis cerebral o lesiones traumáticas. Fuente: Universidad Carlos III.

ahora se requieren conocimiento en modelado digital y simulación biomecánica. Por esa razón, Labsaúde ha iniciado programas de formación técnica para capacitar a profesionales en este nuevo entorno digital.

La fabricación aditiva ha demostrado que la precisión, la adaptabilidad y la velocidad pueden convivir en un mismo dispositivo clínico. En cada ortesis impresa hay ingeniería, pero también hay un profesional que escucha y un diseño personalizado.

Sistemas integrados para rehabilitación neurológica

Cuando el daño afecta al sistema nervioso, la recuperación ya no depende solo del músculo: necesita intervención

sobre la atención, el equilibrio emocional y la organización del movimiento. En estos casos, la ingeniería de rehabilitación se despliega en todas sus dimensiones, combinando hardware, software y ciencia del comportamiento para diseñar sistemas terapéuticos completos, capaces de atender al paciente de forma integral.

Uno de los desarrollos más ambiciosos en esta línea es el conseguido por la empresa NeuroVital (Instituto de Rehabilitación Avanzada) junto al Instituto de Bioingeniería y al Grupo de Neuroingeniería Biomédica de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Esta estrecha colaboración ha permitido a NeuroVital disponer de equipos robóticos y técnicas de realidad virtual inmersiva de última generación para ayudar a la re-

habilitación de los pacientes con daño neurológico.

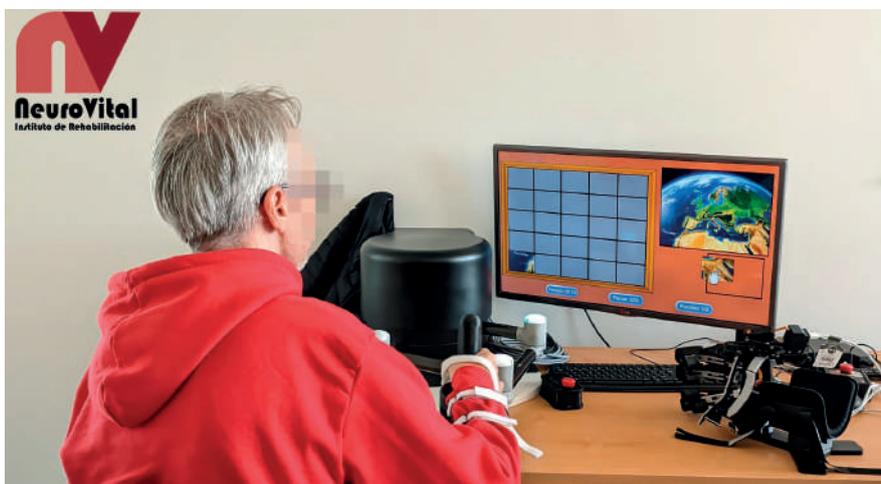
La plataforma de NeuroVital está compuesta por una serie de módulos interconectados que permiten diseñar sesiones personalizadas y adaptables. El enfermo puede trabajar la coordinación óculo-manual mediante gafas de realidad aumentada que simulan entornos domésticos, estimular la atención y la capacidad de concentración mediante tabletas interactivas, o seguir rutinas motoras con sensores que captan el movimiento en tiempo real. Toda esta información se registra automáticamente en un sistema central que genera informes clínicos para los distintos profesionales implicados.

Gracias a su implantación en centros sociosanitarios de la Comunidad Valenciana, NeuroVital ha mostrado resultados significativos en casos de ictus y enfermedades neurodegenerativas en fase inicial. Entre las mejoras observadas figuran la recuperación de la bipedestación funcional, el incremento de la capacidad atencional y la estabilización del estado emocional en fases críticas del tratamiento. Pero quizá el cambio más profundo ha sido subjetivo: las personas que utilizan este sistema sienten que participan activamente en su tratamiento, pueden visualizar sus progresos y comprenden cada paso del proceso.

El módulo profesional de NeuroVital refuerza aún más esta lógica integradora. A través de simulaciones clínicas y escenarios de toma de decisiones, permite formar a terapeutas en el uso de nuevas soluciones y preparar al personal para un entorno de rehabilitación más digital, más compartido y más coordinado. Esta dimensión docente garantiza la sostenibilidad del sistema y su replicabilidad en otros centros.

El verdadero valor de NeuroVital no radica solo en sus componentes técnicos, sino en su capacidad para articular una intervención compleja poniendo a la persona en el centro. Integra a médicos, terapeutas, psicólogos y familiares en una misma plataforma, rompiendo las barreras tradicionales entre disciplinas.

Todos estos proyectos tienen en común una perspectiva colaborativa, progresiva y profundamente humana. Es en esta confluencia donde la ingeniería de rehabilitación deja de ser una promesa para convertirse en una realidad centrada en las personas que necesitan reconstruir sus vidas.



La estrecha colaboración de NeuroVital con el Instituto de Bioingeniería y el Grupo de Neuroingeniería Biomédica de la Universidad Miguel Hernández de Elche, hace que NeuroVital pueda disponer de equipos robóticos y técnicas de realidad virtual inmersiva de última generación para ayudar a la rehabilitación de los pacientes con daño neurológico. En la imagen, paciente realizando actividades de rehabilitación del miembro superior. Fuente: NeuroVital y la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Carlos Alberto Jara Bravo

Profesor e investigador del Grupo Human Robotics (HURO) de la Universidad de Alicante

“Desarrollar un modelo estandarizado de rehabilitación para trastornos neuromusculares sería un avance extraordinario”

Mónica Ramírez

La robótica asistencial está diseñada para ayudar a las personas en diversas tareas, desde la movilidad y el cuidado personal hasta la compañía y la asistencia en tareas cotidianas. Esta tecnología se enfoca en mejorar la calidad de vida de los usuarios, brindando soporte físico, cognitivo y emocional, y está dirigida principalmente a personas mayores, con discapacidad, y a aquellas que requieren asistencia en su día a día.

El Grupo Human Robotics (HURO), de la Universidad de Alicante, merece una atención destacada por su investigación en las tecnologías de asistencia y rehabilitación, entre otras tecnologías robóticas. Carlos Alberto Jara es profesor titular en el Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal de la Universidad de Alicante, fundador y miembro del grupo de investigación HUman RObotics (HURO). Es ingeniero de la rama industrial y su tesis doctoral recibió el Premio CESEI (mejor tesis doctoral española en investigación sobre aplicaciones tecnológicas en el ámbito de la educación en las áreas de Ingeniería Eléctrica, Tecnología Electrónica, Ingeniería de Telecomunicación e Ingeniería Informática). En el ámbito de la investigación, se ha centrado en la simulación robótica, laboratorios virtuales y remotos, manipulación robótica, interacción humano-robot, y robótica asistencial y de rehabilitación.

¿Cuándo se creó el Grupo Human Robotics y con qué objetivos?

El grupo de investigación Human Robotics fue creado en el año 2018 por tres profesores a tiempo completo y un profesor asociado. Desde el punto



Carlos Alberto Jara Bravo

“Desde el punto de vista científico, el objetivo principal del grupo es trabajar en tecnologías para el bienestar humano. Actualmente, existen tres líneas de investigación dentro del grupo”

de vista humano, este grupo fue creado para ser un grupo con una estructura horizontal, organizado de manera colaborativa y democrática, donde las decisiones se toman colectivamente entre los miembros del grupo, independientemente de su rango académico o antigüedad. Desde el punto de vista científico, el objetivo principal del grupo es trabajar en tecnologías para el bienestar humano. Actualmente, existen tres líneas de investigación dentro del grupo.

En primer lugar, la línea neuro-mecánica y neuro-rehabilitación, centrada en el estudio detallado de las señales electromiográficas (EMG), con

el objetivo de comprender la dinámica neuromuscular del movimiento humano, especialmente en contextos de disfunción motora. Esta línea explora cómo las señales EMG pueden ser utilizadas para diseñar, validar y aplicar estrategias de intervención personalizadas en neurorrehabilitación, integrando tecnologías como inteligencia artificial, sistemas de control en bucle cerrado y dispositivos de asistencia robótica.

En segundo lugar, la línea robótica de asistencia y rehabilitación, enfocada en el desarrollo, investigación e innovación de sistemas robóticos aplicados a la neuro-rehabilitación. Esta línea de trabajo busca diseñar tecnologías que asistan activamente el proceso de recuperación funcional en personas con alteraciones neuromotoras, integrando control inteligente y adaptativo. La efectividad de estos sistemas se evalúa mediante un enfoque neuro-mecánico, analizando la interacción entre el paciente y el dispositivo a través de parámetros como la actividad EMG, cinemática del movimiento y respuesta funcional. El objetivo es contribuir al avance de terapias más eficaces, personalizadas y basadas en evidencia.

En tercer lugar, la línea robótica espacial. Esta línea incluye el desarrollo de técnicas avanzadas de control e inteligencia artificial para el Guiado, la Navegación y el Control (GNC) de robots en el espacio, así como el control visual y la manipulación robótica para la interacción con objetivos no cooperativos. También abarca la percepción en entornos espaciales, el servicio y la fabricación robótica en órbita, y la simulación de alta fidelidad mediante gemelos digitales de sistemas robóticos espaciales.

¿Cuántos investigadores forman parte de Grupo Human Robotics?

El grupo está conformado por 6 profesores a tiempo completo, 7 profesores asociados a tiempo parcial, 3 becarios predoctorales con dedicación exclusiva y 2 técnicos de laboratorio contratados a tiempo completo, sumando un total de 18 integrantes. Esta consolidación representa una notable evolución desde su creación en 2018, cuando el grupo se inició con solo 4 miembros.

¿Cómo son sus perfiles profesionales y académicos principalmente?

Los perfiles profesionales de los investigadores del grupo se centran fundamentalmente en robótica, bioingeniería, visión por computador, inteligencia artificial y control. Los profesores a tiempo completo poseen una carrera de ingeniería o informática y un doctorado en robótica, informática o bioingeniería. La investigación de cada uno de los profesores a tiempo completo se centra en una de las líneas mencionadas anteriormente, además de ser experto en una temática complementaria a las líneas. Estas temáticas se centran en control de robots, diseño de sistemas robóticos, visión por computador, neuro-mecánica y electrofisiología, inteligencia artificial y realidad virtual y/o aumentada.

Entre los proyectos finalizados en los que ha participado algún investigador, ¿cuáles destacaría?

Los profesores a tiempo completo del grupo poseen una alta experiencia y participación en proyectos de investigación de ámbito local, regional, nacional e internacional. Todos los proyectos finalizados en los que hemos estado involucrados han sido interesantes, aunque destacaría aquellos relacionados con la aplicación de la robótica como ayuda a la discapacidad, tales como pruebas de concepto de dispositivo sensorizado para la rehabilitación motora de miembro superior mediante realidad virtual y aumentada. La entidad financiadora es la Universidad de Alicante (Referencia: PC022), y el año de finalización es el 2025.

También el desarrollo y monitorización de sistemas seguros de interacción hombre-máquina en tareas de robótica de rehabilitación. La entidad

financiadora es la Conselleria De Innovación, Universidades, Ciencia Y Sociedad Digital, y el año de finalización era 2023. Nuevas métricas para la evaluación de la función motora usando técnicas avanzadas de electromiografía. La Entidad financiadora es la Conselleria de Educación, Investigación, Cultura Y Deporte, y el año de finalización 2021. Y Plataforma Robótica para la ayuda asistencial en tareas a personas con discapacidad. La entidad financiadora es la Conselleria de Educación, Investigación, Cultura Y Deporte, y el año de finalización 2019.

Aunque el número de proyectos finalizados no es aún elevado, es importante resaltar que el grupo es relativamente joven, fundado en 2018.

¿Qué líneas de investigación se están llevando a cabo en el ámbito de la robótica asistencial en estos momentos, por parte de HURO?

Actualmente participamos en dos proyectos de gran relevancia: uno a nivel nacional y otro de alcance internacional, enfocados en la robótica de asistencia y rehabilitación, así como en la evaluación neuro-mecánica mediante electromiografía. Estos dos proyectos se describen brevemente a continuación: "Rehabilitación motora gamificada asistida por robots basada en evaluación neuromecánica (GAMified Robot-assisted MOr Rehabilitation based on neuromechanical assessment - GARMOR)". Proyecto nacional concedido por el Ministerio de Ciencia e Innovación enfocado en el desarrollo de un sistema de rehabilitación gamificada asistida por un robot colaborativo, para la rehabilitación del miembro superior en pacientes con enfermedad cerebrovascular. Este sistema combinará la asistencia del robot colaborativo mediante un efector final con actividades gamificadas de realidad virtual y monitorización de biomarcadores neurofisiológicos (electromiografía). Este proyecto supondrá un avance hacia la búsqueda de estándares en la robótica de rehabilitación y su integración en el sistema sanitario actual.

Por otra parte, "Monitoring and delivering personalised hand neurorehabilitation through virtual activities controlled by the neural drive (MYOREHAB)". Es un proyecto de



Proyecto nacional GARMOR, concedido por el Ministerio de Ciencia e Innovación, enfocado en el desarrollo de un sistema de rehabilitación gamificada asistida por un robot colaborativo, para la rehabilitación del miembro superior en pacientes con enfermedad cerebrovascular.

colaboración internacional entre la Universidad de Alicante (UA), Friedrich-Alexander University Erlangen-Nürnberg (FAU), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) y Universidad Tecnológica de Panamá (UTP). Este proyecto, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, tiene como objetivo desarrollar un sistema de inteligencia artificial que supervise la actividad EMG de la musculatura de la mano y entregue intervenciones personalizadas de neurorrehabilitación en bucle cerrado. El sistema proporcionará retroalimentación en tiempo real para optimizar la adherencia del paciente y maximizar la eficacia de la terapia.

En líneas generales, y para conocer un poco más sobre la tendencia actual, ¿cuáles son las principales tecnologías e innovaciones que se están desarrollando en materia de asistencia y rehabilitación?

Actualmente, el campo de la asistencia y rehabilitación está viviendo una transformación impulsada por tecnologías emergentes que buscan hacer las terapias más eficaces, personalizadas y accesibles. Este es uno de los principales propósitos de prácticamente la totalidad de los proyectos de investigación dentro de esta área. Para ser más específico, se pueden destacar las siguientes tendencias e innovaciones.

Robótica de rehabilitación: desarrollo e innovación en dispositivos robóticos diseñados para asistir o guiar

el movimiento de las extremidades, con un enfoque especial en personas con parálisis parcial o alteraciones del control motor.

Exoesqueletos: desarrollo de nuevos exoesqueletos más ligeros y portátiles (exo-trajes), junto con innovaciones orientadas a mejorar la usabilidad y la autonomía de los dispositivos existentes, especialmente en aplicaciones de asistencia para la marcha.

Inteligencia Artificial y aprendizaje automático: personalización de las terapias a partir del análisis en tiempo real de datos fisiológicos (EMG, EEG, cinemática, etc.), así como la predicción de la evolución del paciente y adaptación automática del nivel de asistencia o dificultad.

Realidad virtual y realidad aumentada: desarrollo de aplicaciones de realidad virtual y/aumentada, así como de entornos inmersivos para herramienta motivadora durante las tareas de rehabilitación. Estas herramientas, a través de retroalimentación visual, auditiva y háptica, favorecen una mayor participación del usuario y promueven un aprendizaje más motivador y efectivo.

Telerrehabilitación: desarrollo de soluciones para la rehabilitación domiciliar, con énfasis en la monitorización en tiempo real. En este contexto, cobra especial relevancia la innovación de los sistemas IoT (Internet de las cosas), que incorporan sensores, cámaras y aplicaciones móviles para evaluar el desempeño del paciente y ajustar los ejercicios de manera remota, mejorando la efectividad del tratamiento desde el hogar.

Sistemas wearables (dispositivos portátiles): desarrollo e innovación en sensores o sistemas para la monitorización del paciente fuera del entorno clínico y poder evaluar la recuperación funcional de manera continua.

Existen otros sistemas relevantes en el ámbito de la asistencia y rehabilitación, como las interfaces cerebro-computadora (BCI) y la estimulación eléctrica funcional (FES); sin embargo, estas tecnologías no forman parte del enfoque de investigación del grupo.

Los tratamientos de rehabilitación de los trastornos neuromusculares varían según los centros clínicos y los sistemas sanitarios, ¿haría falta desarrollar



Proyecto de colaboración internacional MYOREHAB, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, centrado en el desarrollo de un sistema de inteligencia artificial que supervise la actividad EMG de la musculatura de la mano, y entregue intervenciones personalizadas de neurorrehabilitación en bucle cerrado.

un modelo estandarizado que se pueda replicar en cualquier país?

Evidentemente, desarrollar un modelo estandarizado de rehabilitación para trastornos neuromusculares sería un avance extraordinario en el área de la asistencia y rehabilitación, especialmente dentro del entorno clínico. Está claro que existe un gran trabajo para poder conseguirlo, ya que los tratamientos varían según los centros clínicos, sistemas sanitarios, países, etc., y realmente existe una necesidad de mejorar la uniformidad y la accesibilidad de los tratamientos, especialmente para los pacientes que enfrentan barreras geográficas, económicas o de infraestructura. Un estándar global mejoraría la calidad del tratamiento, optimizaría los recursos, facilitaría la integración de nuevas tecnologías, y mejoraría la investigación y colaboración internacional.

Nuestros proyectos de investigación actuales dentro de esta área, GARMOR y MYOREHAB, están ligados a esta necesidad de una forma muy intensa. En GARMOR, se intenta buscar estándares en los tratamientos de rehabilitación mediante robots asistentes de efector final. En MYOREHAB, se evalúa la efectividad de una misma plataforma de rehabilitación en diferentes países.

¿Qué tipo de colaboraciones mantienen con otras entidades, universidades o centros asistenciales y hospitalarios, desde el Grupo Human Robotics?

El grupo de investigación posee diversas colaboraciones con diferentes

entidades e investigadores. A nivel internacional, son fundamentalmente colaboraciones con grupos de investigación de otras universidades o centros de investigación. Entre ellas, cabe destacar las siguientes:

- Prof. Leonard Felicetti. Centre for Autonomous and Cyberphysical Systems, Universidad de Cranfield. Reino Unido.
- Prof. Miguel Olivares Méndez. Interdisciplinary Centre for Security, Reliability and Trust (SnT), University of Luxembourg, Luxemburgo.
- Prof. Gerasimos Rigatos. Industrial Systems Institute. Grecia.
- Prof. Reza Emami. Institute for Aerospace Studies. Universidad de Toronto. Canadá.
- Prof. Irma Nayeli Ángulo Sherman, Departamento de Ingeniería Biomédica, Universidad de Monterrey (UDEM), México.
- Prof. Rocío Salazar Varas, Departamento de Computación, Electrónica y Mecatrónica, Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), México
- Prof. Carlos Cifuentes, Bristol Robotics Laboratory, University of the West of England (UWE Bristol), Reino Unido.
- Prof. Alessandro Del Vecchio, N-Squared Lab, Friedrich-Alexander University Erlangen-Nürnberg (FAU), Alemania.
- Prof. Carina Marconi Germer, Department of Biomedical Engineering, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil.

- Prof. Leonardo Abdala Elias, Department of Electronics and Biomedical Engineering, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil.
- Prof. José Carlos Rangel Ortiz, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), Panamá.
- Dr. Álvaro Costa García, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japón.
- Prof. Enrique Hortal Quesada, Department of Advanced Computing Sciences, Maastricht University, Países Bajos.

A nivel nacional, el grupo colabora con otros grupos de investigación, así como institutos tecnológicos, asociaciones, empresas y departamentos sanitarios. A continuación, se muestran los más importantes: Brain-Machine Interface Systems Lab, Universidad Miguel Hernández, España; Neural Rehabilitation Group, Instituto Cajal, CSIC, España; Unidad de Neurología, Hospital General Universitario de Alicante, España; Unidad de Daño Cerebral, Hospital de San Vicente del Raspeig, España; Unidad de Traumatología, Hospital Vega Baja, Orihuela, España; Fundación ADACEA de Daño Cerebral, Alicante, España; Instituto Tecnológico del Juguete (AIJU); Instituto Tecnológico del Textil (AITEX); Gogoa Mobility Robots, Bizkaia, España, y CFZ Cobots, Elche, España.

¿Con qué ayudas cuentan para desarrollar sus proyectos de investigación?

Contamos con diversas fuentes de financiación para el desarrollo de nuestros proyectos, centrandos nuestros esfuerzos principalmente en ayudas públicas competitivas, aunque también exploramos convocatorias de entidades privadas. Estas ayudas pueden clasificarse según su ámbito de actuación: local, regional, nacional e internacional.

En el ámbito local, estas ayudas provienen especialmente del Programa Propio de la Universidad de Alicante. En el ámbito regional, ayudas provenientes de la Generalitat Valencia (Conselleria de Educación, Cultura, Universidades y Empleo) y del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE). En el ámbito nacional, ayudas provenientes de la Agencia Estatal de Investigación del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. También ciertas convocatorias de

fundaciones privadas como MAPFRE, BBVA, La Caixa, Instituto de Salud Carlos III, etc. En el ámbito internacional, programas europeos como Horizon Europe o de colaboración internacional de la Fundación EU-LAC (Unión Europea - América Latina y el Caribe).

¿Cuáles son los principales desafíos y retos a los que habrá que hacer frente en el ámbito de la rehabilitación asistencial en los próximos años?

En los próximos años, creo que el ámbito de la rehabilitación asistencial enfrentará varios desafíos clave debido a factores tecnológicos, demográficos, económicos y organizativos. En mi opinión, los principales retos, que ya se están valorando en los recientes proyectos de investigación, son diversos. El envejecimiento de la población: el aumento de personas mayores con enfermedades crónicas, fragilidad y discapacidades implica mayor presión sobre los servicios de rehabilitación. Enfermedades crónicas y secuelas de nuevas patologías: COVID-19 y sus secuelas han evidenciado la necesidad de adaptar la rehabilitación a nuevas enfermedades emergentes. La Integración de tecnologías como los robots, la telerrehabilitación y herramientas digitales (realidad virtual, realidad aumentada, sistemas IoT, dispositivos wearables): su implementación masiva requiere inversión, formación y adaptación de protocolos.

También la coordinación entre niveles asistenciales: dificultades en la continuidad de cuidados entre hospitales, atención primaria, servicios sociales y centros sociosanitarios. Existe una gran necesidad de modelos integrados de atención centrados en la persona. La sostenibilidad económica: necesidad de demostrar la eficiencia costo-efectiva de los programas de rehabilitación con las nuevas tecnologías.

La personalización del tratamiento, por el aumento de la demanda de atención personalizada, y la necesidad de herramientas para medir resultados centrados en la calidad de vida y autonomía funcional. Y, por último, la inclusión y equidad: asegurar el acceso igualitario a los servicios de rehabilitación para personas con discapacidad, migrantes, población rural o vulnerable.

¿Qué papel piensa que jugará la Inteligencia Artificial? ¿Hasta qué punto transformará el panorama actual?

La Inteligencia Artificial (IA) jugará un papel transformador en la robótica de asistencia y rehabilitación, no solo optimizando las tecnologías actuales, sino también cambiando el enfoque de la rehabilitación hacia sistemas más personalizados, adaptativos y eficientes. Su impacto será profundo en varios niveles. En primer lugar, la rehabilitación personalizada en tiempo real: la IA permitirá adaptar los programas de rehabilitación en función del progreso del paciente mediante el análisis de datos en tiempo real (movimientos, fuerza, equilibrio, etc.). En segundo lugar, el aprendizaje continuo y predictivo: la IA podrá predecir recaídas o complicaciones mediante el análisis de patrones, facilitando una intervención temprana. También puede optimizar el diseño de tratamientos, seleccionando los ejercicios más efectivos según el perfil clínico del paciente.

En tercer lugar, la automatización del seguimiento clínico: los algoritmos de IA pueden monitorizar automáticamente variables biomecánicas y funcionales, liberando tiempo a los profesionales para tareas de mayor valor añadido. También la asistencia robótica inteligente en el hogar: robots de asistencia dotados de IA podrán realizar tareas de apoyo físico y cognitivo, recordar medicación, ayudar con la movilidad y fomentar la adherencia al tratamiento desde casa. Por último, la democratización del acceso: si se desarrollan soluciones más asequibles gracias a la IA, se podrá ampliar el acceso a tecnologías de rehabilitación avanzadas en zonas con recursos limitados o escasez de personal.

Por último, ¿cuáles son los próximos proyectos que tiene en mente?

Actualmente, hemos solicitado dos proyectos de gran interés. El primero se centra en la valorización y transferencia de un modelo de utilidad para una herramienta de rehabilitación domiciliar, basada en un dispositivo sensorizado e integrado con tecnologías de realidad virtual y aumentada. El segundo proyecto aborda el estudio de la ergonomía en la actividad humana a través de una evaluación neuro mecánica integral, que combina investigación avanzada en diseño centrado en el usuario, modelado biomecánico y el uso de sensores portátiles.

Ramón Rubio

Director de la Cátedra MediaLab de la Universidad de Oviedo

“Nuestro primer proyecto fue construir prótesis impresas en 3D y personalizadas a niños y niñas con amputaciones”

Mónica Ramírez

Desde 2018, el laboratorio universitario de tecnología y diseño MediaLab (Cátedra Milla del Conocimiento), de la Universidad de Oviedo, realiza proyectos innovadores que han mostrado la capacidad de la ciudadanía (no sólo estudiantes) de formarse y actuar ante los problemas de la sociedad. A través de la colaboración con entidades públicas y privadas, MediaLab muestra una cara desconocida de la Universidad, donde los estudiantes son los verdaderos protagonistas.

De entre todos los proyectos sociales que ha realizado MediaLab, destaca el de “Superhéroes” por su gran impacto en las personas a las que va dirigido, con la elaboración de prótesis impresas en 3D personalizadas para niños, y también adultos, con el objetivo de facilitar el día a día de las personas con problemas de movilidad.

Este proyecto de MediaLab y la organización SuperGiz Autofabricantes ha permitido a los estudiantes de ingeniería diseñar y fabricar prótesis personalizadas para cada niño que ha participado en la iniciativa. De este modo, además de formar a estos alumnos en competencias técnicas, les permite aprender “fabricando”. Se trata de un proyecto interdisciplinar de marcado carácter social, en el que estudiantes de ingeniería, marketing y terapia ocupacional han formado equipos para trabajar de forma coordinada y conjunta con una familia.

En colaboración directa con la familia de la persona que recibirá la prótesis, los estudiantes toman las medidas, crean los moldes de escayola con alginato (un polímero que al unirse con agua se gelifica), lo digitalizan mediante fotogrametría (pintando con puntos de colores toda la superficie de la escayola y realizando decenas de fotografías que un software une), y fabrican un modelo en 3D que se personaliza.



Ramón Rubio

“La conexión emocional con las familias impulsa a los estudiantes a buscar soluciones rápidas y eficaces, uniendo el trabajo técnico con un sentido de responsabilidad social”

Finalmente, se imprime en 3D utilizando para ello un material flexible como el TPU o TPE. La conexión emocional con las familias impulsa a los estudiantes a buscar soluciones rápidas y eficaces, uniendo el trabajo técnico con un sentido de responsabilidad social.

Técnica Industrial ha charlado con Ramón Rubio (Doctor Ingeniero Industrial), director de la Cátedra MediaLab de la Universidad de Oviedo, para co-

nocer más a fondo los proyectos e iniciativas que llevan a cabo.

En 2018 se pone en marcha la cátedra MediaLab (www.medialab-uniovi.es) con el apoyo del Ayuntamiento de Gijón, y con la misión de “reiniciar la universidad”. ¿Cómo surge la idea y con qué objetivos?

Surge al ver cómo en otros países la relación entre la Universidad y la sociedad es más cercana. Surge porque, en ese momento, un grupo de profesores encontramos el apoyo necesario por parte del Ayuntamiento de Gijón en una apuesta por proyectos que no sólo acercaban el diseño y la tecnología a la ciudadanía, sino que la ponían a su servicio. Así, nuestro primer proyecto fue una colaboración fabulosa con el grupo Autofabricantes de Medialab Prado en Madrid: construir prótesis impresas en 3D y personalizadas a niños y niñas con amputaciones. Ahí vimos de forma práctica, cómo los estudiantes se involucraban como nunca en aprender a diseñar, a imprimir, a empatizar y, sobre todo, a poner en práctica durante su etapa universitaria todo su conocimiento y saber hacer.

¿Cómo se estructura la Cátedra MediaLab? ¿Cuántos alumnos y profesores participan en los diferentes grupos de trabajo?

En la actualidad hay unas treinta personas, la mitad profesores y la mitad estudiantes, implicadas en algún proyecto en MediaLab. Aunque nos organizamos en equipos de trabajo, tratamos de tener los grupos abiertos, de forma que cualquiera pueda participar en cualquier proyecto. De esta forma, fomentamos que los residentes aprendan de otras disciplinas. Podrás ver a estudiantes de pedagogía en proyectos de electrónica o ingenierías en proyectos de salud. Perseguimos la formación 360 de los residentes a través de proyectos de innovación social.

Como ha comentado anteriormente, entre los primeros proyectos que se llevaron a cabo, precisamente se encuentran algunos centrados en la rehabilitación médica, a través del desarrollo de prótesis para personas con miembros amputados. ¿Cómo se organizó el proyecto y cómo fue la experiencia?

Fue muy enriquecedora a todos los niveles. Me explico. Se trataba de ayudar a niños y niñas con alguna amputación o agenesia a realizar alguna tarea que le era muy difícil realizar. Siempre nos acordamos de Lucas, un niño de nueve años, cuando quiso tocar la guitarra como su hermano gemelo, pero que con su prótesis estética no podía. Nos sumamos al proyecto Supergiz, dirigido por el equipo de Autofabricantes de Medialab Prado, y durante tres meses codiseñamos con las familias las prótesis en 3D. El proyecto suponía un aprendizaje tremendo para los residentes que estaban en MediaLab: aprendían nuevas tecnologías, en un entorno multidisciplinar para dar un servicio a un niño. Ponían en práctica, trabajo en grupo, liderazgo, empatía, esfuerzo...una auténtica gozada.

¿Qué otros proyectos e iniciativas destacados han realizado?

La verdad es que echando la vista atrás

hemos realizado más de 100 proyectos, y en todos nos llevamos un aprendizaje. Quizás destacaría el papel que tomaron los residentes durante la pandemia, con la confección de mascarillas para entidades sociales. También la creación de la primera instalación solar de autoconsumo de la Universidad de Oviedo, apps de móvil para el control energético o el aprendizaje de matemáticas, el despliegue de la red LoRa en el campus de Gijón que facilita la creación de dispositivos IoT, la creación de un grupo de profesores que buscan mejorar la docencia universitaria y que han generado varias iniciativas con impacto docente, el desayuno con científicas o la realización de jornadas de ingeniería y filosofía. ¡Si es que nos encantan todos!

¿Y en la actualidad?

Nunca tuvimos tantos proyectos ni tantas personas involucradas: proyectos de educación en primaria, en secundaria, de integración, colaboraciones con empresas, organizaciones, proyectos de sensórica relacionados con salud, con mediciones ambientales. ¡Quizás estamos abarcando demasiado! Pero os voy a detallar tres de los más destacados.

El CuboLab, que surge de un taller de diseño con enfermeras y una cuidados y electrónica para crear un

“Echando la vista atrás, hemos realizado más de 100 proyectos, y en todos nos llevamos un aprendizaje. Nunca tuvimos tantos proyectos ni tantas personas involucradas”

dispositivo que envía la emoción de un paciente al control de enfermería, mediante el giro de un cubo del tamaño de una taza.

La escuela de Biodiseño, una colaboración con el Laboratorio Biométrico, que acerca la naturaleza a los más pequeños mediante descubrimientos, experimentos y exploración de formas.

El Premio Impacto Positivo, una iniciativa del grupo de profes con impacto que premia al estudiante de la Universidad de Oviedo, que no sólo tiene un buen expediente, sino que participa de la vida universitaria y, sobre todo, dedica su tiempo a la acción social. Estamos muy orgullosos de este premio que ya lleva tres ediciones.



Estudiantes de la Universidad de Oviedo participan en el laboratorio universitario de tecnología y diseño MediaLab.



“La idea nace gracias a la colaboración del Ayuntamiento de Gijón. Gracias a ellos se crea la cátedra MediaLab. Desde entonces, han mantenido la colaboración y apuesta por nosotros”

Gracias a toda esta labor, MediaLab ha recibido varios reconocimientos, incluyendo el premio a las 100 Mejores Ideas del Año por el “CuboLab”, y el 2º premio Enlighted 2021. También ha ganado premios TalentUO en cuatro categorías, y el premio a Cátedra del Año 2018. Además, ha sido reconocido como ejemplo de innovación educativa por la Fundación COTEC. ¿Qué suponen para usted, como director de MediaLab, estos premios?

Siempre digo que son una alegría y una responsabilidad. Primero porque suponen un reconocimiento al trabajo de un equipo de personas que dedican mucho tiempo y esfuerzo a los demás. Y también nos están diciendo “seguid así, esa es la manera”, lo que supone una responsabi-

lidad de no desvanecer y seguir trabajando duro.

¿Cuentan con algún tipo de ayuda para llevar a cabo los proyectos por parte de entidades colaboradoras?

La idea nace gracias a la colaboración del Ayuntamiento de Gijón. Gracias a ellos se crea la cátedra MediaLab. Desde entonces, han mantenido la colaboración y la apuesta por nosotros. Estamos muy agradecidos y orgullosos de que la ciudad apueste por esta forma de trabajo.

Además, estamos felices de poder contar con más apoyo, principalmente de la Fundación Caja Rural de Asturias, y de la Fundación Industrial y Tecnológica del Principado de Asturias.

¿Cuáles son los próximos proyectos o actuaciones que tienen previsto realizar?

Nos gustaría asentar muchas de las ideas que han nacido en MediaLab: CuboLab, los sensores de cuidados y medioambientales, los proyectos de divulgación... Es complicado asentarlos por la alta rotación de residentes que tenemos.

En cuanto a los nuevos proyectos, no lo sabemos. Estamos en alerta constante porque se nos ocurren ideas continuamente. Tratamos de dar respuesta a problemas que observamos leyendo el periódico o que observamos a nuestro alrededor. Bueno, es cierto también que nos gustaría llevar a cabo ideas a las que estamos dando ya vueltas: llevar la universidad a la ciudad. Tener un espacio donde las personas puedan ver lo que hacemos en la Universidad, como quien entra en una tienda o en un bar. ¡Ojalá lo podáis ver pronto!



Miembros del equipo MediaLab de la Universidad de Oviedo.



proempleo
ingenieros.es

Servicio de
reclutamiento y
Selección de
Ingenieros

¿Por qué elegirnos?

El ingeniero que
buscas está aquí

Más Información:
www.proempleoingenieros.es
cogiti@cogiti.es
91 554 18 06

Metodología de selección de
probada eficacia

Sello de profesionalidad de la
colegiación y Acreditación DPC

Expertise en la ingeniería de la rama
industrial

Garantía de calidad respaldada por
COGITI



COGITI
Consejo General de Colegios Oficiales
de Graduados e Ingenieros Técnicos
Industriales de España

Eukene Imatz Ojanguren

Investigadora en el ámbito de la neuroingeniería, en la división de salud de TECNALIA

“Las técnicas basadas en la IA nos permiten diseñar dispositivos médicos para rehabilitación más personalizados”

Mónica Ramírez

La frontera entre la tecnología y la salud se está redefiniendo a pasos agigantados gracias al trabajo de profesionales que combinan conocimiento técnico, visión clínica y vocación investigadora. Una de estas figuras clave es la Doctora Eukene Imatz Ojanguren, ingeniera (especialidad en automática y electrónica industrial), investigadora y docente, cuya trayectoria se ha centrado en desarrollar soluciones innovadoras para mejorar la interacción entre el cuerpo humano y la tecnología.

Con una sólida formación en ingeniería y una especialización en computación inteligente aplicada a sistemas biomédicos, la Doctora Imatz lidera actualmente el equipo de Neural Interfacing en la división de salud de TECNALIA, centro referente en materia de investigación aplicada y desarrollo tecnológico.

Su investigación se enfoca en la estimulación eléctrica no-invasiva del sistema nervioso humano, una línea de trabajo que ha materializado en proyectos pioneros como CHRONIC PAIN, orientado a mejorar el tratamiento del dolor crónico mediante tecnología de vanguardia. Además, es autora de varias patentes relacionadas con la estimulación eléctrica y miembro del International Functional Electrical Stimulation Society (IFESS).

En esta entrevista, conversamos con ella sobre los retos y avances en el campo de la neuroestimulación, el papel de la bioingeniería en la medicina del futuro y el impacto social de las tecnologías que permiten mejorar la calidad de vida en pacientes con patologías neurológicas complejas.

Obtuvo el título de Doctora en Ingeniería de Automatización y Robótica con una tesis sobre la aplicación de técnicas de computación inteligentes a una neuroprótesis de miembro su-



Eukene Imatz Ojanguren

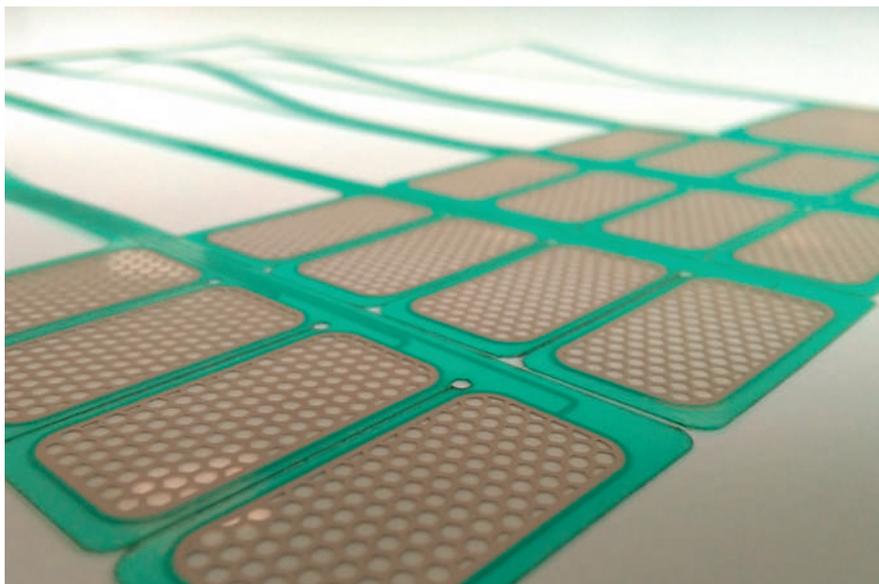
“La estrecha colaboración con profesionales clínicos y pacientes nos permite desarrollar ideas y tecnologías avanzadas adaptadas a las necesidades reales de los usuarios finales de nuestros dispositivos”

perior, la cual fue llevada a cabo mediante la colaboración del Departamento de Sistemas y Automática de la UPV-EHU y el área de rehabilitación de la división de salud de Tecnalia. ¿Cómo recuerda la experiencia? ¿Cuáles fueron las principales motivaciones para llevar a cabo esta tesis doctoral?

Cuando descubrí la oportunidad de realizar esta tesis yo me encontraba realizando unas prácticas en el departamento de robótica del Danish Technological Institute en Dinamarca. Me llamó la atención el ámbito de la tesis, la bioingeniería, un campo todavía desconocido en aquella época, pero que me interesaba muchísimo, y, además, existía la oportunidad de llevarla a cabo de vuelta en casa, en Euskadi. Por lo tanto, no tardé mucho en tomar la decisión de ir a por ello. Recuerdo aquellos años como una época intensa en la que a veces fue difícil compatibilizar las exigencias laborales y académicas, pero he de decir que mis supervisores fueron un gran apoyo a lo largo de todo el proceso. Hoy por hoy, no puedo estar más agradecida de haber tomado aquella pequeña decisión que ha hecho que actualmente me dedique a la investigación en el ámbito de la neuroingeniería.

Desde finales del 2012 trabaja en la división de salud de Tecnalia, donde actualmente es coordinadora del equipo de Bioelectrónica. ¿Qué destacaría de su trabajo?

Tecnalia es un centro de investigación aplicada, por lo que transformamos la investigación básica en tecnología innovadora para solucionar problemas reales de la sociedad. En el equipo de Bioelectrónica nos centramos en crear nuevos dispositivos médicos portables para diagnóstico, tratamiento o monitorización avanzados y, para ello, colaboramos no solo con empresas del sector de la salud, sino con hospitales y universidades nacionales e internacionales. Esta estrecha colaboración con profesionales clínicos y pacientes nos permite desarrollar ideas y tecnologías avanzadas adaptadas a las necesidades reales de los usuarios finales de nuestros dispositivos. De hecho, no hay



Los dispositivos basados en electrodos multi-campo no invasivos son el pilar de la bioelectrónica desarrollada por TECNALIA en el ámbito de la salud.

nada más satisfactorio que llevar a cabo estudios clínicos y ver de primera mano que la tecnología que hemos desarrollado ayuda en el diagnóstico de distintas patologías o en la rehabilitación de los pacientes voluntarios.

¿Cuáles son los principales proyectos y áreas de investigación que está desarrollando en la actualidad?

Actualmente estamos participando en varios proyectos de investigación, tanto a nivel regional y nacional, como europeo. También estamos trabajando en proyectos de innovación privados para empresas del sector de la salud que requieren una mejora de sus productos o apoyo durante cualquier fase de diseño de tecnología. Principalmente nos dedicamos a la neuroingeniería, más concretamente, diseñamos electrónica, algoritmos de decodificación, y formas de onda para la interacción no-invasiva con el sistema nervioso humano. Tanto decodificando las señales cerebrales (electroencefalografía) y neuromusculares (electromiografía), como estimulando de manera eléctrica el sistema nervioso periférico (estimulación neuromuscular o somatosensorial).

Esta tecnología la hemos aplicado, sobre todo, al ámbito de la rehabilitación de trastornos neurológicos tales como ictus o lesión medular, pero también la hemos aplicado a otros ámbitos como la rehabilitación respiratoria, la diabetes, los trastornos del sueño, la osteoporosis, el dolor crónico, el feedback sensorial para miembros amputados, e incluso

el estreñimiento. Actualmente, también estamos investigando y diseñando otras tecnologías y técnicas como el análisis avanzado de bioimpedancia para otros ámbitos como el cardiovascular o el del envejecimiento.

¿Cómo está cambiando la inteligencia artificial el diseño de tecnologías para la rehabilitación?

Aunque la IA generativa hace poco tiempo que se ha puesto a disposición del público en general, la realidad es que hace varias décadas que se utilizan algoritmos basados en aprendizaje automático en distintos ámbitos, en el que, por supuesto, también se incluye la salud. Las técnicas basadas en IA nos permiten diseñar dispositivos médicos para rehabilitación más personalizados y, además, permiten automatizar algunos procesos manuales complejos aumentando la precisión de estos. En el ámbito de la salud, en general, las técnicas basadas en IA tienen un gran potencial como herramientas de predicción de patologías y diagnóstico de precisión, teniendo en cuenta la cantidad de datos e información que actualmente se almacena en formato digital a nivel global.

¿Qué impacto están teniendo todas estas soluciones en la vida de los pacientes o usuarios de esta tecnología?

Desgraciadamente, en el ámbito de la salud, los plazos que van desde la validación de una idea o concepto de tecnología hasta la disponibilidad de esta

en la sociedad son muy largos. Esto se debe a diversos factores, como son la compleja regulatoria, la diversidad de políticas de los sistemas sanitarios, o las características de la industria del dispositivo médico. A pesar de ello, tenemos varios casos donde nuestros prototipos han llegado a comercializarse con éxito. Como ejemplo, tras años de investigación en tecnología multi-campo para estimulación eléctrica funcional, se creó una spin-off (Fesia Technology), que actualmente comercializa productos basados en esta tecnología a nivel internacional e incluso han abierto un espacio para rehabilitación neurológica integral. En esta clínica utilizan distintas tecnologías, entre las que se encuentran los dispositivos ideados en Tecnalia, y hay un gran número de pacientes que se están beneficiando de este tipo de rehabilitación avanzada y personalizada basada en evidencia científica.

¿Cómo cree que será la evolución de este tipo de innovaciones aplicadas a la ingeniería de rehabilitación, en un futuro próximo?

Creo que la ingeniería de rehabilitación neurológica está evolucionando hacia soluciones donde se interactúa con el sistema nervioso en distintos niveles de manera simultánea (cerebral, muscular, sensorial, etc.) en tiempo real y lazo cerrado, reforzando así la neuroplasticidad.

“Actualmente estamos participando en varios proyectos de investigación, tanto a nivel regional y nacional, como europeo. También estamos trabajando en proyectos de innovación privados para empresas del sector de la salud que requieren una mejora de sus productos o apoyo durante cualquier fase de diseño de tecnología”

En cuanto a las técnicas basadas en IA, tienen potencial en distintos aspectos de estas tecnologías. Por destacar las principales, por un lado, permiten decodificar las señales cerebrales y musculares de manera más precisa, ya que son señales complejas con una baja relación señal/ruido y vulnerables a interferencias del entorno.

Por otro lado, las técnicas de control inteligente permiten abordar mejor los procesos complejos, no lineales y variables en el tiempo, como es el sistema nervioso. Y, por último, las técnicas basadas en aprendizaje automático permitirían adaptar parámetros, dosis o incluso programas de rehabilitación a características específicas de cada paciente. Esta personalización podría beneficiarse además de esta sociedad cada vez más hiperconectada y con una cantidad enorme de datos multi-modales, tanto de salud como de otros aspectos personales.

Además de ser autora de varios artículos científicos en revistas indexadas, ha realizado ponencias en conferencias nacionales e internacionales del ámbito de la ingeniería biomédica, y es autora de varias patentes relacionadas con la estimulación eléctrica. ¿Qué puede contarnos sobre ello? Como investigadora, ¿cuáles serán los principales retos y desafíos a los que se tendrán que enfrentar?

Es muy satisfactorio poder aportar nuestro granito de arena a la ciencia al divulgar los resultados de nuestros proyectos de investigación. Y lo es aún más el tener la oportunidad de ir a conferencias científicas para aprender y conocer a otros investigadores que están intentando resolver los mismos problemas que nosotros en otros lugares del planeta. Como nuestro principal objetivo es el de intentar desarrollar dispositivos médicos que lleguen a la sociedad, nos enfrentamos a distintos tipos de retos que solo se reflejan en un número reducido de publicaciones científicas en comparación con la academia. De lo contrario, como colaboramos con empresas para las que la confidencialidad y la explotación de los resultados es importante, solicitamos patentes tanto propias como compartidas para proteger las ideas o conceptos más innovadores y con mayor potencial.

Por último, ¿cuáles son sus próximos proyectos?

El siguiente proyecto que comenzaremos está relacionado con la tomografía de impedancia eléctrica, la cual es una técnica novedosa de imagen médica basada en la conductividad eléctrica del tejido biológico. Es una técnica prometedora, debido a la ausencia de radiación y a sus reducidas dimensiones en comparación con las técnicas de ima-

“Principalmente nos dedicamos a la neuroingeniería, más concretamente, diseñamos electrónica, algoritmos de decodificación, y formas de onda para la interacción no-invasiva con el sistema nervioso humano”

gen médica actuales, pero todavía presenta muchas limitaciones en cuanto a resolución y precisión.

En este proyecto pretendemos investigar nuevos paradigmas y avanzar para que esta técnica permita en un futuro ser aplicada para el diagnóstico o la monitorización de distintas patologías. Otros proyectos en marcha incluyen análisis de potenciales evocados somatosensoriales, sistemas de rehabilitación en lazo cerrado en interacción con otros sistemas (realidad virtual, exoesqueletos), identificación de marcadores de envejecimiento basados en bioimpedancia, etc. Esperamos que algunos de los resultados de estos proyectos lleguen a la sociedad algún día y puedan beneficiar tanto a clínicos como a pacientes.



La estrecha colaboración de Tecnalia con profesionales clínicos y pacientes les permite desarrollar ideas y tecnologías avanzadas adaptadas a las necesidades reales de los usuarios finales de sus dispositivos. Foto: Shutterstock (neurólogo busca áreas impactadas por daño cerebral).

IV Edición

Premio Fundación Técnica Industrial

*“Innovación
Tecnológica Empresarial
y Sostenibilidad”*

Convocatoria 2025



www.fundaciontindustrial.es

Guillermo Gauna-Vivas

Director general ejecutivo de Ayúdame3D

“En Ayúdame3D ponemos la tecnología al servicio de las personas”

Mariana Morcillo

Con solo 22 años, Guillermo Gauna-Vivas fundó Ayúdame3D, una entidad española que utiliza la tecnología de impresión 3D para fabricar y proporcionar manos y brazos protésicos a personas amputadas de todo el mundo, especialmente aquellas que viven en zonas desfavorecidas o de difícil acceso.

Las prótesis desarrolladas por Ayúdame3D reciben el nombre de Trésdesis y han transformado más de 650 vidas. Pero su acción va mucho más allá. También diseñan diferentes dispositivos adaptados a necesidades específicas y concretas, con los que han ayudado a más de 30.000 personas. Guillermo Gauna-Vivas es ingeniero y diplomado en tecnología biónica. Su empatía y su creatividad le han hecho merecedor de prestigiosos reconocimientos, como el Premio Princesa de Girona Social en 2020 y el Premio de Innovación Social en el World Youth Forum de Egipto.

¿Podría explicarnos cómo y cuándo se originó Ayúdame3D? ¿Quién impulsó su creación y cuál fue la motivación concreta que dio lugar al proyecto?

Ayúdame3D nace en 2017 durante un voluntariado que realicé en el Valle del Rift (Kenia). Semanas antes del viaje contacté con la organización para ver cómo podía ayudar de manera previa y me explicaron que varias personas de la zona habían sufrido amputaciones o tenían agenesia en extremidades superiores. Por ese entonces yo contaba con una impresora 3D en casa que me habían regalado mis padres y me puse enseguida a investigar para ayudar a estas personas. Llegué a Kenia con cinco prótesis para repartir en la maleta, una de ellas un diseño propio que había creado para personas sin codo.

En el momento de la entrega todo cambió, fui testigo del impacto que tenían esos dispositivos en la vida de las personas, permitiéndoles comer, trabajar,



Guillermo Gauna-Vivas

“Nuestro objetivo es que, en el futuro, cualquier persona del mundo que necesite una prótesis, tenga acceso a una gracias a la comunidad global de Ayúdame3D”

cocinar... Supe entonces que no me podía quedar ahí y que quería ayudar a toda persona que lo necesitase. Los primeros años de Ayúdame3D se desarrollaron desde mi habitación, pero cada vez nos conocían más personas y necesitábamos llegar a más países. Así fue como Ayúdame3D se estableció oficialmente.

Hablan de fusionar la innovación tecnológica con la empatía. ¿Cómo se traduce esta combinación en el proceso de diseño y desarrollo de las Trésdesis que entregan?

En Ayúdame3D ponemos la tecnología al servicio de las personas. Creamos so-

luciones que cubran necesidades reales y mejoren la calidad de vida de quienes las reciben. Por eso, no dejamos de innovar para llegar a ayudar cada vez a más personas.

En el proceso de diseño y desarrollo de cada Trésdesis fusionamos innovación y empatía, estudiando cada caso y escuchando las necesidades de las personas que recibirán nuestras prótesis. De esta manera conseguimos que todas nuestras ayudas sean personalizadas, y que cada dispositivo no solo sea funcional, sino también significativo.

¿Qué tipos de soluciones, además de las Trésdesis, diseñan actualmente mediante impresión 3D y cómo identifican técnicamente las necesidades de cada caso individual?

En Ayúdame3D utilizamos la impresión para ayudar. Además de las Trésdesis, nuestras prótesis de mano y brazo, también diseñamos y desarrollamos dispositivos técnicos adaptados que responden a necesidades concretas. Estos modelos son soluciones innovadoras y personalizadas, que nacen a partir de un proceso de escucha activa de las necesidades de la persona solicitante. Nuestro equipo de Diseño e Innovación está en contacto continuo con la persona para desarrollar una herramienta funcional y 100% adaptada. Gracias a nuestro compromiso con el sistema I+D+i, ya hemos desarrollado dispositivos de ayuda para montar en bici, hacer ejercicios en el gimnasio, tocar la guitarra o hacer natación. Por otro lado, también imprimimos Chemobox, cajas porta suelo para niños y niñas con tratamientos de quimioterapia en hospitales. Estos cofres se personalizan con los dibujos y colores favoritos de los pacientes y los acompañan en momentos difíciles, ayudando a reducir el estrés y la ansiedad a la que se enfrentan.

¿Cuántas Trésdesis han entregado hasta el momento y en cuántos paí-



Equipo de Diseño e Innovación de Ayúdame3D.

ses? ¿Cómo organizan la logística internacional para asegurar que las ayudas lleguen a su destino sin coste para los receptores?

Desde que empezamos, hemos entregado más de 650 Trésdesis y miles de ayudas técnicas (Chemobox, pantallas protectoras durante la Covid-19, dispositivos técnicos...) en 65 países. Durante todo el proceso de diseño, creación y entrega de nuestras ayudas estamos en contacto con la persona u organización que las va a recibir, para asegurarnos no solo de que las ayudas lleguen sin coste, sino también para saber si el dispositivo entregado se adapta a las personas. Cuando hablamos de entregas internacionales, en muchas ocasiones, colaboramos con entidades en terreno, que conocen tanto los trámites administrativos como las personas a las que ayudamos.

¿Qué criterios técnicos siguen para seleccionar los materiales de impresión 3D que emplean en las Trésdesis, especialmente en función del clima, la durabilidad o el tipo de amputación?

Todos los materiales que utilizamos para la creación de nuestras Trésdesis son biocompatibles para evitar reacciones adversas o daños a la persona que va a usar el dispositivo. Las prótesis se imprimen en PLA, un material sostenible y resistente, proveniente de origen

vegetal. Para el montaje y el acondicionamiento de las piezas utilizamos materiales con alta durabilidad y de fácil acceso para que, en caso de deterioro, la persona pueda ser capaz de arreglarlo con la guía de nuestro equipo técnico.

El programa Helpers3D permite colaborar desde cualquier parte del mundo. ¿Cómo aseguran la calidad, la coordinación y la trazabilidad del trabajo de estas personas voluntarias? Las personas interesadas en colaborar con la ONG, ¿cómo pue-

“En el proceso de diseño y desarrollo de cada Trésdesis fusionamos innovación y empatía, estudiando cada caso y escuchando las necesidades de las personas que recibirán nuestras prótesis”

den ponerse en contacto con la organización?

Helpers3D es nuestra plataforma de voluntariado, en la que actualmente solo se puede participar desde España. Todos los voluntarios, que ya cuentan con experiencia previa en impresión 3D, reciben una formación específica por parte de nuestro equipo técnico sobre la impresión y el montaje de Trésdesis para asegurar la calidad del dispositivo. Además, durante el proceso de creación ofrecemos soporte continuo a nuestros Helpers3D y una persona del equipo de Ayúdame3D se encarga de coordinar y gestionar el envío de las solicitudes y la recepción de los dispositivos de ayuda. Si no cuentas con impresora 3D, también puedes ayudar a que personas de todo el mundo reciban sus prótesis. Puedes colaborar como particular, desde tu empresa, tu ONG o tu centro educativo, toda la información puedes encontrarla en nuestra web: <https://ayudame3d.org/colabora/>



Guillermo M. Gauna-Vivas fue reconocido con el premio Social de la Fundación Princesa de Girona en 2020, entregado por la Princesa Leonor.



Guillermo Gauna-Vivas, director general de Ayúdame3D, entrega una Trésdesis, prótesis de brazo impresa en 3D, y comprueba si el dispositivo se adapta a la persona adecuadamente.

¿Qué mecanismos de evaluación utilizan para medir el impacto real de sus ayudas sobre la calidad de vida de los beneficiarios? ¿Podrían citar algún ejemplo concreto que haya marcado un antes y un después?

En Ayúdame3D medimos el impacto principalmente a través del seguimiento individualizado de cada beneficiario, mediante vídeos, testimonios y comunicación directa con las personas o las organizaciones locales que les asisten. Nos interesa no solo que la prótesis funcione técnicamente, sino conocer cómo transforma la vida de esa persona en su entorno familiar, educativo o laboral. Un ejemplo muy significativo fue el caso de Consolación, una mujer de Madrid que recibió una de nuestras primeras prótesis. Gracias a ello, pudo volver a comer sola, peinarse, recuperar autonomía y mejorar su autoestima. Desde el momento de la entrega hemos realizado un seguimiento continuado, que nos ha permitido mejorar la adaptabilidad del dispositivo. Este tipo de historias nos confirma que lo que hacemos no es solo una ayuda técnica, sino un cambio emocional y social profundo.

¿Cuáles son los principales desafíos que encuentran hoy en términos de sostenibilidad, financiación y expansión operativa?

Uno de nuestros mayores retos es mantener la sostenibilidad económica de un proyecto que es completamente gratuito para los beneficiarios, pero que requiere materiales, tiempo, tecnología y formación. Por ello, hemos desarrollado una red de financiación a través de actividades de RSC con empresas (team-buildings solidarios), la fabricación de trofeos sociales y colaboraciones con entidades. Aun así, garantizar recursos a largo plazo sigue siendo una prioridad.

En cuanto a la expansión operativa, nos enfrentamos al reto de adaptar nuestras soluciones a cada contexto local. En los últimos años estamos apostando por un modelo de creación de aulas tecnológicas (3DLabs), que nos permite formar a personas locales y descentralizar la fabricación, como ya hemos hecho en Tanzania y Kenia.

¿Tienen un cálculo aproximado de cuántas personas necesitan aún este tipo de soluciones en el mundo? ¿Qué estrategia han definido para ampliar su capacidad operativa y llegar a esa población en los próximos años?

Según estimaciones de la OMS, hay 83 millones de personas en el mundo que viven con algún tipo de amputación o agenesia y que no tienen acceso a ayudas técnicas adecuadas. Muchas de

ellas están en países con sistemas sanitarios limitados o zonas rurales remotas. Desde Ayúdame3D queremos ayudar a todas ellas desde un enfoque basado en escalar el impacto sin perder la humanidad. Lo hacemos a través de tres pilares: la automatización de procesos y digitalización para optimizar el tiempo de diseño y producción; la creación de nuevos 3DLabs para empoderar a comunidades locales con tecnología y formación, y campañas de sensibilización e innovación para generar alianzas estratégicas con empresas, centros educativos y gobiernos. Nuestro objetivo es que, en el futuro, cualquier persona del mundo que necesite una prótesis, tenga acceso a una gracias a la comunidad global de Ayúdame3D.

¿Qué pasos debe seguir una persona que necesite una Trésdesis o ayuda impresa en 3D para solicitarla a través de Ayúdame3D? ¿Existen criterios o requisitos previos que se deban cumplir para acceder a estas soluciones?

No existen criterios o requisitos previos para acceder a nuestras ayudas. Toda persona que lo necesite puede solicitar una Trésdesis, Chemobox o ayuda técnica a través de nuestra web (<https://ayudame3d.org/tresdesis/>) o escribiendo a soporte@ayudame3d.org.

¡Infórmate!

➔ En tu Colegio
Profesional

➔ [https://cogiti.es/
colegiación](https://cogiti.es/colegiación)

¡COLÉGIATE!

Numerosas Ventajas,
¡Conócelas!

Ventajas de la Colegiación



1. Acceso a la **Bolsa de Empleo de Proempleo Ingenieros**.
2. **Plataforma de Formación del COGITI**.
3. **Accreditación Desarrollo profesional Continuo**.
4. **COGITI ToolBox**: Portal de gestión de licencias software.
5. **Portal de Licitaciones Europeas del COGITI** (<https://cogiti.es/licitaciones>).
6. **Portal La Ley Digital** (Contenidos de interés para la profesión y su ejercicio).
7. **Normativa técnica de UNE**.
8. **Visado de Proyectos, Visado electrónico, Libro de Incidencias Electrónico (LIE) y Libro de Órdenes Electrónico (LOE)**.
9. **Ventanilla única** (<https://cogiti.es/ventanilla-unica>).
10. **Portal de tramitación industrial telemática. Asesoría Jurídica, Técnica, Fiscal y Laboral**.
11. **MUPITI**, (Mutualidad de Previsión Social de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales) **Alternativa al RETA. Seguros de salud y Responsabilidad Civil y Profesional**.
12. **Prestaciones sociales** a través de la Mutualidad.
13. Servicio de **préstamo de equipos técnicos de medida**.
14. **Seguros de accidente y de invalidez**.
15. **Convenios de colaboración** con organizaciones y Convenios de Universidades: fomento de formación y empleo.
16. **Ejercicio Libre, ayudas, asesoramiento y defensa profesional**.
17. **Club COGITI** con descuentos en tecnología, ocio, alimentación, etc.
18. **Cuotas colegiales** reducidas en condiciones particulares y gratuitas para precolegiados.
19. **Ventajas fiscales**.
20. **Accreditación EURO INGENIEROS**, para reconocimiento en la UE.



COGITI

Consejo General de Colegios Oficiales
de Graduados e Ingenieros Técnicos
Industriales de España

Rol de los ingenieros de la rama industrial en la generación de recursos tecnológicos para la rehabilitación

Role of Industrial Engineers in the generation of technological resources for rehabilitation

Prof. Dr. Juan Antonio Juanes Méndez¹

Resumen

Se presenta un trabajo sobre el papel que desempeñan los ingenieros de la rama industrial en la generación de dispositivos y recursos para la rehabilitación, ya que aplican principios de diseño, optimización y gestión de procesos para mejorar la eficiencia y la funcionalidad de estos productos. Su formación les permite colaborar con profesionales de la salud en el desarrollo de tecnologías que se adapten a las necesidades específicas de los pacientes, buscando soluciones prácticas, seguras y accesibles.

Entre sus contribuciones destacan el diseño ergonómico de equipos de asistencia, como prótesis, exoesqueletos, ortesis y sillas de ruedas, y la implementación de procesos de manufactura que garantizan calidad y reducen costos. Además, optimizan la cadena de suministro para facilitar la distribución de dispositivos rehabilitadores y promueven el uso de tecnologías emergentes, como la impresión 3D y la inteligencia artificial, para personalizar tratamientos y mejorar la experiencia del usuario.

Por otro lado, los ingenieros de la rama industrial desarrollan sistemas de evaluación y control de calidad para asegurar que los dispositivos cumplan con normativas técnicas y sanitarias. Se describe en este artículo un enfoque integral que permite identificar oportunidades de mejora continua tanto en el diseño de productos como en los procesos de rehabilitación, contribuyendo así a una atención más eficiente y centrada en el paciente.

En resumen, el objetivo que se marca en este trabajo es destacar el rol del ingeniero como puente entre la tecnología, la salud y la gestión, siendo fundamental en la creación de soluciones innovadoras que mejoran la calidad de vida de personas en proceso de rehabilitación.

Palabras clave

Ingeniería industrial, dispositivos, innovación tecnológica, rehabilitación.

Abstract

A paper is presented on the role of industrial engineers in the generation of devices and resources for rehabilitation, as they apply principles of design, optimisation and process management to improve the efficiency and functionality of these products. Their training allows them to collaborate with healthcare professionals in the development of technologies that are adapted to the specific needs of patients, seeking practical, safe and accessible solutions.

Their contributions include the ergonomic design of assistive equipment such as prostheses, exoskeletons, orthoses, wheelchairs, as well as the implementation of manufacturing processes that guarantee quality and reduce costs. They also optimise the supply chain to facilitate the distribution of rehabilitation devices and promote the use of emerging technologies, such as 3D printing, and artificial intelligence, to personalise treatments and improve the user experience.

In addition, industrial engineers develop quality assessment and quality control systems to ensure that devices comply with technical and health regulations. In this article, it is described a holistic approach to identify opportunities for continuous improvement in both product design and rehabilitation processes, thus contributing to more efficient and patient-centred care.

In summary, the aim of this paper is to highlight the role of the industrial engineer as a bridge between technology, health and management, being fundamental in the creation of innovative solutions that improve the quality of life of people undergoing rehabilitation.

Keywords

Industrial engineering, devices, technological innovation, rehabilitation.

Recibido/received: 22/05/2025

Aceptado/accepted: 18/06/2025

1. Doctor en Medicina y Cirugía. Universidad de Salamanca. Dpto. de Anatomía Humana. Facultad de Medicina. Avda. Alfonso X El sabio s/n. 37007 – SALAMANCA. Técnico en Software por la Universidad Pontificia de Salamanca. Miembro de la Cátedra UNESCO sobre Inteligencia Artificial y Realidad Extendida para la atención médica. Miembro del Panel de Expertos del Programa ACADEMIA (Rama Ciencias de la Salud), de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Miembro del Panel de Expertos de la EQA (Europeana Quality Assurance). Entidad de certificación acreditada para la garantía Europea de Calidad. Director y responsable del Grupo de investigación reconocido (GIR): Sistemas de Visualización Médica Avanzada (VisualMed Systems), de la Universidad de Salamanca.

*Autor para correspondencia: Prof. Dr. Juan Antonio Juanes Méndez; e-mail: jajm@usal.es



Exoesqueleto mecánico. Foto: Shutterstock.

IMPORTANCIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS EN LA REHABILITACIÓN

La incorporación de dispositivos tecnológicos en el ámbito de la rehabilitación representa un avance crucial para mejorar la calidad de vida de los pacientes con patologías del aparato locomotor y del sistema neurológico. Estos dispositivos, diseñados con base en los últimos avances en ingeniería biomédica, robótica, neurociencia y fisioterapia, permiten optimizar los procesos de recuperación, pues se adaptan a las necesidades específicas de cada paciente.

La construcción y el desarrollo continuo de dispositivos tecnológicos no solo enriquecen las estrategias terapéuticas tradicionales, sino que también marcan un cambio de paradigma en la rehabilitación moderna. Representan una esperanza tangible para millones de personas, pues promueven una recuperación más rápida, eficaz y digna.

En el caso de las patologías del aparato locomotor como lesiones musculoesqueléticas, artrosis, fracturas y amputaciones, la tecnología facilita una rehabilitación más precisa, controlada y motivadora. Exoesqueletos, ortesis inteligentes, plataformas de equilibrio y sistemas de realidad virtual permiten

entrenamientos repetitivos, medibles y seguros, lo que favorece la recuperación funcional y previene secuelas.

En pacientes con daño neurológico, como los que han sufrido accidentes cerebrovasculares, lesiones medulares o enfermedades neurodegenerativas, la tecnología se convierte en una herramienta esencial para la neurorrehabilitación. Dispositivos como interfaces cerebro-computadora, estimulación eléctrica funcional, robots de asistencia al movimiento y simuladores sensorio-motores fomentan la neuroplasticidad y ayudan a restaurar la conexión entre el cerebro y el cuerpo. Es decir, en patologías neurológicas la tecnología (como los robots de asistencia, la estimulación eléctrica funcional y la realidad virtual) estimula la reorganización del sistema nervioso central.

Estos dispositivos ofrecen una ventaja clave: la capacidad de monitorizar en tiempo real el progreso del paciente, lo que permite a los profesionales de la salud ajustar los tratamientos de forma personalizada y basada en datos objetivos.

Por tanto, los sistemas tecnológicos aplicados a la rehabilitación han transformado profundamente la forma en que se abordan las patologías del aparato locomotor y las de origen neurológico.

Estos sistemas aportan una serie de beneficios que potencian la eficacia del tratamiento, mejoran la adherencia del paciente y contribuyen a una recuperación más integral y personalizada.

Para pacientes con limitaciones graves, los sistemas tecnológicos ofrecen oportunidades de tratamiento que no serían posibles solo con intervención manual. Por ejemplo, los exoesqueletos permiten caminar a personas con parálisis parcial o total.

Los sistemas robotizados y las plataformas automatizadas permiten realizar movimientos repetitivos de forma controlada, segura y precisa, lo que es fundamental para reaprender patrones motores en pacientes con afectaciones locomotoras o neurológicas. Gracias a sensores integrados y sistemas de registro digital, se puede evaluar en tiempo real el rendimiento del paciente. Esto permite adaptar el tratamiento de manera individualizada, optimizando el proceso terapéutico y facilitando la toma de decisiones clínicas basada en datos objetivos.

Los sistemas tecnológicos de rehabilitación representan una herramienta imprescindible en la medicina moderna. Al combinar precisión, personalización, motivación y control, estos sistemas potencian los resultados de los tratamien-

tos convencionales y abren nuevas posibilidades para la recuperación funcional de personas con patologías del aparato locomotor y neurológicas.

La ingeniería de rehabilitación busca desarrollar diferentes dispositivos tecnológicos que ayuden a pacientes con alguna discapacidad motora o neurológica para su recuperación funcional.

INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL EN LA REHABILITACIÓN

El desarrollo de dispositivos tecnológicos para rehabilitación representa uno de los campos más dinámicos e interdisciplinarios de la ingeniería aplicada a la salud (Staros, 1984; Cooper, 1995; Szeto; 2005; Bronzino y Peterson, 2006; DiGiovine et al., 2023). Los ingenieros aportan metodologías de diseño, técnicas de producción optimizada y conocimientos en gestión de calidad que resultan fundamentales para transformar conceptos innovadores en productos médicos efectivos, seguros y accesibles (fig. 1). Desde la selección de materiales hasta la implementación de sistemas robóticos complejos, estos profesionales integran consideraciones técnicas, económicas y normativas para crear soluciones que mejoran significativamente la calidad de vida de pacientes con diversas patologías neuromotoras.

Una colaboración multidisciplinar entre ingenieros de la rama industrial, médicos, fisioterapeutas, etc. constituye un buen equipo para el desarrollo de recursos de rehabilitación dirigidos a pacientes con patologías musculoesqueléticas del aparato locomotor y afecciones neurológicas incapacitantes.

Dentro de este equipo, los ingenieros desempeñan un papel fundamental en el diseño, desarrollo, optimización y fabricación de dispositivos tecnológicos para la rehabilitación, al combinar conocimientos técnicos con la optimización de procesos y la innovación en fabricación de recursos como piezas anatómicas óseas para la docencia (fig. 2), impresas en 3D (fig.3), férulas sensorizadas (fig. 4), ortesis robóticas (fig. 5), exoesqueletos (fig. 6), prótesis inteligentes y sistemas de asistencia motriz (Krebs, 2006; Paterson et al., 2014; Juanes Méndez et al., 2017; Bao et al., 2019; Barrios-Muriel et al., 2020; Bautista et al., 2014). Los ingenieros de la rama industrial son clave para llevar estos avances desde el laboratorio hasta el mercado, mejorando la calidad de vida de pacientes con patologías del aparato locomotor y otras afecciones de diversos sistemas corporales. Su contribución abarca desde la conceptualización y el diseño de dispositivos hasta la mejora de la eficiencia en su producción y aplicación en entornos clínicos. Los



Figura 2. Reproducciones en 3D de piezas anatómicas para la docencia.



Figura 3. Impresora 3D Colido, modelo X3045, utilizada para el desarrollo de piezas anatómicas óseas.

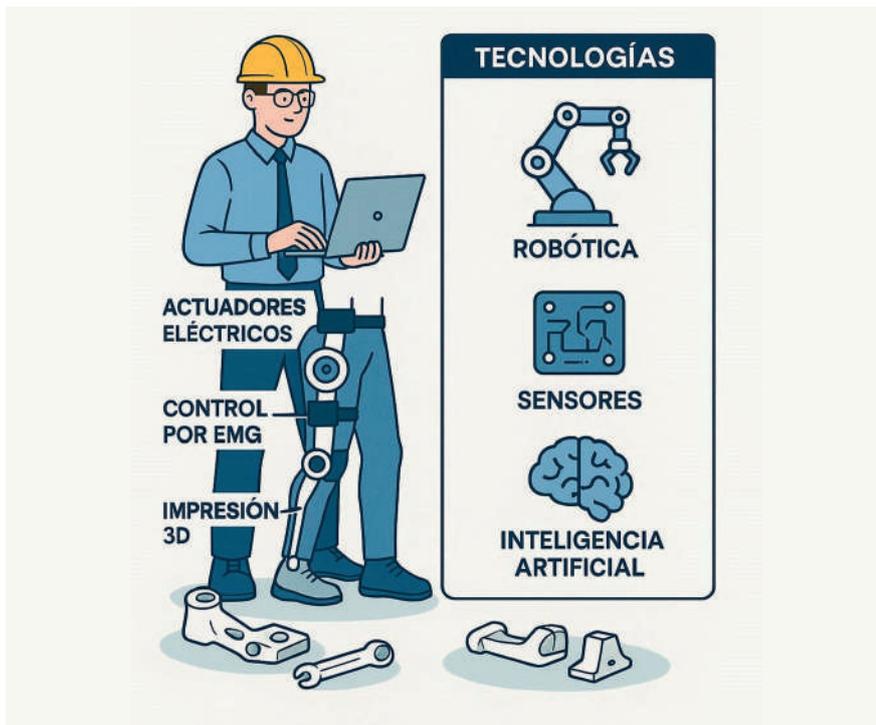


Figura 1. Esquema representativo de un ingeniero de la rama industrial en la planificación para la elaboración de dispositivos de rehabilitación. EMG: electromiografía.

ingenieros del ámbito industrial aplican principios de diseño centrado en el usuario y metodologías de optimización para crear dispositivos de rehabilitación eficientes.

Si bien profesionales médicos aportan una experiencia clínica directa con pacientes, identificando necesidades específicas de movilidad, dolor y funcionalidad, son los ingenieros industriales los que transforman estas necesidades en soluciones tecnológicas prácticas. De esta forma, la colaboración conjunta de cada uno de los profesionales permite desarrollar dispositivos de rehabilitación personalizados según el diagnóstico, el estado funcional y la evolución del paciente.

Los ingenieros aportan una visión integral en el desarrollo de tecnologías de rehabilitación, enfocándose en la funcio-

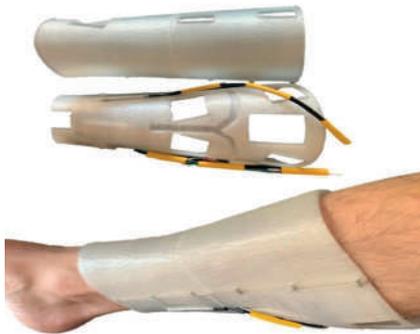


Figura 4. Férula personalizada con sensores para la detección de parámetros clínicos.



Figura 5. Ejemplo de un modelo de ortesis de rodilla.



Figura 6. Ejemplo de un modelo de exoesqueleto para las extremidades inferiores.

nalidad, accesibilidad y viabilidad económica de los dispositivos. Es decir, los ingenieros de la rama industrial no solo se

centran en la creación técnica de dispositivos, sino también en hacerlos eficientes y efectivos para mejorar la calidad de vida de personas con discapacidades motoras o neurológicas, como las derivadas de un ictus o lesiones medulares.

Entre los múltiples desarrollos de innovación tecnológica aplicada a la clínica por los ingenieros destacan los exoesqueletos y las ortesis activas y sistemas de biofeedback. (Scuderi, 2015; Tivaduiza-Burgos et al., 2019; García et al., 2002; Tehrani y Alwisy, 2021; Munih y Bajd, 2021; Medina-Quintero et al., 2022; Fan 2021). Los ingenieros pueden aplicar tecnologías como sensores, actuadores, inteligencia artificial y realidad virtual para optimizar la recuperación funcional (Schultheis y Rizzo, 2001).

Además de exoesqueletos, las tecnologías de fabricación aditiva han contribuido al desarrollo de recursos ortopédicos. La impresión 3D ha revolucionado la fabricación de dispositivos personalizados (Blaya et al., 2018; De Agustín et al., 2020; Kosar et al., 2021). Esta tecnología permite crear ortesis adaptadas a la anatomía específica de cada paciente, superando las limitaciones de los métodos tradicionales como el uso de yeso, que suelen provocar dificultades de movimiento e irritaciones cutáneas.

Además, ingenieros de la rama industrial han colaborado con especialistas en anatomía humana para generar piezas anatómicas óseas mediante tecnología de fabricación aditiva (Juanes-Méndez, et al., 2017; Ugidos Lozano et al., 2017, 2018). Estos modelos se han podido utilizar para la docencia médica y la práctica quirúrgica, permitiendo reproducir huesos deteriorados y facilitar su estudio (v. fig. 2).

El uso de recursos tecnológicos para la rehabilitación funcional bien diseñados mejora la eficiencia de las sesiones de tratamiento, lo que permite al fisioterapeuta dedicar más tiempo al análisis clínico y menos a tareas repetitivas. La ingeniería aporta herramientas para cuantificar variables como el rango articular, la fuerza, el equilibrio y la adherencia al tratamiento, lo que permite una evaluación más precisa y objetiva.

Por otra parte, la incorporación de dispositivos de gamificación, realidad virtual y retroalimentación sensorial pueden aumentar la implicación del paciente, lo que supone un factor clave en la rehabilitación. De esta forma, se podrá llevar a cabo un seguimiento individualizado, usando los datos recolec-

tados por los ingenieros para adaptar los programas terapéuticos en tiempo real, lo que mejora la eficacia del tratamiento.

Por tanto, los ingenieros industriales pueden diseñar ensayos técnicos rigurosos, mientras que los facultativos médicos prueban la eficacia clínica. Esto favorece la generación de evidencia científica que respalde nuevas intervenciones terapéuticas. Así pues, el trabajo conjunto puede derivar en innovaciones patentables y artículos científicos de gran impacto en áreas como biomecánica, neurorrehabilitación e ingeniería de tejidos.

Todos los profesionales implicados en estas tareas de rehabilitación se benefician de la exposición a otras disciplinas, mejorando su capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios y enriqueciendo su desarrollo profesional. Esto podría llevar a desarrollar programas académicos o talleres en los que estudiantes de medicina, fisioterapia y bioingeniería aprendan a trabajar en equipo desde su formación.

Un aspecto muy importante a resaltar con la generación de estos recursos de rehabilitación es su impacto económico y social, ya que al mejorar la eficacia de los tratamientos y facilitar la recuperación funcional, se disminuyen las estancias hospitalarias, las recaídas y el gasto en medicamentos. Pero, para ello, es también relevante poder desarrollar soluciones de bajo coste que lleguen a poblaciones marginadas o con pocos recursos, ampliando el acceso a servicios de rehabilitación de calidad.

METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE SOLUCIONES MÉDICAS REHABILIDADORAS

En el desarrollo de recursos tecnológicos para la rehabilitación se incluyen diversas etapas clave para su ejecución, así como la utilización de softwares y hardwares imprescindibles para la generación de los recursos tecnológicos involucrados. En este apartado se realiza un resumen de los principales pasos para la elaboración de distintos dispositivos útiles en la rehabilitación de pacientes.

En primer lugar, para obtener un modelo preciso del cuerpo o parte del cuerpo del paciente, es necesario llevar a cabo la obtención de sus datos biométricos precisos. Estos pueden obtenerse mediante métodos como escáneres 3D, o bien mediante imágenes radiológicas de tomografía computarizada y resonancia mag-

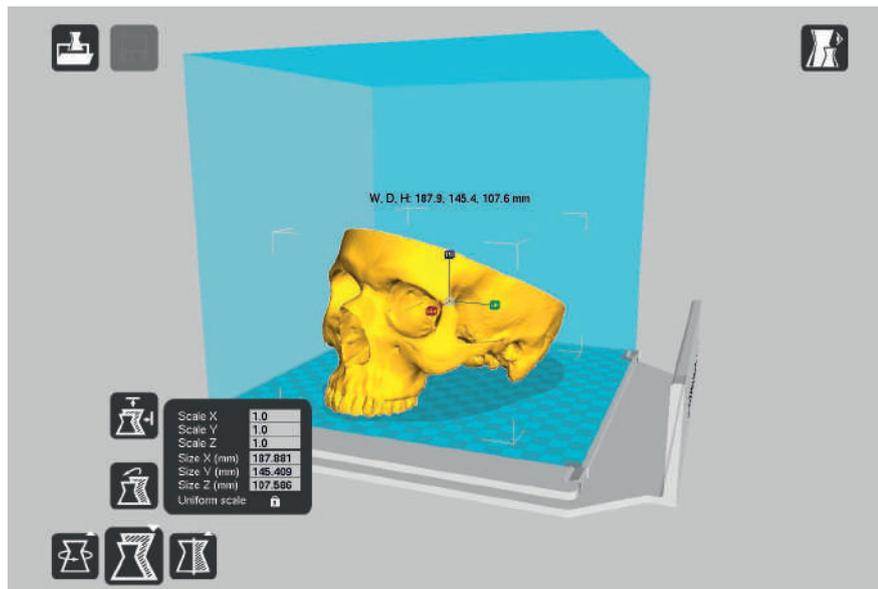


Figura 7. Software Cura, en la preparación de una pieza anatómica para su impresión 3D.

nética. A través de softwares comerciales, como OsiriX o 3D Slicer, entre muchos otros, se pueden obtener modelos 3D de la estructura anatómica deseada.

El modelo generado puede ser impreso en 3D, con materiales adecuados según la aplicación, mediante modelado por deposición fundida y/o fabricación por fusión de filamento, generalmente empleados para para ortesis, férulas, etc., con ácido poliláctico o polietileno tereftalato glicolizado, entre otros materiales.

Mediante softwares como Cura (fig. 7) o PrusaSlicer, entre otros, se preparan los archivos STL (Standard Tessellation Language) para uso médico profesional.

Finalmente, una vez construida la pieza o modelo que incorporar al paciente, se realiza el ensamblaje, el posprocesado y la validación física. Tras validar mecánicamente el diseño en condiciones biomecánicas reales, se realiza la simulación biomecánica de movimientos, cuando se incorporan sensores que monitorizan el movimiento. Se concluye con las pruebas funcionales y clínicas, es decir, ajuste, comodidad, resistencia, fatiga, movilidad, etc.

También para el diseño y la construcción de un exoesqueleto se requiere una estrecha colaboración entre ingenieros de la rama industrial y médicos rehabilitadores, ortopedistas y fisioterapeutas, lo que conlleva una metodología multidisciplinaria y rigurosa para asegurar la funcionalidad, la seguridad, la ergonomía y la eficacia clínica del dispositivo.

Una vez identificada la patología que presenta el individuo, se determinarán

los segmentos corporales que asistir. Además, será necesario obtener unos requerimientos funcionales y clínicos como el rango de movimiento, la carga soportada, la frecuencia de uso y demás.

Seguidamente, se llevará a cabo un análisis biomecánico y un estudio antropométrico de tallado, con el fin de definir fuerzas y movimientos articulares. De esta forma, se pueden identificar riesgos ergonómicos y limitaciones fisiológicas del paciente.

Se deben realizar diseños mediante bocetos, CAD (Computer Aided Design) y simulaciones preliminares. Posteriormente, se valoran los materiales más adecuados que utilizar; estos materiales podrán ser ligeros, biocompatibles y resistentes (aleaciones de aluminio, titanio, polímeros). Se deberán integrar componentes electrónicos y de control, como baterías, potenciómetros, electrogramas, etc.

Todo el equipo técnico de ingenieros de la rama industrial y personal médico facultativo llevará a cabo todo el prototipado y las pruebas de laboratorio sobre maniqués o usuarios sanos, valorando la resistencia estructural del dispositivo, el peso, la durabilidad, el confort, la adaptabilidad al usuario, etc. De esta forma, se podrán analizar los resultados obtenidos de estas pruebas para, así, rediseñar o ajustar los componentes mecánicos, electrónicos o del software y conseguir una optimización ergonómica y estética del producto elaborado. Todo ello, sin duda, mejorará su usabilidad.

Finalmente, se realizará la evaluación

bajo normativas médicas y de dispositivos electrónicos que permitan su certificación y cumplimiento normativo.

CONSIDERACIONES FINALES

Los ingenieros de la rama industrial, que integran conocimientos de mecánica, electrónica, biomecánica, robótica y ergonomía, desempeñan un papel clave en el diseño, el desarrollo y la mejora de recursos y sistemas destinados a la rehabilitación de lesiones del aparato locomotor y otras afecciones corporales de tipo neurológico. Aunque tradicionalmente se asocian más con la optimización de procesos productivos, su formación en diseño de sistemas, ergonomía, biomecánica y análisis de datos los hace valiosos en el ámbito de la ingeniería biomédica y la rehabilitación. El ingeniero tiene un perfil multidisciplinar que lo convierte en un agente clave en el desarrollo de tecnologías para la rehabilitación física. Por tanto, el trabajo de los ingenieros industriales se articula en equipos multidisciplinarios con fisioterapeutas, médicos e ingenieros biomédicos, pero con un papel clave en convertir ideas en productos funcionales, sostenibles y escalables, aportando una visión integradora entre la tecnología, el diseño ergonómico y la eficiencia productiva.

Los ingenieros de la rama industrial, junto con profesionales de disciplinas médicas, desempeñan un papel fundamental y multifacético en la concepción, el desarrollo y la fabricación de recursos tecnológicos avanzados para la rehabilitación de alteraciones del aparato locomotor y otras patologías de tipo neurológico.

La industria 4.0 está impulsando nuevas tecnologías innovadoras en este sector, incluyendo aprendizaje automático e inteligencia artificial para optimizar los procesos de fabricación.

Por otra parte, como ha quedado suficientemente reflejado en este texto, el desarrollo efectivo de tecnologías para rehabilitación requiere una estrecha colaboración entre ingenieros de la rama industrial y profesionales sanitarios. Un ejemplo de esta integración se evidencia en el perfil profesional solicitado por empresas del sector, que buscan ingenieros con experiencia en entornos preclínicos y desarrollo de dispositivos médicos, valorando específicamente la interacción con cirujanos y el trabajo en quirófano, así como conocimientos de anatomía y fisiología.

Esta colaboración multidisciplinar

resulta fundamental para ajustar parámetros terapéuticos adecuados y garantizar que los dispositivos satisfagan las necesidades reales de pacientes y terapeutas.

El desarrollo de dispositivos médicos requiere un enfoque integral que abarca desde el diseño y el desarrollo de prototipos funcionales hasta la validación preclínica. Los ingenieros especializados en este campo gestionan proyectos de I+D+i, diseñan y ejecutan estudios de validación, analizan resultados y toman medidas correctoras cuando es necesario. Este enfoque integral también incluye conocimientos del entorno regulatorio y normativo específico para dispositivos médicos, y resulta fundamental para navegar eficazmente por los complejos procesos de certificación y autorización.

Las tendencias futuras en este campo de la rehabilitación apuntan hacia dispositivos más inteligentes, personalizados y ecológicamente sostenibles, con interfaces neuronales más intuitivas y materiales con propiedades programables. Para materializar estas innovaciones, seguirá siendo esencial el enfoque multidisciplinar, en el que los ingenieros del ámbito industrial colaboran estrechamente con profesionales sanitarios para mejorar continuamente la calidad de vida de pacientes con disfunciones neuromotoras.

En suma, la ingeniería es la columna vertebral que convierte las ideas en dispositivos de rehabilitación fiables y disponibles a escala global, mejorando la independencia funcional y la calidad de vida de millones de pacientes con patologías físicas y cognitivas.

AGRADECIMIENTO

Se expresa un agradecimiento especial al profesor Dr. D. Fernando Blaya Haro, del Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (Madrid), por la estrecha colaboración que nos une en el desarrollo de diferentes diseños industriales para el campo sanitario.

BIBLIOGRAFÍA

Bao G, Pan L, Fang H, Wu X, Yu H, Cai S, Wan Y (2019). Academic review and perspectives on robotic exoskeletons. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 27(11), 2294-2304.

Barrios-Muriel J, Romero-Sánchez F, Alonso-Sánchez FJ, Salgado DR (2020). Advances in orthotic and

prosthetic manufacturing: a technology review. *Materials*, 13(2), 295.

Bautista ZIB, Espinosa H, Domínguez JÁM (2024). Diseño e Implementación de un Exoesqueleto Mecatrónico Programable para Rehabilitación de Miembro Superior. *Boletín Científico INVESTIGIUM de la Escuela Superior de Tizayuca*, 10, 1-8.

Blaya F, SanPedro P, López J, D'Amato R, Soriano E, Juanes-Méndez JA (2018). Design of an Orthopedic Product by Using Additive Manufacturing Technology: The Arm Splint. *J Med Syst* 42: 54.

Bronzino JD, Peterson DR (2006). Rehabilitation engineering technologies: Principles of application. In *Biomedical Engineering Fundamentals* (pp. 1299-1312). CRC Press.

Cooper RA (1995). Rehabilitation engineering applied to mobility and manipulation. CRC Press.

De Agustín Del Burgo JM, Blaya Haro F, D'Amato R, Juanes-Méndez JA (2020). Development of a Smart Splint to Monitor Different Parameters during the Treatment Process. *Sensors*, 20, 4207; pp:1-14

DiGiovine CP, Donahue M, Bahr P, Bresler M, Klaesner J, Pagadala R, Grott R (2023). Rehabilitation engineers, technologists, and technicians: Vital members of the assistive technology team. *Assistive Technology*, 35(1), 23-34.

Fan L (2021). Usage of narrowband internet of things in smart medicine and construction of robotic rehabilitation system. *IEEE Access*, 10, 6246-6259.

García C, Abraham DM, Gokhale S, Iseley T (2002). Rehabilitation alternatives for concrete and brick sewers. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 7(4), 164-173.

Juanes Méndez JA, Blaya Haro F, Ugidos Lozano MT (2017). Contribution of industrial engineering in the development of bone materials for medical training. *Técnica Industrial*: 316: 36-40.

Kosar T, Lu Z, Mernik M, Horvat M, repinšek M (2021). A case study on the design and implementation of a platform for hand rehabilitation. *Applied Sciences*, 11(1), 389.

Krebs HI, Hogan N, Duffee W, Herr H (2006). Rehabilitation robotics, orthotics, and prosthetics. Textbook

of neural repair and rehabilitation, 2, 165-181.

Medina-Quintero EH, Aquino-Arroba SM, Novillo-Andrade GG, Pozo-Safla ER, Choto-Chariguaman LS (2022). Exoesqueleto rehabilitador del dedo índice. *Polo del Conocimiento*, 7(3).

Munih M, Bajd T (2011). Rehabilitation robotics. *Technology and Health Care*, 19(6), 483-495.

Paterson AMJ, Bibb RJ, Campbell RI (2014). Orthotic rehabilitation applications. Medical modelling: the application of advanced design and rapid prototyping techniques in medicine. New York: Woodhead Publishing, 283.

Schultheis MT, Rizzo AA (2001). The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation psychology*, 46(3), 296.

Scuderi G (2015). Adaptive building exoskeletons: A biomimetic model for the rehabilitation of social housing. *ArchNet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 9(1), 134.

Staros A (1984). Rehabilitation engineering and the growth of prosthetics/orthotics practice. *International rehabilitation medicine*, 6(2), 79-84.

Szeto A (2005). Rehabilitation engineering and assistive technology. In *Introduction to biomedical engineering* (pp. 211-254). Academic Press.

Tehrani BM, Alwisy A (2021). Assessment of Exoskeletons for the Rehabilitation of Industrialized Construction Workforce. In *Computing in Civil Engineering* (pp. 313-320).

Tibaduiza-Burgos DA, Aya-Parra PA, Anaya-Vejar M (2019). Exoesqueleto para rehabilitación de miembro inferior con dos grados de libertad orientado a pacientes con accidentes cerebrovasculares. *Inge Cuc*, 15(2), 36-47.

Ugidos Lozano MT, Blaya Haro F, Molino Díaz C, Manzoor S, Ferrer Ugidos G, Juanes-Mendez JA (2017). 3D Digitization and Prototyping of the Skull for Practical Use in the Teaching of Human Anatomy. *J Med Syst* 41:83.

Ugidos Lozano MT, Blaya Haro F, Ruggiero A, Manzoor S, Menendez-Pidal N, Juanes-Méndez JA (2018). Different Digitalization Techniques for 3D Printing of Anatomical Pieces. *J Med Syst* 42: 46.

Producción de hidrógeno mediante ciclos termoquímicos basados en perovskitas empleando corrientes térmicas de centrales nucleares

Hydrogen production through thermochemical cycles based on perovskites using thermal flows from nuclear power plants

Iván Brigidano¹, Alejandro Pérez¹, Juan Ángel Botas^{1,2}

Resumen

El crecimiento demográfico e industrial ha intensificado la crisis energética global, ha impulsado el uso masivo de combustibles fósiles y ha generado cuantiosas emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Para mitigar el cambio climático, se impulsa una transición hacia una economía energética baja en carbono en la que el hidrógeno (H₂) tiene un papel clave como vector energético. La combustión de H₂ no genera emisiones de CO₂, pero debe producirse a partir de compuestos como agua o biomasa y utilizando una fuente de energía.

Entre las tecnologías emergentes destaca la producción de H₂ mediante ciclos termoquímicos, que disocian agua aprovechando calor de fuentes como centrales termosolares o nucleares de cuarta generación. En particular, los ciclos de óxidos metálicos no estequiométricos permiten operar a temperaturas moderadas (800-1.100 °C), y las perovskitas son materiales prometedores por su gran eficiencia y ciclabilidad.

La Universidad Rey Juan Carlos ha investigado perovskitas como LSCF-6428, ha optimizado las etapas de reducción térmica e hidrólisis y ha propuesto un diseño de reactores en paralelo para producción continua. En condiciones ideales, una planta de 60 MW podría producir hasta 1,67·10⁸ m³(STP)/año de H₂, lo que reduciría en el 98% las emisiones de CO₂ frente al reformado convencional de gas natural con vapor de agua.

Palabras clave

Hidrógeno, ciclos termoquímicos, perovskitas, energía nuclear y reactores de IV.

Abstract

Population and industrial growth have intensified the global energy crisis, driving the massive use of fossil fuels and generating significant CO₂ emissions. To mitigate climate change, a transition to a low-carbon energy economy is being promoted, where hydrogen (H₂) plays a key role as an energy carrier. H₂ does not emit CO₂ when burned, but must be produced from compounds such as water or biomass, using an energy source.

Emerging technologies include the production of H₂ through thermochemical cycles, which split water by employing heat from sources such as solar thermal power plants or fourth-generation nuclear power plants. In particular, non-stoichiometric metal oxide cycles allow operation at moderate temperatures (800-1,100 °C), with perovskite materials being promising due to their high efficiency and cyclability.

Universidad Rey Juan Carlos has investigated perovskites such as the LSCF-6428, optimizing the thermal reduction and hydrolysis steps and proposing a parallel reactors design for continuous production. Under ideal conditions, a 60 MW plant could produce up to 1.67·10⁸ m³(STP)/year of H₂, reducing emissions by 98 % compared to conventional steam reforming of natural gas.

Keywords

Hydrogen, thermochemical cycles, perovskites, nuclear energy, and generation IV reactors.

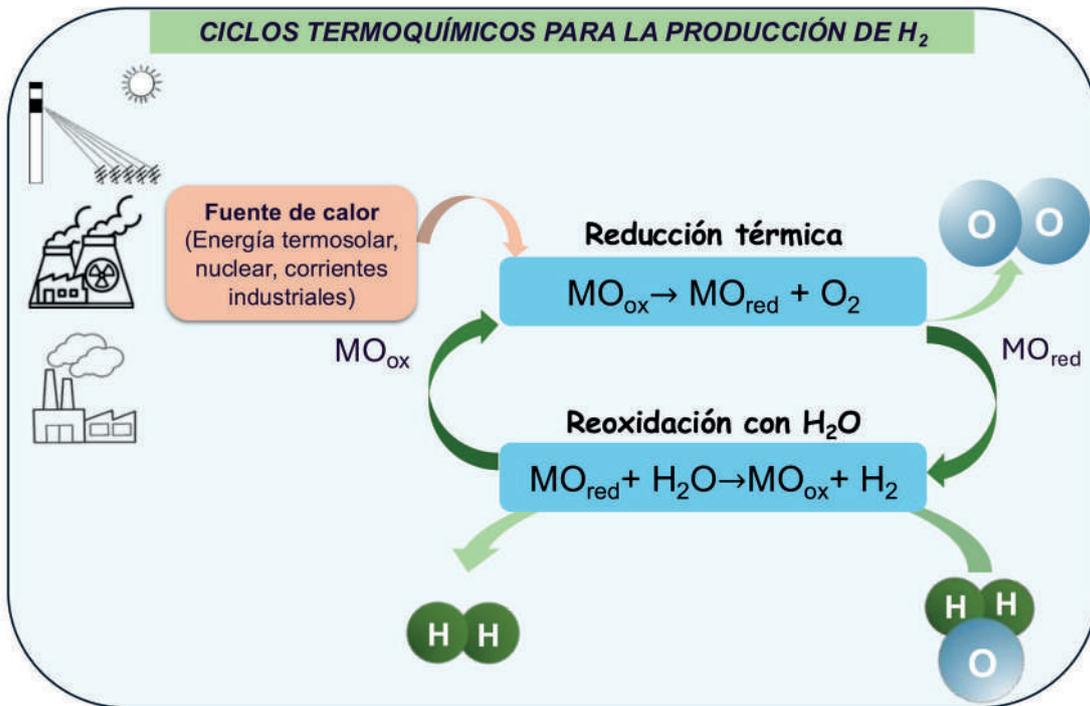
Recibido/received: 19/06/2025

Aceptado/accepted: 03/07/2025

(1) Grupo de Ingeniería Química y Ambiental, Universidad Rey Juan Carlos. c/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles, Madrid, España.

(2) Instituto de Investigación de Tecnologías para la Sostenibilidad, Universidad Rey Juan Carlos. c/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles, Madrid, España.

Autores para correspondencia: Iván Brigidano Pérez, e-mail: i.brigidano.2018@alumnos.urjc.es; Alejandro Pérez Domínguez, e-mail: alejandro.perezd@urjc.es.



Ciclos termoquímicos para la producción de H₂

El mundo se encuentra actualmente en una situación energética crítica, debido principalmente al crecimiento exponencial de la población y del sector industrial. Esta demanda se cubre en gran medida con combustibles de origen fósil. De su uso masivo derivan las altas emisiones de dióxido de carbono (CO₂) registradas en los últimos años, con valores cercanos a las 37,4 Gt en 2023 (Agencia Internacional de la Energía, 2024a). Este CO₂ es uno de los principales gases de efecto invernadero de origen antropogénico y responsable del cambio climático. Por ello, uno de los mayores retos a los que se enfrenta la sociedad es realizar una transición energética hacia una economía neutra en carbono que pueda mitigar estos problemas.

Bajo este preocupante contexto, la Organización de las Naciones Unidas adoptó en 2015 los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con el objetivo de reducir las consecuencias negativas del cambio climático. Posteriormente, en 2019, la Unión Europea propuso el Pacto Verde Europeo, en el que se apuesta decididamente por una economía basada en las energías renovables y sostenibles. Entre estos objetivos, el H₂ tiene un gran potencial como vector energético, capaz

de almacenar energía y contribuir a descarbonizar los procesos industriales que no puedan ser electrificados (Morante et al., 2020). En esta línea, España ha apostado por el H₂ y ha desarrollado la hoja de ruta del hidrógeno renovable con objetivos claros para su expansión y adopción en el ámbito nacional.

La combustión de H₂ no produce

emisiones de CO₂ ni de otros contaminantes atmosféricos, por lo que resulta de gran interés en la transición energética hacia una economía neutra en carbono. Sin embargo, el H₂ molecular no se encuentra libre en el planeta, por lo que debe obtenerse a partir de materias primas que lo contengan, como la biomasa y el agua (H₂O) y una fuente de energía adicio-

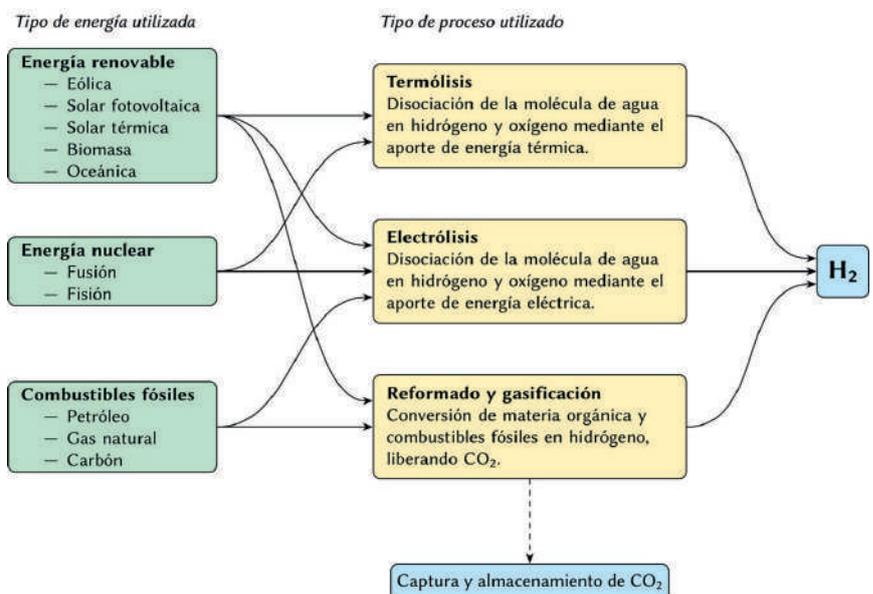


Figura 1. Principales rutas de producción de hidrógeno industrial (adaptada del Centro Nacional del Hidrógeno, 2017).

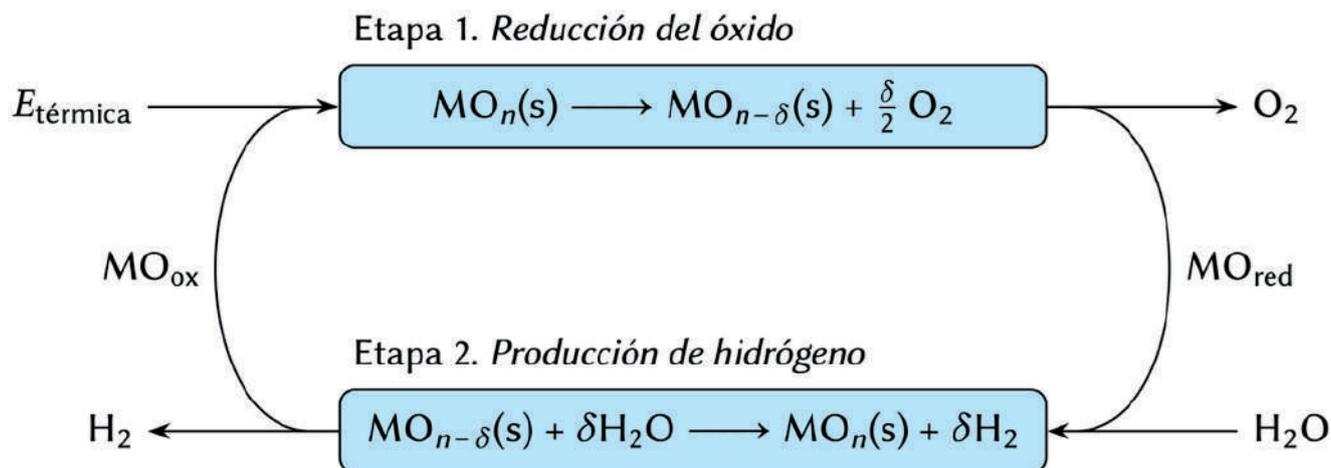


Figura 2. Esquema de un ciclo termoqu\u00edmico de dos etapas basado en \u00f3xidos met\u00e1licos no estequiom\u00e9tricos $\text{MO}_n/\text{MO}_{n-\delta}$

nal. En la figura 1 se indican las principales rutas de producci\u00f3n de H_2 .

Los procesos de producci\u00f3n de hidr\u00f3geno se pueden clasificar seg\u00fan el tipo de materia prima empleada y las emisiones producidas por los procesos de obtenci\u00f3n. El Ministerio para la Transici\u00f3n Ecol\u00f3gica y el Reto Demogr\u00e1fico considera la siguiente clasificaci\u00f3n (2024):

- Hidr\u00f3geno verde. Producido mediante electr\u00f3lisis empleando electricidad de origen renovable y agua. Se incluye tambi\u00e9n en esta categor\u00eda el hidr\u00f3geno obtenido por reformado de biog\u00e1s con vapor de agua.
- Hidr\u00f3geno gris. Producido a partir de gas natural u otros hidrocarburos ligeros.
- Hidr\u00f3geno azul. Similar al hidr\u00f3geno gris, pero mediante t\u00e9cnicas de captura, almacenamiento y utilizaci\u00f3n de di\u00f3xido de carbono, con reducci\u00f3n de las emisiones hasta del 95%.
- Hidr\u00f3geno rosa. Producido mediante electr\u00f3lisis empleando electricidad de origen nuclear.

Actualmente, los procesos que m\u00e1s se est\u00e1n desarrollando para la producci\u00f3n de H_2 , libre de emisiones de CO_2 , son los que se basan en la disociaci\u00f3n de la mol\u00e9cula de H_2O (Agencia Internacional de la Energ\u00eda, 2024b). Esta disociaci\u00f3n puede realizarse mediante la aplicaci\u00f3n de energ\u00eda el\u00e9ctrica (procesos electroqu\u00edmicos) o mediante energ\u00eda t\u00e9rmica (procesos termoqu\u00edmicos). Estos \u00faltimos tienen la ventaja de que pueden aprovechar directamente la energ\u00eda t\u00e9rmica de

una central termosolar, pueden realizarse mediante cogeneraci\u00f3n con corrientes t\u00e9rmicas de una central nuclear o mediante corrientes de calor residual de procesos industriales que a\u00fan tengan un nivel t\u00e9rmico adecuado, por lo que aumenta la eficiencia energ\u00e9tica global del proceso.

Para llevar a cabo la disociaci\u00f3n directa de H_2O utilizando energ\u00eda t\u00e9rmica (term\u00f3lisis de H_2O) se requieren temperaturas superiores a $2.500\text{ }^\circ\text{C}$, y apenas se alcanza el 25% de conversi\u00f3n en estas condiciones, lo que limita su desarrollo tecnol\u00f3gico (Fern\u00e1ndez Saavedra, 2007). Alternativamente, se proponen los ciclos termoqu\u00edmicos, que requieren temperaturas inferiores, de $700\text{-}1.200\text{ }^\circ\text{C}$ (Oliveira et al., 2022). Estos ciclos pueden constar de varias etapas y tener una gran complejidad, aunque los ciclos de dos etapas han despertado un inter\u00e9s especial por su mayor sencillez. Sin embargo, su principal problema son los requisitos t\u00e9rmicos de una de las etapas, normalmente superiores a $1.200\text{ }^\circ\text{C}$.

En la figura 2 se muestra el esquema simplificado de un ciclo termoqu\u00edmico de dos etapas basado en \u00f3xidos met\u00e1licos no estequiom\u00e9tricos (MO_n). δ es el grado de reducci\u00f3n que alcanza el s\u00f3lido. En la primera etapa del ciclo se produce la reducci\u00f3n t\u00e9rmica del \u00f3xido met\u00e1lico, y se obtiene O_2 gracias al aporte de energ\u00eda t\u00e9rmica. A esta etapa le sigue, de forma c\u00edclica, una segunda etapa en la que el \u00f3xido parcialmente reducido ($\text{MO}_{n-\delta}$) reacciona con H_2O para producir H_2 (hidr\u00f3lisis) y regenerar el \u00f3xido met\u00e1lico.

Entre las diferentes ventajas de los ciclos termoqu\u00edmicos basados en \u00f3xidos met\u00e1licos, cabe destacar (Mehrpooya & Habibi, 2020; Yadav & Banerjee, 2016):

1. El H_2 y el O_2 son los productos finales del proceso global, sin que haya otros productos intermedios.
2. El H_2 y el O_2 se obtienen en dos corrientes diferenciadas e independientes. De este modo se evita su posible recombinaci\u00f3n y posibles problemas de seguridad.
3. Los \u00f3xidos met\u00e1licos pueden ser regenerados f\u00e1cilmente.
4. La corriente de H_2 obtenida es, idealmente, pura. Tambi\u00e9n lo es la corriente de O_2 obtenida, y tendr\u00e1 valor comercial.

Se han estudiado diversos materiales para los ciclos termoqu\u00edmicos basados en \u00f3xidos met\u00e1licos (p. ej., MgO , ZnO , Fe_3O_4 o CeO_2); no obstante, estos materiales a pesar de lograr producciones de H_2 prometedoras, requieren temperaturas muy elevadas para la etapa de reducci\u00f3n t\u00e9rmica ($> 1.500\text{ }^\circ\text{C}$). Por esta raz\u00f3n entran en juego los \u00f3xidos met\u00e1licos no estequiom\u00e9tricos, cuya etapa de reducci\u00f3n t\u00e9rmica ocurre a menor temperatura (del orden de $1.100\text{ }^\circ\text{C}$ o inferior). Entre estos \u00f3xidos met\u00e1licos destacan algunas perovskitas (Orfila et al., 2016). Estos materiales reciben su nombre en honor al mineral\u00f3logo ruso Lev Alekseyevich von Perovski, quien descubri\u00f3 las perovskitas naturales en 1893 en los Montes Urales (Tanaka & Misono, 2001). Las perovskitas reciben tambi\u00e9n especial atenci\u00f3n por su empleo en la

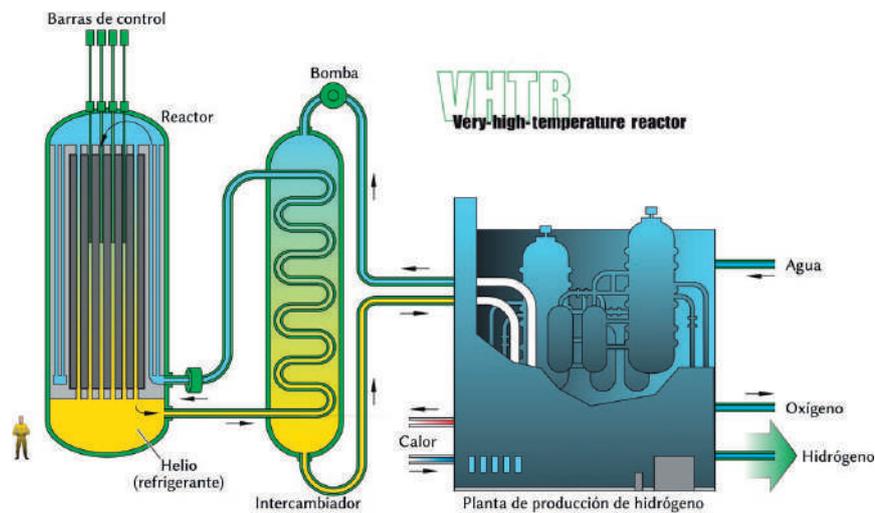


Figura 3. Esquema del acoplamiento de una planta de producción de H_2 y de un reactor nuclear tipo VHTR (adaptada de Generation IV International Forum, 2024).

fabricación de células solares (Green et al., 2014). La estequiometría más común de las perovskitas es ABO_3 . A es un metal alcalinotérreo (La, Sr, Ca, entre otros) o un lantánido y B, un metal de transición (Co, Ni, Fe, Cu, entre otros).

Con el objetivo de mejorar las propiedades químicas y físicas de las perovskitas, estas pueden sintetizarse en el laboratorio y dar lugar a estructuras con la formulación $A_{1-x}A'_x B_{1-x}B'_x O_{3+\delta}$ en las que los cationes A y B son sustituidos parcialmente por otros cationes. Las últimas investigaciones de la línea de Obtención de hidrógeno mediante ciclos termoquímicos del Grupo de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad Rey Juan Carlos (GIQA) se centran precisamente en estos compuestos, empleando perovskitas de tipo $ABO_{3+\delta}$ con diferentes formulaciones y sustituciones de metales para la producción de H_2 (Pérez et al., 2022). La fuente de energía térmica necesaria en los ciclos termoquímicos debe alcanzar temperaturas a las que se puedan llevar a cabo las dos etapas de los ciclos de reacción. En la Universidad Rey Juan Carlos se están desarrollando materiales que permiten trabajar entre $800\text{ }^\circ\text{C}$ y $1.000\text{ }^\circ\text{C}$ para poder emplearlos en centrales termosolares, mediante estrategias de cogeneración con corrientes térmicas de una central nuclear de cuarta generación o con aprovechamiento de corrientes de calor residual de procesos industriales con un nivel térmico adecua-

do.

Respecto a la producción con energía nuclear, los reactores nucleares de agua a presión o de agua en ebullición no pueden superar los $350\text{ }^\circ\text{C}$. Por este motivo, la mayoría de los reactores actualmente operativos no podrían acoplarse a una planta de producción de hidrógeno basada en ciclos termoquímicos. Sin embargo, los reactores de cuarta generación de muy alta temperatura (VHTR, del inglés *very high temperature reactor*) pueden superar los $1.000\text{ }^\circ\text{C}$ de forma segura en operación (Generation IV International Forum, 2001). Estos modelos de reactores están en desarrollo y ya han empezado a operar las primeras unidades basadas en esta tecnología. En estos reactores se genera la energía térmica mediante fisiones nucleares en el núcleo del reactor. Esta energía se transporta a un intercambiador de calor a través del circuito primario empleando helio como fluido refrigerante. En el intercambiador de calor se transfiere la energía térmica al circuito secundario para producir vapor de agua que podrá ser usado para mover una turbina y generar electricidad mediante un ciclo Rankine. Pero una parte del vapor también podría ser usada para cogenerar hidrógeno mediante ciclos termoquímicos. El diagrama de la propuesta de acoplamiento se muestra en la figura 3.

Para poder avanzar en esta línea, resulta fundamental realizar estudios de integración energética de corrientes, junto con el estudio de los

esquemas de conversión que puedan resultar adecuados en función de los materiales sólidos empleados y los niveles térmicos alcanzables. Por eso en este trabajo académico se ha realizado un estudio preliminar de optimización de las etapas de reducción térmica e hidrólisis que busca maximizar la producción de hidrógeno por ciclo de operación (Brigidano Pérez, 2023).

Los datos experimentales empleados en el estudio corresponden a la perovskita LSCF-6428 ($La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3+\delta}$) sintetizada en los laboratorios del GIQA. Para poder operar de forma continua se planteó emplear, al menos, dos reactores químicos independientes dispuestos en paralelo, de forma que cuando uno de los reactores se encuentre en la etapa de reducción térmica del óxido sólido, el otro opere en la etapa de generación de H_2 . Finalmente, con la información obtenida se ha realizado una estimación de la producción de H_2 en una unidad de 60 MW de potencia térmica, que puede llegar a alcanzar una producción de $1,67 \cdot 10^8\text{ m}^3(\text{STP})/\text{año}$. Esto supondría una importante reducción de las emisiones de CO_2 (aprox. 98 %) con respecto a la producción convencional de H_2 por reformado de gas natural con vapor de agua.

Los autores agradecen el apoyo financiero del proyecto RHYDROGENALTES (TED2021-132540B-I00 financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea Next Generation EU/PRTR, y a la Comunidad de Madrid por la financiación del proyecto ACES4NET0-CM (TEC-2024/ECO-116) mediante el programa de actividades de I+D Tecnologías 2024 y la cofinanciación del proyecto ONEHYDRO (M-2733) en el marco del Convenio Plurianual con la Universidad Rey Juan Carlos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional de la Energía (2024a). CO_2 emissions in 2023. <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2023>.
- Agencia Internacional de la Energía (2024b). Global Hydrogen Review 2024. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024>.
- Brigidano Pérez, I. (2023). Producción

- de hidrógeno mediante ciclos termoquímicos usando energía nuclear [Trabajo de fin de grado de Ingeniería Química, Universidad Rey Juan Carlos, junio 2023].
- Centro Nacional del Hidrógeno (2017). Producción de hidrógeno. <https://divulgah2.es/aprende-sobre/hidrogeno/produccion/>
- Fernández Saavedra, R. (2007). Revisión bibliográfica sobre la producción de hidrógeno solar mediante ciclos termoquímicos. Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).
- Generation IV International Forum (2001). Generation IV Goals. https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_9502/generation-iv-goals.
- Generation IV International Forum (2024). Very High Temperature Reactor (VHTR). <https://www.gen-4.org/generation-iv-criteria-and-technologies/very-high-temperature-reactor-vhtr>.
- Green, M. A., Ho-Baillie, A., & Snith, H. J. (2014). The emergence of perovskite solar cells. *Nature Photonics*, 8(7), 506-514. <https://doi.org/10.1038/nphoton.2014.134>.
- Mehrpooya, M., & Habibi, R. (2020). A review on hydrogen production thermochemical water-splitting cycles. *Journal of Cleaner Production*, 275, 123836. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123836>.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2024). Sitio web del hidrógeno. <https://www.miteco.gob.es/es/energia/hidrocarburos-nuevos-combustibles/hidrogeno.html>.
- Morante, J. R., Andreu, T., García, G., Guilera, J., Tarancón, A., & Torrell, M. (2020). Hidrógeno: Vector energético de una economía descarbonizada. Fundación Naturgy.
- Oliveira, M. C., Iten, M., & Matos, H. A. (2022). Review of Thermochemical Technologies for Water and Energy Integration Systems: Energy Storage and Recovery. *Sustainability (Switzerland)*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/su14127506>
- Orfila, M., Linares, M., Molina, R., Botas, J. Á., Sanz, R., & Marugán, J. (2016). Perovskite materials for hydrogen production by thermochemical water splitting. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(42), 19329-19338. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.07.041>.
- Pérez, A., Orfila, M., Linares, M., Sanz, R., Marugán, J., Molina, R., & Botas, J. A. (2022). Hydrogen production by thermochemical water splitting with $\text{La}_{0.8}\text{Al}_{0.2}\text{MeO}_{3\pm\delta}$ (Me = Fe, Co, Ni and Cu) perovskites prepared under controlled pH. *Catalysis Today*, 390-391, 22-33. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2021.12.014>.
- Tanaka, H., & Misono, M. (2001). Advances in designing perovskite catalysts. *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, 5(5), 381-387. [https://doi.org/10.1016/S1359-0286\(01\)00035-3](https://doi.org/10.1016/S1359-0286(01)00035-3).
- Yadav, D., & Banerjee, R. (2016). A review of solar thermochemical processes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 497-532. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.026>.

Técnica Industrial, fundada en 1952 y editada por la Fundación Técnica Industrial, se define como una publicación técnica de periodicidad cuatrimestral en el ámbito de la ingeniería industrial. Publica tres números al año (marzo, julio y noviembre) y tiene una versión digital accesible en www.tecnicaindustrial.es. Los contenidos de la revista se estructuran en torno a un núcleo principal de artículos técnicos relacionados con la ingeniería, la industria y la innovación, que se complementa con información de la actualidad científica y tecnológica y otros contenidos de carácter profesional y humanístico.

Técnica Industrial. Revista de Ingeniería, Industria e Innovación pretende ser eco y proyección del progreso de la ingeniería industrial en España y Latinoamérica, y, para ello, impulsa la excelencia editorial tanto en su versión impresa como en la digital. Para garantizar la calidad de los artículos técnicos, su publicación está sometida a un riguroso sistema de revisión por pares (*peer review*). La revista asume las directrices para la edición de revistas científicas de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (Fecyt) y las del International Council of Scientific Unions (ICSU), con el fin de facilitar su indización en las principales bases de datos y ofrecer así la máxima visibilidad y el mayor impacto científico de los artículos y sus autores.

Técnica Industrial considerará preferentemente para su publicación los trabajos más innovadores relacionados con la ingeniería industrial. Todos los artículos técnicos remitidos deben ser originales, inéditos y rigurosos, y no deben haber sido enviados simultáneamente a otras publicaciones. Sus autores son los únicos responsables de las afirmaciones vertidas en los artículos. Todos los originales aceptados quedan como propiedad permanente de *Técnica Industrial*, y no podrán ser reproducidos en parte o totalmente sin su permiso. El autor cede, en el supuesto de publicación de su trabajo, de forma exclusiva a la Fundación Técnica Industrial, los derechos de reproducción, distribución, traducción y comunicación pública (por cualquier medio o soporte sonoro, audiovisual o electrónico) de su trabajo.

Tipos de artículos La revista publica artículos originales (artículos de investigación que hagan alguna aportación teórica o práctica en el ámbito de la revista), de revisión (artículos que divulguen las principales aportaciones sobre un tema determinado), de innovación (artículos que expongan nuevos procesos, métodos o aplicaciones o bien aporten nuevos datos técnicos en el ámbito de la ingeniería industrial) y de opinión (comentarios e ideas sobre algún asunto relacionado con la ingeniería industrial). Además, publica un quinto tipo de artículos, el dossier, un trabajo de revisión sobre un tema de interés encargado por la revista a expertos en la materia.

Redacción y estilo El texto debe ser claro y ajustarse a las normas convencionales de redacción y estilo de textos técnicos y científicos. Se recomienda la redacción en impersonal. Los autores evitarán el abuso de expresiones matemáticas y el lenguaje muy especializado, para así facilitar la comprensión de los no expertos en la materia. Las mayúsculas, negritas, cursivas, comillas y demás recursos tipográficos se usarán con moderación, así como las siglas (para evitar la repetición excesiva de un término de varias palabras se podrá utilizar una sigla a modo de abreviatura, poniendo entre paréntesis la abreviatura la primera vez que aparezca en el texto). Las unidades de medida utilizadas y sus abreviaturas serán siempre las del sistema internacional (SI).

Estructura Los trabajos constarán de tres partes diferenciadas:

1. Presentación y datos de los autores. El envío de artículos debe hacerse con una carta (o correo electrónico) de presentación que contenga lo siguiente: 1.1 Título del artículo; 1.2 Tipo de artículo (original, revisión, innovación y opinión); 1.3 Breve explicación del interés del mismo; 1.4 Código Unesco de cuatro dígitos del área de conocimiento en la que se incluye el artículo para facilitar su revisión (en la página web de la revista figuran estos códigos); 1.5 Nombre completo, correo electrónico y breve perfil profesional de todos los autores (titulación y posición laboral actual, en una extensión máxima de 300 caracteres con espacios); 1.6 Datos de contacto del autor principal o de correspondencia (nombre completo, dirección postal, correo electrónico, teléfonos y otros datos que se consideren necesarios). 1.7 La cesión de los derechos al editor de la revista. 1.8 La aceptación de estas normas de publicación por parte de los autores.

2. Texto. En la primera página se incluirá el título (máximo 60 caracteres con espacios), resumen (máximo 250 palabras) y 4-8 palabras clave. Se recomienda que el título, el resumen y las palabras clave vayan también en inglés. Los artículos originales deberán ajustarse en lo posible a esta estructura: introducción, material y métodos, resultados, discusión y/o conclusiones,

que puede reproducirse también en el resumen. En los artículos de revisión, innovación y opinión se pueden definir los apartados como mejor convenga, procurando distribuir la información entre ellos de forma coherente y proporcionada. Se recomienda numerar los apartados y subapartados (máximo tres niveles: 1, 1.2, 1.2.3) y denominarlos de forma breve.

1.1 Introducción. No debe ser muy extensa pero debe proporcionar la información necesaria para que el lector pueda comprender el texto que sigue a continuación. En la introducción no son necesarias tablas ni figuras.

1.2 Métodos. Debe proporcionar los detalles suficientes para que una experiencia determinada pueda repetirse.

1.3 Resultados. Es el relato objetivo (no la interpretación) de las observaciones efectuadas con el método empleado. Estos datos se expondrán en el texto con el complemento de las tablas y las figuras.

1.4 Discusión y/o conclusiones. Los autores exponen aquí sus propias reflexiones sobre el tema y el trabajo, sus aplicaciones, limitaciones del estudio, líneas futuras de investigación, etcétera.

1.5 Agradecimientos. Cuando se considere necesario se citará a las personas o instituciones que hayan colaborado o apoyado la realización de este trabajo. Si existen implicaciones comerciales también deben figurar en este apartado.

1.6 Bibliografía. Las referencias bibliográficas deben comprobarse con los documentos originales, indicando siempre las páginas inicial y final. La exactitud de estas referencias es responsabilidad exclusiva de los autores. La revista adopta el sistema autor-año o estilo Harvard de citas para referenciar una fuente dentro del texto, indicando entre paréntesis el apellido del autor y el año (Apple, 2000); si se menciona más de una obra publicada en el mismo año por los mismos autores, se añade una letra minúscula al año como ordinal (2000a, 2000b, etcétera). La relación de todas las referencias bibliográficas se hará por orden alfabético al final del artículo de acuerdo con estas normas y ejemplos:

1.6.1 Artículo de revista: García Arenilla I, Aguayo González F, Lama Ruiz JR, Soltero Sánchez VM (2010). Diseño y desarrollo de interfaz multifuncional holónica para audioguía de ciudades. *Técnica Industrial* 289: 34-45.

1.6.2 Libro: Roldán Vilorio J (2010). *Motores trifásicos. Características, cálculos y aplicaciones*. Paraninfo, Madrid. ISBN 978-84-283-3202-6.

1.6.3 Material electrónico: Anglia Ruskin University (2008). University Library. Guide to the Harvard Style of Referencing. Disponible en: http://libweb.anglia.ac.uk/referencing/files/Harvard_referencing.pdf. (Consultado el 1 de diciembre de 2010).

3. Tablas y figuras. Deben incluirse solo las tablas y figuras imprescindibles (se recomienda que no sean más de una docena). Las fotografías, gráficas e ilustraciones se consideran figuras y se referenciarán como tales. El autor garantiza, bajo su responsabilidad, que las tablas y figuras son originales y de su propiedad. Todas deben ir numeradas, referenciadas en el artículo (ejemplo: tabla 1, figura 1, etc.) y acompañadas de un título explicativo. Las figuras deben ser de alta resolución (300 ppp), y sus números y leyendas de un tamaño adecuado para su lectura e interpretación. Con independencia de que vayan insertas en el documento del texto, cada figura debe remitirse, además, en un fichero aparte con la figura en su formato original para que puedan ser editados los textos y otros elementos.

Extensión Para los artículos originales, de revisión y de innovación, se recomienda que la extensión del texto no exceda las 15 páginas de 30 líneas a doble espacio (letra Times de 12 puntos; unas 5.500 palabras, 32.000 caracteres con espacios). No se publicarán artículos por entregas.

Entrega Los autores remitirán sus artículos a través del enlace *Envío de artículos* de la página web de la revista (utilizando el formulario de envío de artículos técnicos), en el que figuran todos los requisitos y campos que se deben rellenar; de forma alternativa, se pueden enviar al correo electrónico cogiti@cogiti.es. Los autores deben conservar los originales de sus trabajos, pues el material remitido para su publicación no será devuelto. La revista acusará recibo de los trabajos remitidos e informará de su posterior aceptación o rechazo, y se reserva el derecho de acortar y editar los artículos.

Técnica Industrial no asume necesariamente las opiniones de los textos firmados y se reserva el derecho de publicar cualquiera de los trabajos y textos remitidos (informes técnicos, tribunas, información de colegios y cartas al director), así como el de resumirlos o extraerlos cuando lo considere oportuno. Los autores de las colaboraciones garantizan, bajo su responsabilidad, que las fotos, tablas y figuras son originales y de su propiedad.

Certificados de ahorro energético. Acceso a la financiación en actuaciones en ahorro de energía final reduciendo trabas administrativas

Energy Savings Certificates. Access to financing for final energy saving actions, reducing administrative obstacles

Antonio José Palacio Lanne-Lenne¹, Carlos Deogracias Fernández Rueda², José Manuel Gabella Carmona³

Resumen

La Unión Europea, a través de la Directiva de Eficiencia Energética 2012/27/UE, creó un marco común para fomentar la eficiencia energética dentro de la Unión y estableció acciones concretas con el fin de alcanzar un notable ahorro de energía acumulado en el periodo 2014-2020. Finalizado este, y modificada la Directiva de eficiencia energética por la Directiva (UE) 2018/2002, se definió un objetivo para España de 36.809 ktep. La nueva Directiva (UE) 2023/1791 de 13 de septiembre de 2023 actualiza dicho objetivo, estableciendo 53.593 ktep para el nuevo periodo de 2021-2030.

La Directiva de Eficiencia Energética establece que los Estados miembros puedan establecer un sistema de obligaciones o adoptando medidas alternativas.

Dentro de la alternativa al sistema de obligaciones surge el sistema de certificado de ahorro energético (CAE) para que, a través de la realización de proyectos de eficiencia energética y el impulso de un mercado en este sector, se pueda alcanzar el cumplimiento con el objetivo marcado para España para el periodo 2021-2030 con mayor facilidad, además de intentar facilitar la inversión en tecnologías de eficiencia energética.

Dentro de este nuevo mercado que se crea, los sujetos integrantes del sistema podrán comprar ahorros a aquellos que realicen proyectos en lo que se consiga ahorro en el consumo de energía final para su posterior certificación. El resultado final es que los sujetos obligados cumplen con su obligación legal de ahorro energético, pero alternativamente, ahora también se puede, de forma voluntaria, liquidar los CAE que generen o consigan en el mercado para cumplir con su obligación.

Palabras clave

Eficiencia energética, consumo de energía final, certificado de ahorro, energético (CAE), actuaciones estandarizadas, actuaciones singulares.

Abstract

The European Union, through the Energy Efficiency Directive 2012/27/EU, created a common framework to promote energy efficiency within the Union and established concrete actions in order to achieve notable accumulated energy savings in the period 2014-2020.

Once this period has ended, and the Energy Efficiency Directive had been modified by Directive (EU) 2018/2002, a new savings objective of 36,809 ktoe was defined for Spain. The new Directive (EU) 2023/1791 of 13 September 2023 updates this savings objective, establishing 53,593 ktoe for the new period 2021-2030. The Energy Efficiency Directive establishes that Member States can establish a system of obligations or adopt alternative measures.

Within the alternative to the system of obligations, the CAE system arises so that, through the implementation of energy efficiency projects and the promotion of a market in this sector, compliance with the objective set for Spain for the period 2021-2030 can be achieved more easily, in addition to trying to facilitate investment in energy efficiency technologies.

Within this new market that is created, the subjects that are members of the system will be able to buy savings from those who carry out projects in which savings are achieved in final energy consumption for subsequent certification. The final result is that the obligated subjects comply with their legal obligation to save energy, but alternatively, they can now also voluntarily liquidate the CAE they generate or obtain on the market to comply with their obligation.

Keywords

Energy efficiency, final energy consumption, energy savings certificate, standardized actions, singular actions.

Recibido/received: 03/02/2025. Aceptado/accepted: 13/05/2025.

(1) Jefe del Servicio de Energía en la Secretaría General de Energía de la Consejería de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía.

(2) Jefe del Departamento de Ahorro y Eficiencia Energética en la Secretaría General de Energía de la Consejería de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía.

(3) Asesor técnico del Departamento de Ahorro y Eficiencia Energética en la Secretaría General de Energía de la Consejería de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía.

Autor para correspondencia: Antonio José Palacio Lanne-Lenne (antonioj.palacio@juntadeandalucia.es); Carlos Deogracias Fernández Rueda (carlosd.fernandez@juntadeandalucia.es); José Manuel Gabella Carmona (josem.gabella@juntadeandalucia.es)



Foto: Shutterstock.

INTRODUCCIÓN

La Ley 18/2014, de 15 de octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia, en su articulado, creaba el sistema nacional de obligaciones en materia de eficiencia energética (SNOEE), con una duración máxima, en principio, hasta el 31 de diciembre de 2030, en concordancia con la Directiva 2012/27/UE, modificada por la Directiva (UE) 2018/2002, para el periodo 2021-2030.

El objetivo de la creación de este sistema nacional de obligaciones es la asignación a las empresas comercializadoras de gas y electricidad, a los operadores de productos petrolíferos al por mayor y a los operadores de gases licuados del petróleo al por mayor, sujetos obligados así definidos por la propia ley, de una cuota anual de ahorro energético que se denomina obligaciones de ahorro. La propia Ley 18/2014 crea igualmente el Fondo Nacional de Eficiencia Energética (FNEE) con el objetivo de financiar las iniciativas nacionales en eficiencia energética.

Creados, por un lado, las obligaciones de ahorro de los sujetos obligados y, por otro, el Fondo Nacional de Eficiencia Energética, se regula el cumplimiento de dichas obligaciones de ahorro mediante una contribución financiera al FNEE por un importe resultante de multiplicar las obligaciones de ahorro de un sujeto obligado por la equivalencia financiera que reglamentariamente se establezca (Fig. 1).

Dotado económicamente este fondo nacional, se dedicará a la financiación de mecanismos de apoyo económico, financiero, asistencia técnica, formación, información y otras medidas con el fin de aumentar la eficiencia energética en diferentes sectores. Esto da lugar a varias líneas de ayudas y subvenciones en esta materia actualmente.

Con la entrada en vigor en el año 2023 de un sistema de certificados de ahorro energético (CAE), dentro de ámbito del SNOEE, se posibilita el establecimiento de un mecanismo de acreditación de la consecución de ahorros anuales de energía, y con el que también se intenta conseguir:

- Flexibilizar la forma en la que los sujetos obligados dan cumplimiento a sus obligaciones de ahorro de energía final, lo que permite que toda o parte de su obligación anual se pueda cumplir mediante la realización de actuaciones en materia de eficiencia energética.
- Posibilitar que los sujetos obligados puedan hacer frente a sus obligaciones en el marco del SNOEE al menor coste posible.
- Mejorar la eficiencia del SNOEE, facilitando el cumplimiento del objetivo nacional de ahorro de energía final.
- Contabilizar los ahorros generados como consecuencia de actuaciones en materia de eficiencia energética ejecutadas por entidades privadas, sean sujetos obligados del SNOEE o no, y que, como consecuencia del cumplimiento del principio de materialidad exigido por la Directiva de Eficiencia Energética, hasta ahora no han podido ser tenidos en cuenta.
- Ofrecer la oportunidad a los consumidores finales de beneficiarse

$$\text{Ventas de energía del sujeto obligado (año } n - 2) \times \left(\frac{\text{Promedio del objetivo de ahorro anual 2015 - 2020}}{\text{Promedio del volumen de ventas de todos los sujetos obligados 2015 - 2020}} \right) \times C$$

Figura 1. Artículo 70, Ley 18/2014, de 15 de octubre de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia.

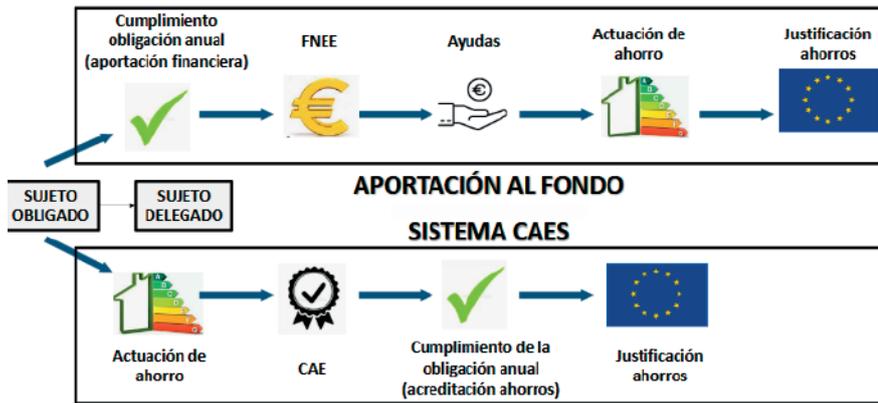


Figura 2. Presentación general sistema CAE, página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

económicamente de las medidas de ahorro y eficiencia energética implantadas, no solo por la disminución de los costes de su factura energética, sino también por la monetización de los ahorros energéticos conseguidos. Ello implicará, además, un efecto dinamizador, y pueden ser los propios consumidores finales los que demanden actuaciones en materia de eficiencia energética (Fig. 2).

En resumen, se intenta disminuir y, en la medida de lo posible, eliminar la burocracia existente en ayudas financieras a actuaciones en eficiencia energética, ofreciendo la posibilidad de la obtención de una financiación directa a los consumidores finales creando un mercado de kilovatios de ahorro anual y en el que se produce una interacción directa entre estos consumidores finales y los sujetos obligados, u otras figuras del sistema, como se verá a continuación, eliminado a la Administración en este momento del procedimiento.

Las ventajas que presenta el nuevo sistema CAE radican, por un lado, en la ampliación enorme de la casuística que puede dar lugar a actuaciones de ahorro en eficiencia energética frente a la limitación actual, más enfocada en el sector residencial y en el autoconsumo. Por otro lado, simplifica enormemente, como se viene comentando, la traba administrativa, trasladando al ámbito privado la venta de los ahorros alcanzados en una actuación, y solo dando entrada a la Administración en la conversión de dichos ahorros en CAE.

ANÁLISIS DEL SISTEMA CAE

En este punto, se desgana quién es quién en el sistema y se definen deter-

minados conceptos para mayor claridad y comprensión.

Conceptos del sistema CAE

- El ahorro se debe producir en el consumo de energía final, y no incluye los suministros al sector de la transformación de la energía ni a las industrias de la energía propiamente dichas, el consumo de los buques internacionales, ni las pérdidas debidas al transporte y distribución de la energía.
- El CAE es un documento electrónico que establece el reconocimiento fehaciente del ahorro anual de energía final derivado de una actuación en eficiencia energética.
- Los CAE se emiten por valor de un kilovatio hora (1 kWh), sin posiciones decimales, y serán indivisibles.
- Solo pueden solicitar la emisión de CAE los sujetos obligados, de lo que ya se ha hablado, y los sujetos delegados, figura que se explicará más adelante.
- Usuario final o beneficiario, persona que obtiene un impacto positivo de los ahorros de energía final generados en una actuación de eficiencia energética. Puede coincidir o no con la siguiente figura.
- Propietario del ahorro, persona que lleva a cabo la inversión de la actuación en eficiencia energética con la finalidad de obtener un ahorro en energía final, para sí mismo o para un tercero.
- Verificador de ahorro energético, entidad acreditada por la Entidad Nacional de Acreditaciones (ENAC), que podrá ser elegida libremente y que será la encargada de verificar los ahorros de energía obtenidos por la

ejecución de una o varias actuaciones de eficiencia energética.

Tipos de actuaciones

El Real Decreto 36/2023, de 24 de enero, por el que se crea un sistema de certificados de ahorro energético, en su artículo 2. Definiciones, determina dos tipos de actuaciones en eficiencia energética susceptibles de reportar ahorros en energía final que, posteriormente, pueden generar CAE:

- Actuación estandarizada: aquella actuación de eficiencia energética que, por sus características y particularidades técnicas, puede ser fácilmente replicable, permitiendo, además establecer una fórmula común para el cálculo de su ahorro que hace uso de determinadas variables o parámetros técnicos. Serán objeto de inclusión en un catálogo aprobado por orden ministerial.
- Actuación singular: aquella actuación de eficiencia energética que, por sus características y particularidades técnicas, no puede ser incluida en una ficha del catálogo, ya mencionado en el punto anterior.

El cálculo del ahorro en actuaciones singulares se puede basar en el Protocolo Internacional de Medición y Verificación de Rendimientos (IPMVP), preferiblemente en sus opciones b, c o d.

Sujetos que pueden solicitar a la Administración la emisión de CAE

Como se indica en el artículo 8 del Certificado de Ahorro Energético del Real Decreto 36/2023, de 24 de enero, solo podrán ser titulares de un CAE los sujetos obligados o los sujetos delegados. O, lo que es lo mismo, solo podrán solicitar a la Administración la emisión de un CAE los sujetos obligados o delegados que previamente, y mediante un convenio CAE, hayan adquirido la condición de propietario del ahorro.

Convenio CAE: acuerdo firmado entre el sujeto obligado o el sujeto delegado con el propietario del ahorro de energía final, por el cual este cede dicho ahorro a los primeros a cambio de una contraprestación que garantiza el efecto incentivador.

¿Cuál es la función del sujeto delegado o el porqué de su creación? Como se menciona en el Real Decreto 36/2023, este sujeto puede asumir

por delegación parte de los objetivos de ahorro de los sujetos obligados, y puede desarrollar o promover la realización de actuaciones generadoras de ahorros en el consumo de energía final.

La necesidad de la creación de esta figura radica en que parte de los sujetos obligados no tienen dentro de su actividad económica la consecución de ahorros energéticos. Por ello se regula la creación de este sujeto, con una mayor experiencia y conocimiento en el campo de los ahorros energéticos y que, mediante contrato de delegación, colabora para alcanzar los objetivos de los sujetos obligados.

Otros actores en el sistema CAE

Una vez definidos los intervinientes, de manera básica, al inicio del proceso para la obtención de los CAE, hay que incluir finalmente a la Administración, actor/es final/es para la emisión de los certificados de ahorro energético (Figs. 3 y 4):

- Gestor autonómico del CAE: órgano con competencias en materia de eficiencia energética designado por la comunidad autónoma o por las ciudades de Ceuta o de Melilla encargado de validar la información contenida en el expediente CAE de aquellas actuaciones de eficiencia energética ejecutadas en su ámbito territorial para, en su caso, proceder a la emisión del CAE y a su preinscripción en el Registro Nacional de CAE.

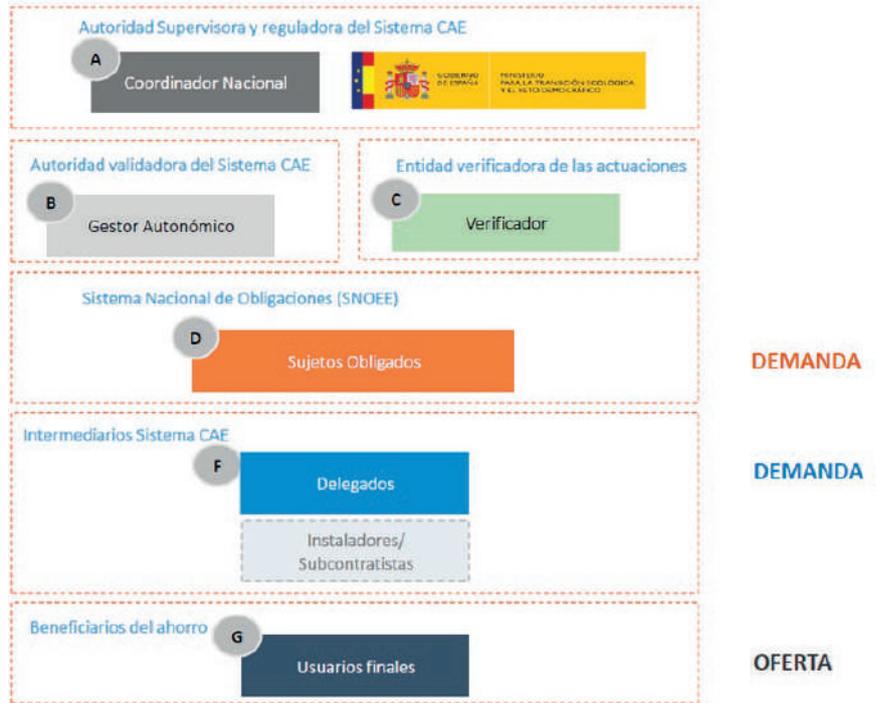


Figura 3. Presentación general del sistema de CAE, página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

- Coordinador nacional del sistema de CAE: órgano administrativo encargado de asegurar el correcto funcionamiento del sistema de CAE en el ámbito nacional. La coordinación nacional del sistema de CAE corresponderá a la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Verificador: entidad acreditada por la ENAC cuyo dictamen favorable

es vinculante y preceptivo para que el sujeto obligado y/o delegado puedan presentar una solicitud de emisión de CAE.

PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE CAE

1. Inicio

El origen de este sistema se basa en la ejecución de una actuación de eficiencia energética que genera unos ahorros en energía final. Esta actua-

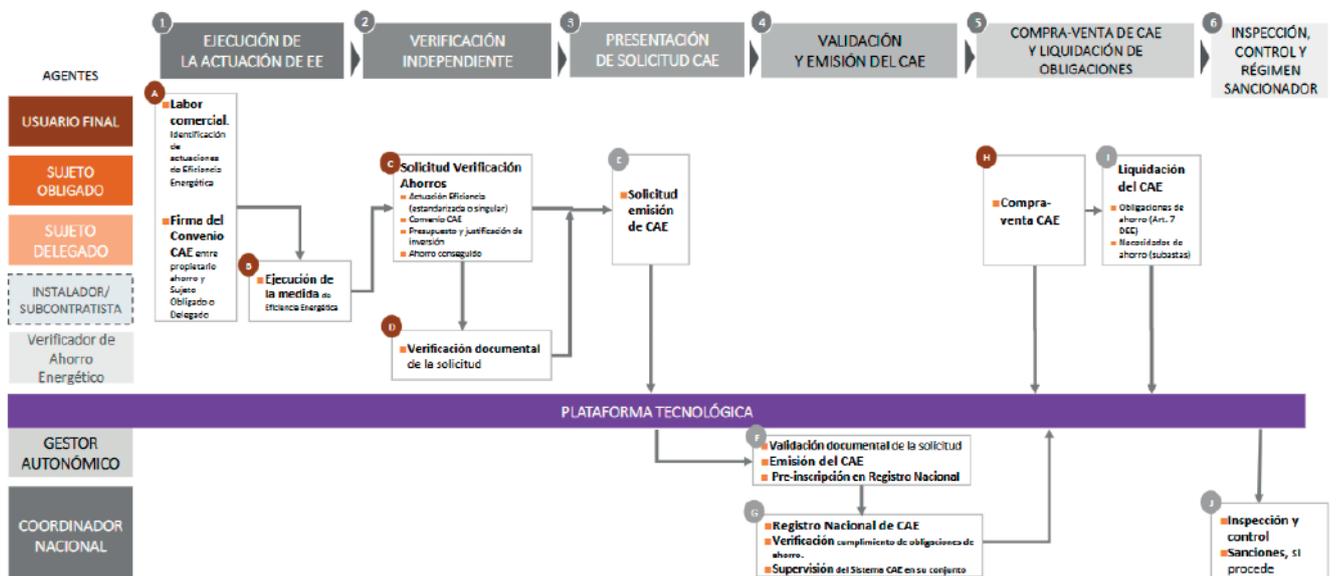


Figura 4. Presentación general del sistema de CAE, página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

ción puede ser llevada a cabo por un consumidor final, a su propia iniciativa o bien haber sido promovida o financiada por un tercero que será el propietario inicial de los ahorros en este último caso.

Hay que señalar que, en este momento del sistema no se puede hablar propiamente dicho de CAE, sino de kilovatios hora anuales de ahorro, ya que solo los sujetos obligados o delegados pueden iniciar, ante la administración, el procedimiento de obtención de CAE.

El sistema no impide que, entre el propietario inicial del ahorro, bien sea el consumidor final o un tercero, y hasta que se firme el convenio CAE, pueda haber cuantos contratos de carácter privado se consideren necesarios, pero como fin último, debe estar el convenio CAE mencionado, ya que esta figura es la única que transmite los ahorros generados a un sujeto obligado o delegado.

II. Convenio CAE y verificación

Llegados al punto de la firma del convenio CAE, entre el propietario de ahorro y el sujeto obligado o delegado, se recaba toda la información necesaria según el tipo de actuación, singular o estandarizada, y se presenta ante la figura del verificador.

Para poder presentar una solicitud de emisión del CAE, se debe contar indispensablemente con un informe favorable del verificador.

La documentación a recabar sobre la actuación para su justificación varía en función del tipo de actuación, y está definida en la propia ficha CAE del catálogo en actuaciones estandarizadas, o tiene que seguir las directrices marcadas, en el caso de actuaciones singulares, en los artículos del 23 al 26 de la Orden TED/815/2023, de 18 de julio, por el que se desarrolla parcialmente el Real Decreto 36/2023, de 24 de enero.

III. Validación del expediente y preinscripción

Toda vez que, ya sea el sujeto obligado o el delegado obtenga un informe de verificación favorable presentará una solicitud de emisión del CAE ante el coordinador nacional, que derivará al gestor autonómico

correspondiente, según el ámbito territorial de la actuación.

El gestor autonómico comprobará y validará la solicitud de emisión del CAE y emitirá, en su caso y si todo es correcto, un informe favorable en el cual determinará el número del CAE que se solicita que preinscriban en el Registro Nacional de Certificados de Ahorro Energéticos.

En cualquier caso, como se ha definido el procedimiento, la no emisión del informe del gestor autonómico tendrá sentido favorable.

IV. Inscripción definitiva de los CAE

Con el informe favorable y la solicitud de preinscripción del gestor autonómico, el coordinador nacional, si no tienen objeciones, procede al registro definitivo de los CAE emitidos, y da comienzo a su validez.

Particularidades

- Un CAE podrá ser registrado hasta tres años después de haberse realizado la actuación que generó el ahorro de energía certificado, siempre y cuando haya sido ejecutada desde la fecha de entrada en vigor del real decreto, 26 de enero de 2023, y antes del 1 de enero de 2031.
- Se pueden incluir en una misma solicitud varias actuaciones estandarizadas, siempre y cuando hayan sido ejecutadas en el mismo año y dentro de la misma comunidad autónoma.
- La obligación de ahorro de un sujeto obligado tendrá que ser superior a 50 MWh para poder participar en el sistema CAE.
- Cada solicitud de emisión de CAE deberá contemplar una cantidad mínima de ahorro de energía de 30 MWh, excluidas las actuaciones

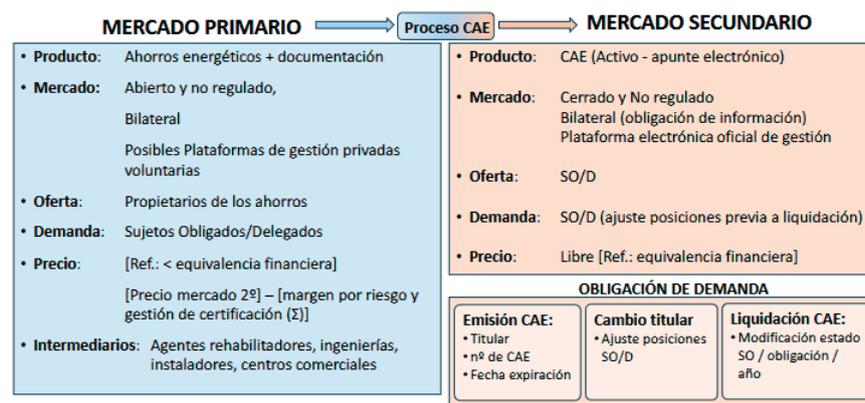


Figura 5. Presentación general del sistema CAE, página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

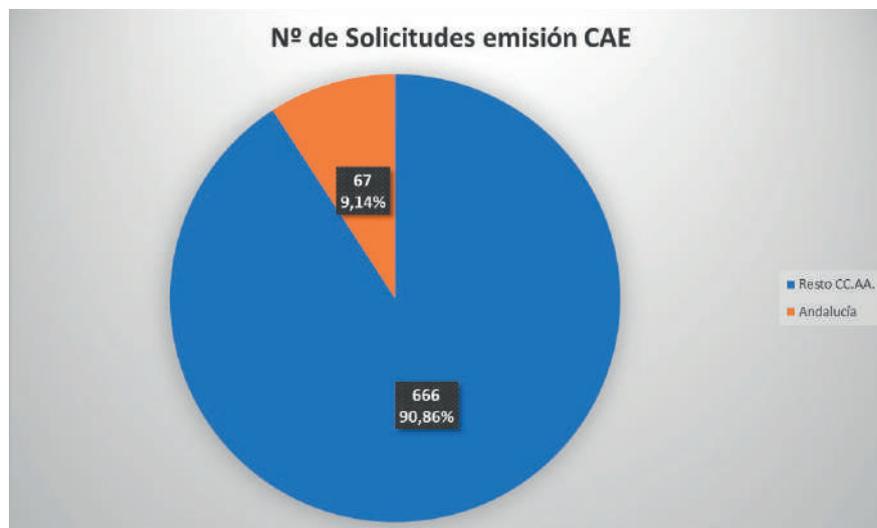


Figura 6. Número de solicitudes recibidas en 2024 en Andalucía respecto al resto del país.

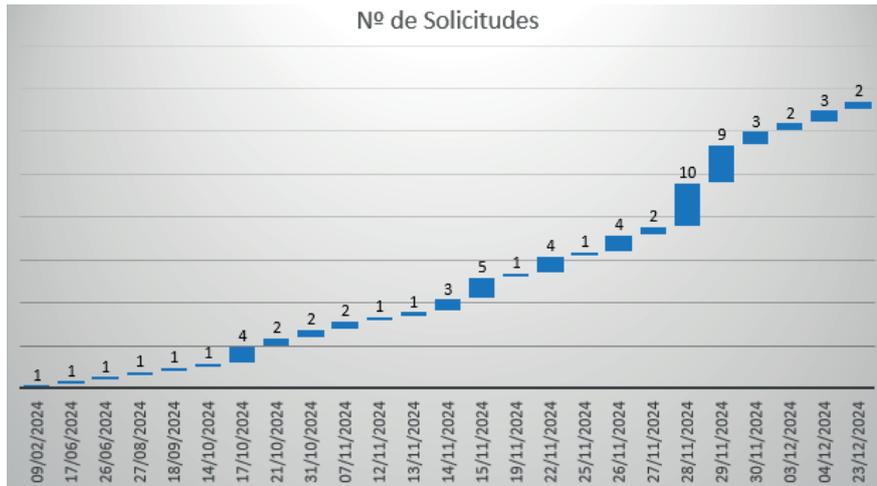


Figura 7. Evolución de la entrada de solicitudes a lo largo del año 2024.

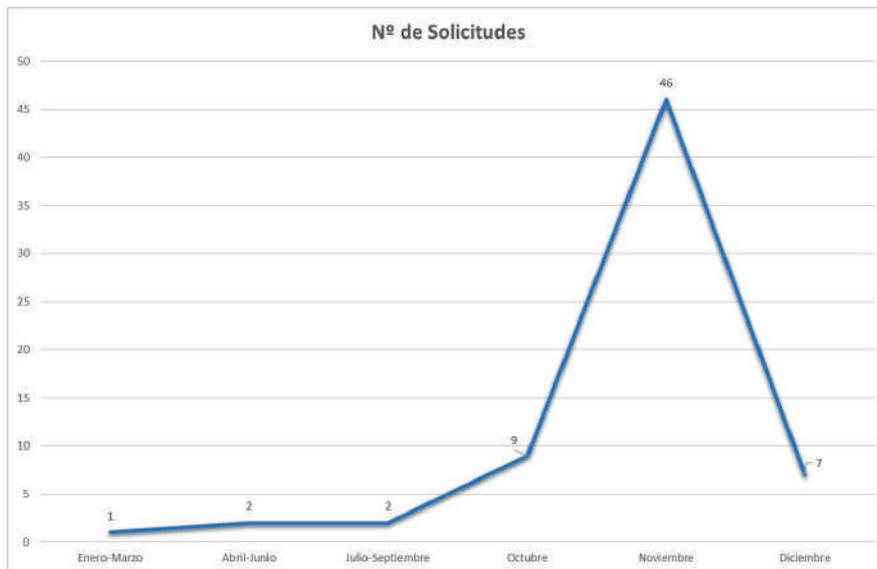


Figura 8. Evolución de solicitudes por periodos mensuales.

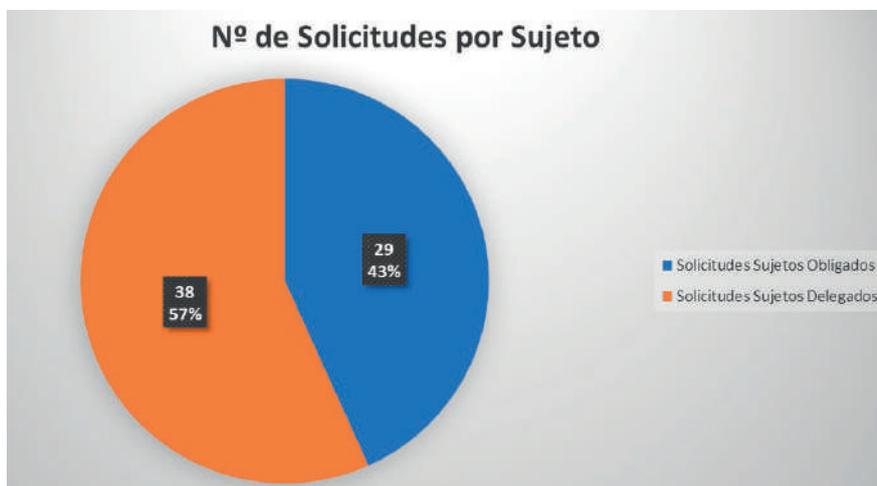


Figura 9. Número de solicitudes por sujeto que realiza la solicitud.

nes realizadas en las ciudades de Ceuta y Melilla.

- En ningún caso una actuación que haya sido beneficiaria de un programa de ayudas financiado con cargo al Fondo Nacional de Eficiencia Energética podrá ser objeto de una solicitud de emisión de CAE.

EL SISTEMA CAE Y LA CREACIÓN DE MERCADOS

Como se ha venido comentando hasta ahora, el sistema CAE lleva consigo la creación de dos mercados, uno primario y otro secundario, con sus propias reglas, aunque ninguno de ellos está regulado.

La principal diferencia radica en que, mientras que el primero es un mercado totalmente abierto, el segundo es un mercado cerrado a los sujetos obligados y a los delegados (Fig. 5).

Mientras que ambos mercados la demanda se genera por parte de los sujetos obligados y delegados, en el mercado primario la oferta parte de los propietarios de los ahorros, es decir, aquellos participantes del sistema que han realizado la inversión inicial en la actuación de eficacia energética y que han obtenido ahorros en el consumo de energía final.

OBLIGACIONES DEL AÑO 2024 Y PREVISIÓN A FUTURO

Como se publicó en la Orden TED/268/2024, de 20 de marzo, para el año 2024 se estableció un objetivo de ahorro de energía final del SNOEE de 375 ktep o 4.361,25 GWh. También se estableció la equivalencia financiera para ese mismo año en 2,121 millones de euro por ktep (2,121 M€/ktep) ahorrado, lo que equivale a 182.373,17 euros por GWh ahorrado (182.373,17 €/Gwh), de lo que se desprende que un CAE (1 kWh/año) tiene una equivalencia financiera de 0,182 euros.

Años 2025 y 2026

Se prevé que los objetivos de ahorro de energía final a alcanzar por el SNOEE en su conjunto sean de 500 ktep en 2025 y de 810 ktep en 2026. Asimismo, para los años 2025 y 2026 se prevé que el porcentaje mínimo de la obligación de ahorro energético anual que los sujetos obligados deberán satisfacer necesariamente mediante aportaciones económicas al FNEE sea del 20% y del 10%, respectivamente.



Figura 10. Tipo y cantidad de actuaciones en las solicitudes recibidas.

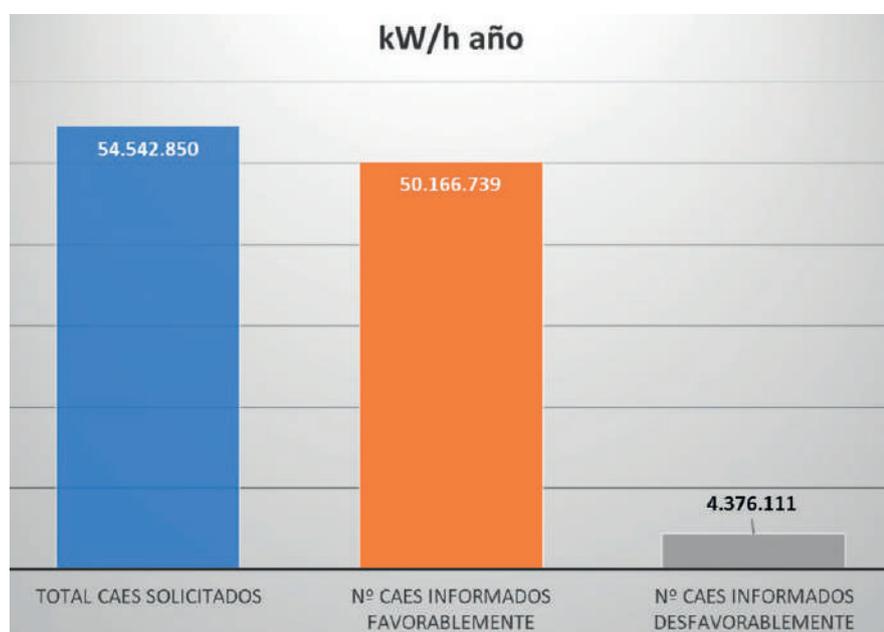


Figura 11. Total de ahorros solicitados favorables y desfavorablemente informados.

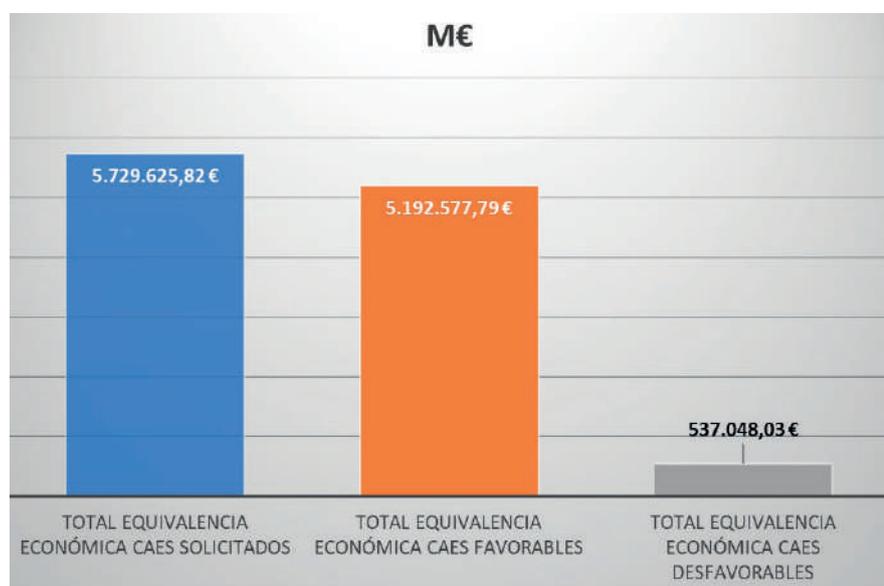


Figura 12. Total de equivalencia económica de los ahorros solicitados favorables y desfavorablemente informados.

DATOS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ANDALUCÍA EN EL AÑO 2024

En las gráficas que se muestran a continuación se puede observar el comportamiento del nuevo sistema CAE en Andalucía a lo largo del año 2024, primer año de funcionamiento del sistema (Fig. 6).

Solicitudes de emisión de CAE

En estas dos primeras imágenes se desglosa el número de solicitudes de emisión de CAE recibidas en todo el año. En la figura 7 se ve el incremento significativo de solicitudes en el mes de noviembre.

Los CAE emitidos que se puedan liquidar contra la obligación económica de aportación al FNEE del año 2023 deben estar solicitados, a lo más tardar, antes del 30 de noviembre de 2024. Esta es la razón del incremento de solicitudes durante dicho mes (Fig. 8).

Sujetos que realizan la solicitud

En la figura 9 se pueden apreciar las solicitudes realizadas por sujetos obligados y sujetos delegados, que son los únicos participantes del sistema que puede realizar dichas solicitudes.

De los datos desglosados, el número de solicitudes realizadas por sujetos delegados es ligeramente superior al de sujetos obligados.

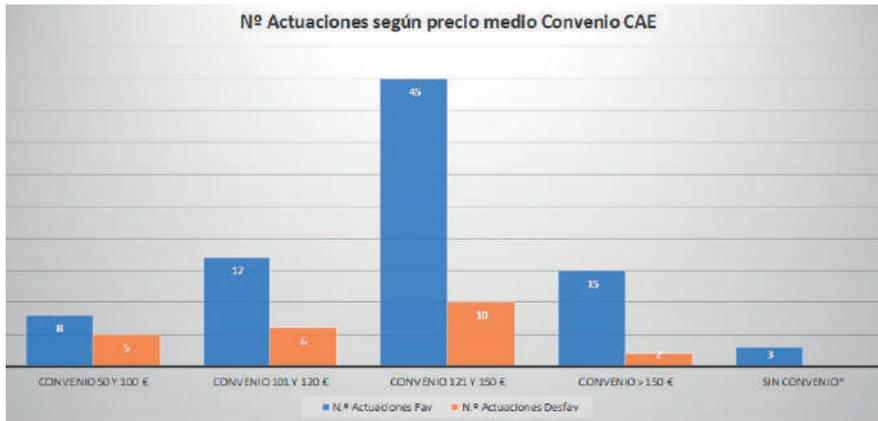
Tipo de actuación

Como se ha mencionado a lo largo del artículo, las actuaciones en eficiencia energética pueden ser de dos tipos, estandarizadas y singulares. Del mismo modo, el gestor autonómico, dentro del procedimiento, debe informar del estado de la solicitud al coordinador nacional para que se registren finalmente los CAE solicitados.

En esta gráfica (Fig. 10) se ve el total de actuaciones que han conformado las solicitudes recibidas, desglosadas por estandarizadas y singulares y las que han sido informadas favorable y desfavorablemente.

Resultado general

Como resumen de lo solicitado en la comunidad autónoma de Andalucía en el año 2024, se indican a continuación, por un lado, los ahorros en kW/h año solicitados, admitidos y rechazados, convertidos finalmente en CAE y su equivalencia económica según los con-



*Sin convenio: el propietario del ahorro coincide con sujeto obligado o delegado, por lo que no hay convenio.
 Figura 13. Precio medio de los convenios de ahorro.

2023 Unidad: ktep	Consumo de energía final por sectores						Total
	Industria	Transporte	Otros	Servicios	Residencial	Total Otros	
Almería	195,8	440,7	110,6	130,9	129,9	371,5	1.007,9
Cádiz	894,6	685,6	161,9	142,6	185,6	490,0	2.070,1
Córdoba	182,0	457,3	105,9	129,6	161,3	396,8	1.036,1
Granada	156,7	532,0	87,8	145,5	229,7	463,1	1.151,7
Huelva	668,0	373,6	116,5	99,9	97,0	313,5	1.365,1
Jae'n	277,8	393,0	67,6	90,5	163,9	321,9	992,7
Málaga	214,8	1.308,3	76,9	276,4	349,7	702,9	2.226,0
Sevilla	456,2	1.029,2	129,0	283,4	357,5	769,9	2.255,4
Andalucía	3.045,8	5.219,6	856,2	1.298,7	1.674,6	3.829,6	12.095,0

Figura 14. Consumo de energía final por sectores y total en Andalucía para el año 2023. <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/info-web/principalController>.

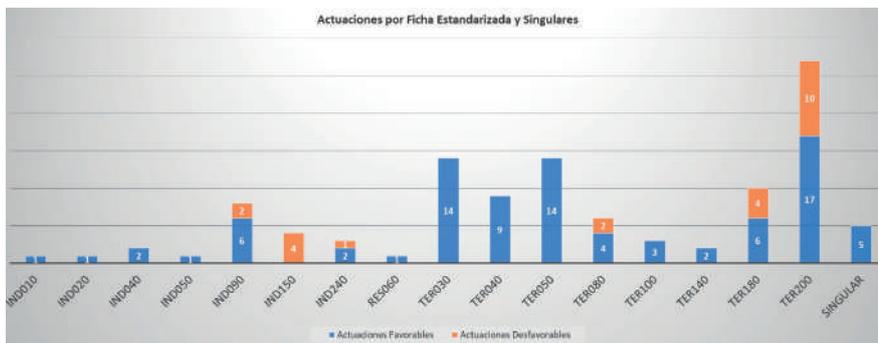


Figura 15. Tipo de actuaciones.

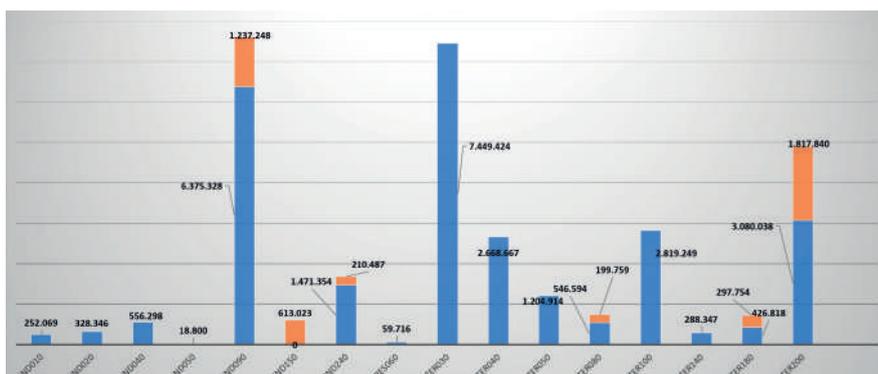


Figura 16. Ahorros anuales por tipo de actuación.

venios firmados con los propietarios iniciales de los ahorros.

Se puede observar cómo el sistema ha permitido hacer llegar directamente a los propietarios de los ahorros iniciales unos 4,5 M€, aproximadamente (Figs. 11 y 12).

En lo referente al precio de venta de los ahorros entre el propietario inicial del mismo y el sujeto obligado o delegado, se añade la siguiente gráfica (Fig. 13), en la que se indica el n.º total de actuaciones (favorables y desfavorables) por intervalos en el precio unitario del MW/h de ahorro.

Finalmente, los ahorros obtenidos en la comunidad autónoma de Andalucía suponen, aproximadamente, 3.800 tep (toneladas equivalentes de petróleo) y las emisiones a la atmósfera que se han evitado se acercan a las 11.500 tCO₂ (toneladas de CO₂).

En el portal info-Energía de la Agencia Andaluza de la Energía, se pueden obtener los datos de consumo en energía final de Andalucía, en ktep (kilotoneladas equivalentes de petróleo), diferenciados por provincia y por sectores (actualizado a 31/10/2024) (Fig. 14).

Comparando los ahorros obtenidos por el sistema CAE, suponen el 0,03% del consumo total de energía final en la comunidad para el año 2023.

Del mismo modo, y concretando la comparación con alguna provincia y sector concreto, para dar una idea del logro obtenido, se puede observar lo siguiente:

- Los ahorros suponen más del 4% de todo el consumo de energía final del sector residencial en la provincia de Almería y más del 1% de las provincias de Sevilla y Málaga.
- Respecto al sector industrial, supera el 2,5% del consumo de energía final de este sector en la provincia de Granada, y llega a casi el 1% y 2% en las provincias de Sevilla y Málaga, respectivamente.

I. Resultado desglosado por actuación

En la figura 15 se puede observar el tipo de actuación en eficiencia energética realizada, desglosada por ficha estandarizada e incluyendo como un tipo de "actuaciones singulares"; destacan sobremanera las siguientes:

- TER030: sustitución del sistema de iluminación por sistema con fuentes luminosas o luminarias tipo led.

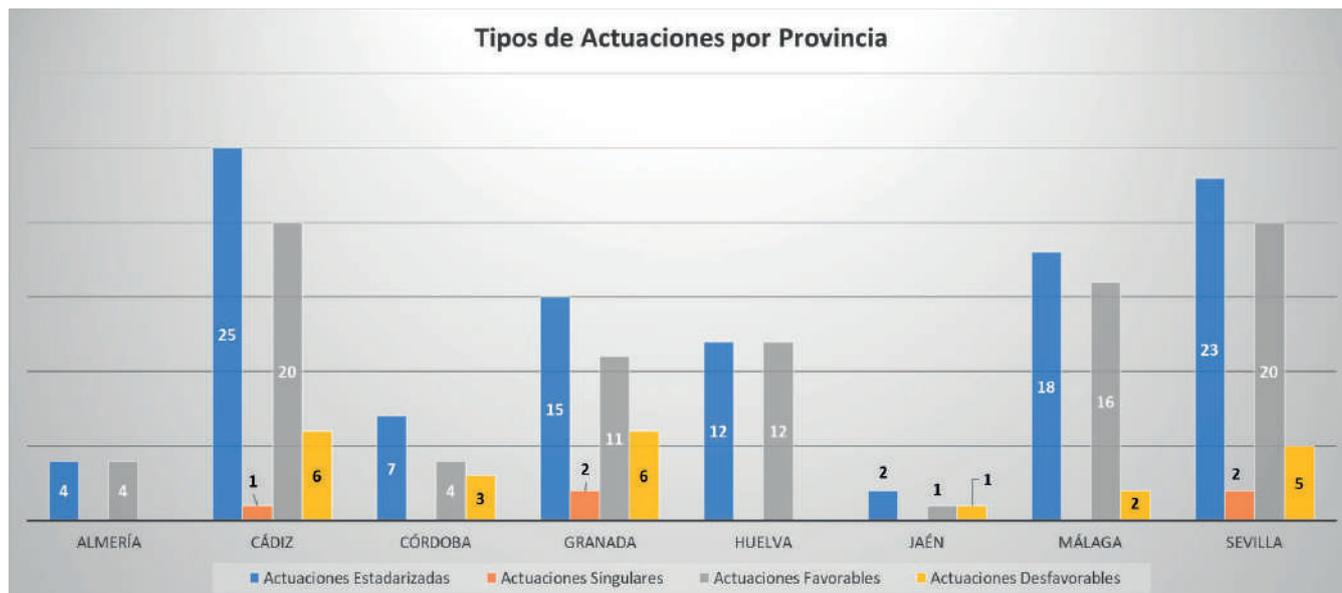


Figura 17. Tipo de actuaciones y resultado desglosado por provincia.

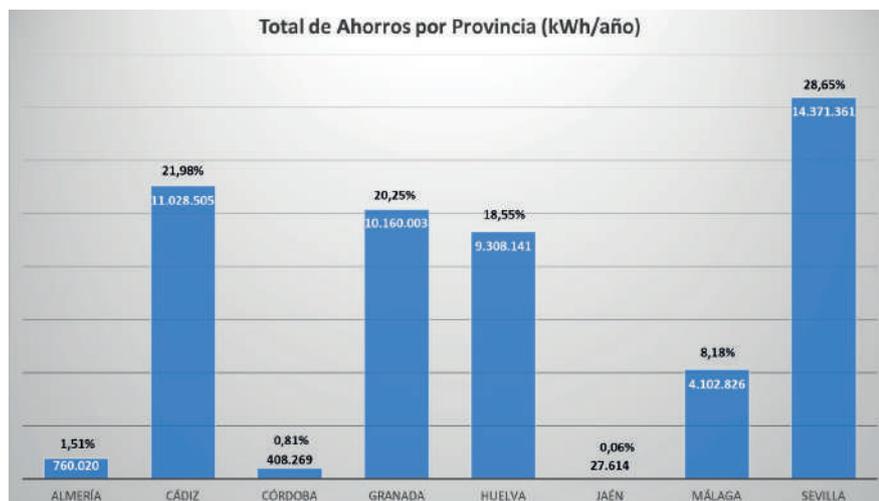


Figura 18. Total de ahorros informados favorablemente, desglosados por provincia.

- TER050: sistema de automatización y control para edificios del sector terciario (BACS).
 - TER200: sustitución de aparato de refrigeración con función de venta directa.
- Sin embargo, en lo que a ahorros anuales se refiere, si bien, por un lado, se mantiene la TER030, destaca la ficha IND090: sustitución o reemplazo de compresor de aire por uno más eficiente.

Destacan también sobremanera los ahorros obtenidos con las actuaciones singulares, actuaciones de mucho mayor complejidad, diseñadas ad hoc, que requieren un estudio pormenorizado de la actuación a realizar y ajuste a la instalación en la que se llevará a cabo (Fig. 16).

Son llamativos, aunque no están incluidos en el gráfico, los ahorros informados favorablemente de actuaciones

singulares, pues alcanzan una cifra de 22.620.777 kWh/año.

II. Resultado desglosado por provincia

En lo que respecta a las provincias andaluzas, destacan en solicitudes presentadas las provincias de Cádiz y Sevilla, pero, al igual que pasa cuando se entra en detalle del nivel de kWh/año ahorrados emitidos favorablemente, si bien se mantiene Sevilla como la provincia en la que se han obtenido mayor número de CAE, despuntan igualmente Granada y Huelva (Figs. 17-19).

PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO

Por último, en las siguientes figuras 20 y 21, se muestran algunos datos signifi-

cativos de la tramitación administrativa realizada por la Secretaría General de Energía de la Junta de Andalucía (gestor autonómico del sistema CAE designado en Andalucía) en el año 2024.

Más del 90% de las solicitudes han necesitado ser subsanadas, principalmente por lo nuevo del propio sistema. No obstante, estas subsanaciones han permitido que más del 78% de las actuaciones estandarizadas y el 100% de las singulares hayan llegado a buen puerto.

Entre las subsanaciones que más se han repetido o se repiten de forma sistemática se encuentran:

- Documentos que no vienen firmados electrónicamente por quien lo emite o cuya firma no es válida (p. ej., manuscrita o una imagen), de forma que se haga responsable de lo que se declara o informa (ya sea por instalador, propietario del ahorro, sujeto obligado/sujeto delegado, etc.).
- En la documentación aportada no se justifican adecuadamente:
 - El cumplimiento de determinados requisitos establecidos en la ficha estandarizada (normalmente indicados en apartado 2 de ámbito de aplicación de las fichas).
 - El cumplimiento de determinadas exigencias establecidas en “notas/observaciones” que aparecen en los pies de página de determinadas fichas estandarizadas.
- Acreditación incorrecta de los requisitos de legalización y puesta en funcionamiento de las instalaciones y equipos que exigen determinadas



Figura 19. Equivalencia económica de los ahorros informados favorablemente, desglosados por provincia.



Figura 20. Tipos de actuaciones dentro del procedimiento.

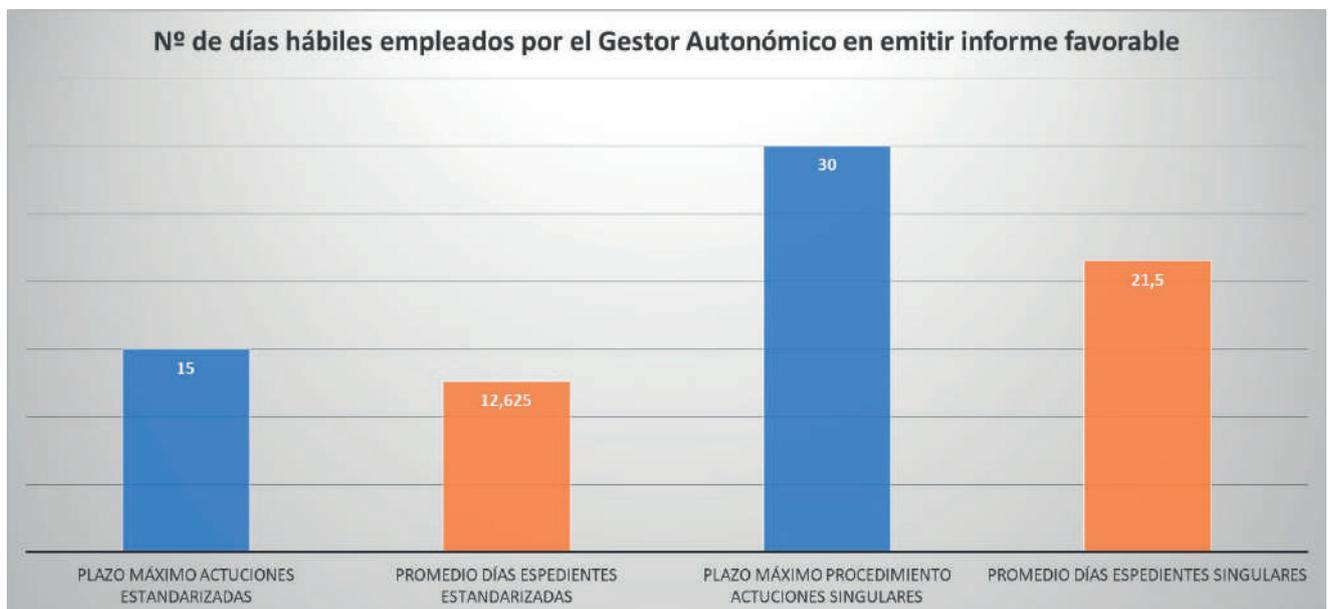


Figura 21. Gestión de tiempos empleados en el procedimiento.

fichas estandarizadas.

- Las declaraciones responsables certificando ciertos aspectos en la justificación de los cálculos realizados no pueden ser una mera “declaración de fe”, sino que tienen que estar basados en algo comprobable y verificable en inspección posterior.

Finalmente, el promedio de días empleados en la revisión de cada expediente de solicitud y su información al coordinador nacional se ha mantenido dentro de los límites establecidos para el procedimiento para actuaciones estandarizadas y para actuaciones singulares.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ley 18/2014, de 15 de octubre, de Aprobación de Medidas Urgentes para el Crecimiento, la Competitividad y la Eficiencia. Boletín Oficial del Estado, nº 252 (17-10-2014).
- [2] Orden TED/268/2024, de 20 de marzo, por la que se establecen las obligaciones de ahorro energético, el cumplimiento mediante Certificados de Ahorro Energético y la aportación mínima al Fondo Nacional de Eficiencia Energética para el año 2024. Boletín Oficial del Estado, nº 73.
- [3] Real Decreto 36/2023, de 24 de enero, por el que se establece un sistema de Certificados de Ahorro Energético. Boletín Oficial del Estado, nº 21.
- [4] Orden TED/815/2023, de 18 de julio, por la que se desarrolla parcialmente el Real Decreto 36/2023, de 24 de enero. Boletín Oficial del Estado, nº 172 (20-07-2023).

Primero, la eficiencia energética

First, the energy efficiency

José Manuel Gabella Carmona¹ y Carlos Deogracias Fernández Rueda²

Resumen

Con la publicación de la Directiva 2023/1791, de 13 de septiembre de 2023 relativa a la eficiencia energética y la Directiva 2024/1275, de 24 de abril, sobre la eficiencia energética de los edificios, se da el pistoletazo de salida definitivo para la consecución de los objetivos en esta materia de cara a los años 2030, 2040 y 2050.

Para la Directiva 2023/1791, la eficiencia energética se considera una fuente de energía por derecho propio y se establece como principio general “primero, la eficiencia energética”, y se deberá tener en cuenta en todos los sectores, en todos los ámbitos.

La misión principal es la de lograr una Unión Europea climáticamente neutra para 2050, para lo cual se pretende reducir, para 2030, las emisiones de gases de efecto invernadero, como mínimo, el 55 % por debajo de las cifras de 1990.

Para la consecución de dichos objetivos, se marca, en lo que respecta al parque inmobiliario, objetivos ambiciosos, promoviendo un gran incremento en el porcentaje de renovación de los edificios de cara a que todos los edificios nuevos sean de cero emisiones para 2030, y los existentes deben estar transformados en edificios de cero emisiones para 2050.

En ambas directivas se aborda el problema del transporte con la intención de reducir el consumo de energía final actual y, para ello, promueve la movilidad sostenible, incidiendo en los vehículos eléctricos y en el uso de la bicicleta.

Palabras clave

Eficiencia energética, certificado de eficiencia energética de edificios, gases de efecto invernadero, edificio de cero emisiones, pasaporte de renovación, potencial de calentamiento global.

Abstract

With the publication of Directive 2023/1791, of September 13, 2023, on energy efficiency and Directive 2024/1275, of April 24, on the energy efficiency of buildings, the definitive starting signal is given to achieve the objectives in this area for the years 2030, 2040 and 2050.

For Directive 2023/1791, energy efficiency is considered a source of energy in its own right and is established as a general principle “energy efficiency first”, a principle that must be taken into account in all sectors, at all levels.

The main mission is to achieve a climate-neutral European Union by 2050, which aims to reduce greenhouse gas emissions by at least 55% below 1990 levels.

To achieve these objectives, ambitious objectives are set regarding the real estate stock, promoting a large increase in the renovation rate of buildings so that all new buildings are zero-emission buildings by 2030, and existing buildings must be transformed into zero-emission buildings by 2050.

Both directives address the problem of transportation with the intention of reducing current final energy consumption, and to do so, they promote sustainable mobility, focusing on electric vehicles and the use of bicycles.

Keywords

Energy efficiency, eEnergy performance certificate of building, greenhouse gas emissions, zero-emission building, renovation passport, global warming potential.

Recibido/received: 14/02/2025

Aceptado/accepted: 12/06/2025

(1) Ingeniero técnico industrial por la Universidad de Sevilla y Grado en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Mondragón.

(2) Ingeniero industrial por la Universidad de Sevilla.

Autores para correspondencia: José Manuel Gabella Carmona (josem.gabella@juntadeandalucia.es); Carlos Deogracias Fernández Rueda (carlosd.fernandez@juntadeandalucia.es)



Foto: Shutterstock.

INTRODUCCIÓN

La publicación de la Directiva 2023/1791 relativa a la eficiencia energética y la Directiva 2024/1275 sobre la eficiencia energética de los edificios van a suponer unos cambios muy importantes, de cara a la consecución de los objetivos marcados por la Unión Europea en este ámbito.

Se establecen varias fechas como hitos intermedios para el objetivo final de 2050, que como se ha mencionado en el resumen, es conseguir una Unión Europea climáticamente neutra. Uno de los hitos más importantes se establece en el año 2030, para ambas directivas, lo cual no significa que pasada esa fecha, como se verá a lo largo de artículo, no se realicen actuaciones o se marquen objetivos.

Se lanza el paquete de medidas “Objetivo 55” para reducir la emisión de gases de efecto invernadero en un 55% y se trata la problemática del parque inmobiliario, sobre todo el existente, en el que la gran mayoría de edificios son no eficientes, su tasa de renovación para mejorar dicha eficiencia y la promoción de la movilidad sostenible. Es una contribución importante por el volumen de consumo de energía final que representa el transporte.

En el articulado de la Directiva 2023/1791 se encomienda la elaboración de programas de fomento de auditorías energéticas en pymes a las que no suelen ofrecerse auditorías energéticas de forma comercial, así como la promoción de sistemas de gestión de la energía y auditorías energéticas en la Administración pública en los ámbitos nacional, regional y local.

Es importante hacer partícipes tanto a las pymes y microempresas del sentido de aplicación de medidas de eficiencia energética, como a las administraciones públicas, a todos los niveles, ya que estas últimas deben desarrollar una actitud ejemplarizante en lo relativo a la eficiencia energética y no solo en lo referente a la regulación normativa, sino también por el carácter de actor cuando actúan como propietarios o como arrendadores de edificios.

Cuando se aplica el principio rector del objetivo de la eficiencia energética, no se puede dejar fuera a las personas que sufren pobreza energética o que corren riesgo de caer en ella, los clientes vulnerables, incluidos los usuarios finales, los hogares de renta baja y media, y las personas que viven en vivienda sociales.

La eficiencia energética no se trata

solo desde el plano de ahorro energético, sino como una mejora de las condiciones de vida. No obstante, las directivas objeto de este artículo son conscientes de la trascendencia económica que puede traer consigo todos los cambios que se intentan implantar y los objetivos que cumplir, por lo que se hace bastante hincapié en que la aplicación de ciertos preceptos se realice cuando sea viable, técnica, económica y funcionalmente.

Se analizarán unas consideraciones iniciales para plasmar el espíritu de las directivas y, posteriormente, entrando un poco en detalle, el articulado. Para diferenciar, se enmarca en un recuadro gris lo correspondiente a la Directiva 2024/1275, para diferenciarla de la Directiva 2023/1791.

CONSIDERACIONES INICIALES

Con el Plan del Objetivo Climático, la Comisión propuso incrementar la ambición climática de la Unión para 2030 elevando el objetivo de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como mínimo el 55% por debajo de las cifras de 1990.

Para alcanzar este objetivo y lograr una Unión Europea climáticamente neutra para 2050 se lanzó el paquete de medidas “Objetivo 55”, que abar-

ca una serie de ámbitos de actuación, como la eficiencia energética, la energía renovable, el uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura, la fiscalidad de la energía, el reparto del esfuerzo, el comercio de los derechos de emisión y la infraestructura para combustibles alternativos.

El reto particular más importante está en relación con el transporte, responsable de más del 30% del consumo de energía final.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios

En lo referente a edificios, el 40% del consumo final de energía en la Unión y el 36% de sus emisiones de gases de efecto invernadero corresponden a los edificios, mientras que el 75 % de estos siguen sin ser eficientes. Para la calefacción de los edificios se utiliza principalmente el gas natural, que representa en torno al 39% del consumo de energía utilizada para calentar espacios en el sector residencial. El petróleo es el segundo combustible fósil más utilizado para la calefacción, con el 11%, mientras que el carbón representa en torno al 3%.

La estrategia Oleada de Renovación contiene un plan de acción que incluye medidas reglamentarias, financieras y facilitadoras concretas, con el objetivo, como mínimo, de duplicar la tasa de renovación energética anual de los edificios y conseguir la renovación de 35 millones de unidades de edificios a más tardar en 2030.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 13

Los Estados miembros (EE MM) se esforzarán por sustituir las calderas independientes alimentadas por combustibles fósiles en los edificios existentes, en consonancia con los planes nacionales de eliminación progresiva de las calderas de combustibles fósiles.

En el desarrollo de ambas directivas, se presta especial atención a la no exclusión de las personas que sufren pobreza energética o que corren riesgo de caer en ella, los clientes vulnerables, incluidos los usuarios finales, los hogares de renta baja y media y las personas que viven en viviendas sociales.

En términos de consumo de energía primaria y energía final, el objetivo de la Unión Europea para 2030 supone 763 Mtep y 992,5 Mtep, respectivamente. Se deja libertad a los EE MM para fijar sus objetivos basándose bien en el consumo o el ahorro de energía primaria, en el de energía final o en la intensidad energética.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios

Las medidas para mejorar más la eficiencia energética de los edificios deben tener en cuenta las condiciones climáticas, incluida la adaptación al cambio climático y las particularidades locales, así como el ambiente interior y la relación coste-eficacia.

El requisito de calcular el potencial de calentamiento global (PCG) a lo largo del ciclo de vida de los edificios nuevos constituye un primer paso hacia la atribución de una mayor importancia al rendimiento a lo largo del ciclo de vida completo de los edificios y hacia una economía circular, porque se amplía a los productos de construcción incorporados al edificio y las emisiones indirectas de la etapa de uso.

Otro de los sectores a los que se le presta especial atención es al sector público, responsable aproximadamente, de entre el 5% y el 10% del consumo total de energía final de la Unión.

Se amplía el ámbito de aplicación del principio “Primero, la eficiencia energética” a la adquisición de determinados productos y servicios y la compra y alquiler de edificios, por lo que los poderes adjudicadores y las entidades adjudicadoras deben dar ejemplo y tomar decisiones de compra eficientes en cuanto a la energía.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios

En la eficiencia energética se deben incluir otros factores que desempeñan un papel cada vez más importante, como el efecto isla de calor urbano, las instalaciones de calefacción y aire acondicionado, el uso de energía renovable, los sistemas de automatización y control de edificios, la recuperación de calor, las soluciones inteligentes, el sombreado, la calidad ambiental interior, la adecuada iluminación natural y el diseño del edificio.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios

Los edificios propiedad de organismos públicos u ocupados por ellos deben constituir un ejemplo de que los factores medioambientales y energéticos se tienen en cuenta. Tales edificios deben, en consecuencia, someterse periódicamente a una certificación energética.

Como viene ya sucediendo desde hace tiempo, la Directiva 2023/1791 recoge la importancia del uso de las bombas de calor de cara a la descarbonización del suministro de calefacción y refrigeración, también en el sistema urbano de calefacción.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios

Se implanta una nueva visión de futuro para los edificios: el edificio de cero emisiones, con una demanda de energía muy baja, cero emisiones de carbono procedentes de combustibles fósiles in situ y cero o una cantidad muy baja de emisiones de gases de efecto invernadero operativas. Se marcan hitos importantes en la renovación de los edificios, y, a más tardar en 2030, todos los edificios nuevos deben ser edificios de cero emisiones y los

edificios existentes deben transformarse en edificios de cero emisiones en 2050.

La tasa de renovación energética anual ponderada sigue siendo baja, en torno al 1%, por lo que uno de los objetivos clave de la presente directiva es activar y apoyar la renovación de edificios, incluida la transición hacia instalaciones de calefacción sin emisiones.

Los EE MM deben establecer en sus planes nacionales de renovación de edificios plazos específicos para seguir renovando los edificios no residenciales y en lo que respecta a los edificios residenciales, los EE MM deben establecer una trayectoria nacional para la renovación progresiva del parque inmobiliario en consonancia con la hoja de ruta nacional y los objetivos para 2030, 2040 y 2050. Se da una gran importancia al uso de la energía solar y, a fin de permitir la instalación rentable de estas tecnologías en una fase posterior, todos los edificios nuevos deben estar preparados para ello. Los EE MM deben garantizar la implantación de instalaciones solares adecuadas en los edifi-

cios nuevos, tanto residenciales como no residenciales, y en los edificios no residenciales existentes. Se deberá poder definir el umbral pertinente en función de la superficie de la planta baja del edificio en lugar de la superficie útil del edificio.

Una renovación en profundidad por etapas puede ser una solución desde el punto de vista económico. Los pasaportes de renovación, como herramienta de uso voluntario, proporcionan una hoja de ruta clara para la renovación en profundidad por etapas, ayudando a los propietarios y a los inversores.

Esta directiva se adentra en la movilidad sostenible y se espera de ella que los vehículos eléctricos desempeñen un papel crucial en la descarbonización y la eficiencia del sistema eléctrico. La recarga asociada a los edificios es especialmente importante y la recarga lenta es económica.

Se avanza en el precableado y las canalizaciones que facilitan una implantación rápida de puntos de recarga, reduciendo los costes de instalación de dichos puntos para los propietarios particulares y garantizando que

los usuarios de vehículos eléctricos tengan acceso a puntos de recarga.

Se incorpora un cambio hacia la movilidad activa, como el uso de la bicicleta, que puede reducir de manera considerable las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte.

El uso de la información es importante. A fin de garantizar que los posibles compradores o arrendatarios puedan tomar en consideración la eficiencia energética de los edificios en una fase temprana del proceso, los edificios o unidades de edificios que se pongan a la venta o en alquiler deben tener un certificado de eficiencia energética, y la clase y el indicador de eficiencia energética deben figurar en todos los anuncios publicitarios.

El certificado de eficiencia energética debe también informar de su consumo de energía primaria y final, sus necesidades energéticas, su producción de energía renovable, sus emisiones de gases de efecto invernadero, su PCG a lo largo del ciclo de vida y debe contener recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética del edificio.

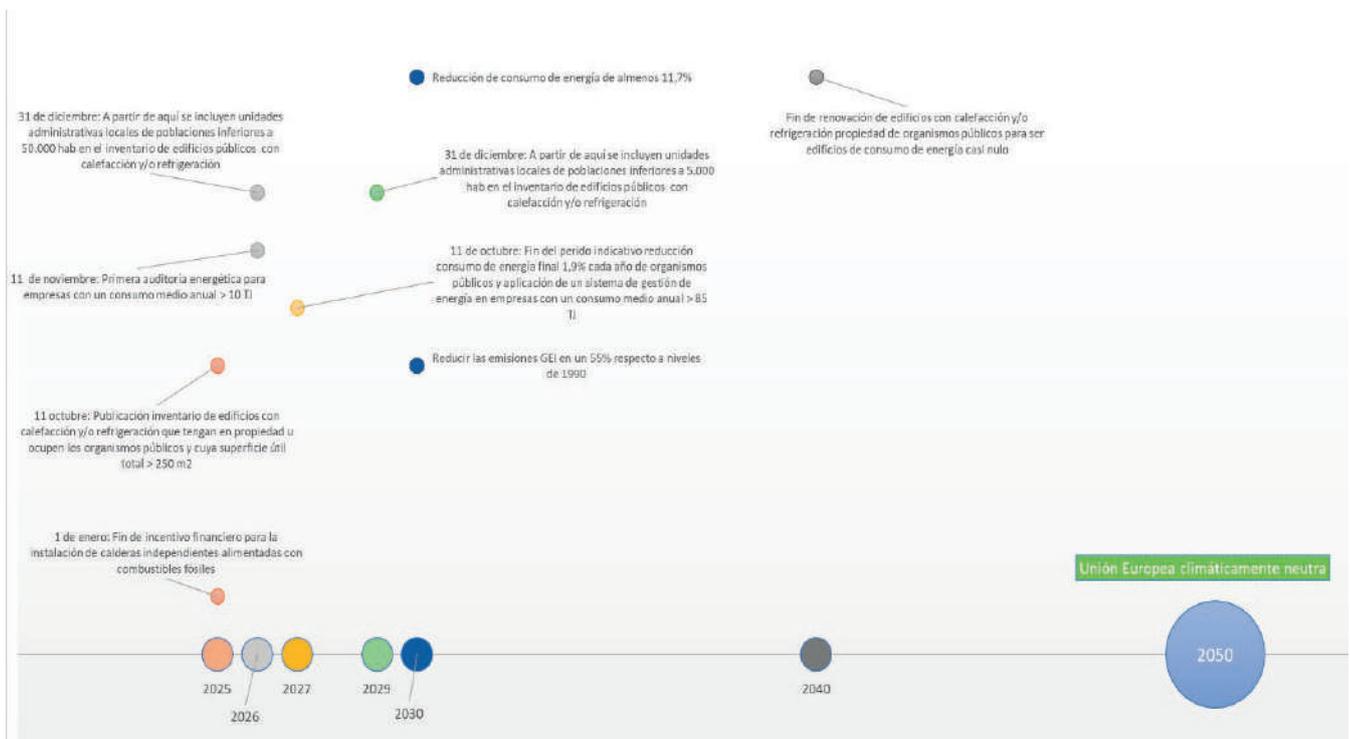


Figura 1. Principales hitos de la Directiva 2023/1791.

Nota 1: El 11 de octubre termina el periodo en el que el objetivo de la reducción del 1,9% por año es indicativo.

Nota 2: La inclusión de unidades administrativas paulatinamente se refiere a la reducción del consumo de 1,9% por año.

A continuación, se realiza un repaso del articulado de la Directiva 2023/1791 en el que se van entrelazando lo dispuesto en la Directiva 2024/1275, como desarrollo particular de la misma, dirigida al parque inmobiliario (Fig. 1).

ARTICULADO

Art 1. Objeto y ámbito de aplicación

Se establece un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia energética dentro de la Unión. Los requisitos establecidos son mínimos sin perjuicio de que cualquier EE MM mantenga o introduzca medidas más estrictas.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 1

Fomento de la mejora de la eficiencia energética de los edificios en la Unión y la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero, con el fin de lograr un parque inmobiliario de cero emisiones a más tardar en 2050. Se establece, entre otros:

- El marco común general de una metodología de cálculo.
- Requisitos mínimos de eficiencia energética a edificios nuevos y unidades nuevas de un edificio.
- Requisitos mínimos de eficiencia energética a:
 - Edificios existentes y unidades de un edificio existentes objeto de renovaciones importantes.
 - Elementos de construcción que formen parte de la envolvente del edificio.
 - Instalaciones técnicas de los edificios cuando se instalen, sustituyan o mejoren.
- La energía solar en los edificios.
- Los pasaportes de renovación.
- Planes nacionales de renovación de edificios.
- Infraestructuras de movilidad sostenible en los edificios y adyacentes a estos.
- Los edificios inteligentes.
- La certificación de la eficiencia energética.

Se incluye en la Directiva 2024/1275 el concepto de renovación importante

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 2

«Renovación importante»: renovación de un edificio en la que: Los costes totales de la renovación referentes a la envolvente del edificio o a sus instalaciones técnicas son superiores al 25% del valor del edificio, excluido el valor del terreno en el que está construido, o se renueva más del 25% de la superficie de la envolvente del edificio.

Art 3. Principio de “primero, la eficiencia energética”

Se debe aplicar este principio a la evaluación de las soluciones de eficiencia energética, recursos de la demanda y la flexibilidad del sistema, en materia de planificación, políticas e inversiones de importe superior a 100 millones de euros cada una o de 175 millones de euros para proyectos de infraestructura de transporte relacionados con sistemas energéticos y sectores no energéticos que tengan impacto en el consumo de energía y la eficiencia energética como la construcción, el transporte, el agua, las tecnologías de la información y las comunicaciones, la agricultura y ganadería y los sectores financieros.

Art 4. Objetivos de la eficiencia energética

Se trata de garantizar una reducción del consumo de energía de al menos el 11,7% en 2030 en comparación con las previsiones de la hipótesis de referencia de 2020 (https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/eu-reference-scenario-2020_en?prefLang=es&trans=es).

Para el cálculo se atenderá a la Recomendación (UE) 2024/1722 de la Comisión, de 14 de junio de 2024, por la que se establecen directrices para la interpretación de este artículo.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficien-

cia energética de los edificios. Art. 3

Cada Estado miembro establecerá un plan nacional de renovación de edificios transformándolos en parques inmobiliarios con alta eficiencia energética y descarbonizados a más tardar en 2050, con el objetivo de transformar los edificios existentes en edificios de cero emisiones. Cada Estado miembro elaborará y presentará a la Comisión, cada cinco años, su proyecto de plan nacional de renovación de edificios, utilizando el modelo que figura en el anexo II de la presente directiva.

Art. 5 Liderazgo del sector público

Como se ha mencionado anteriormente, el sector público debe liderar los cambios y para ello, los EE MM velarán por que el consumo total de energía final de todos los organismos públicos en su conjunto se reduzca al menos el 1,9% cada año, en comparación con 2021.

Se marcan tres hitos importantes. Primero, la obligación dejará de ser indicativa a partir del 11 de octubre de 2027; segundo, a partir del 31 de diciembre de 2026 se incluirán las unidades administrativas de poblaciones inferiores a 50.000 habitantes, y tercero, se amplía a las unidades administrativas de poblaciones inferiores a 5.000 habitantes a partir del 31 de diciembre de 2029.

Art. 6 Función ejemplarizante de los edificios de los organismos públicos

Dando continuidad al liderazgo del sector público, los EE MM se asegurarán de que al menos el 3% de la superficie total de los edificios con calefacción o refrigeración que sean propiedad de sus organismos públicos se renueve cada año, de manera que se transformen en al menos en edificio de consumo de energía casi nulo o en edificios de emisiones cero.

El 3% se calcula sobre la superficie total de los edificios que tengan una superficie útil total de más de 250 m², que sean propiedad de organismos públicos y que, a 1 de enero de 2024, no sean edificios de consumo de energía casi nulo.

Como límite el 11 de octubre de 2025 se publicará un inventario de edificios con calefacción o refrigeración que tengan en propiedad u ocupen los organismos públicos y cuya superficie útil total sea de más de 250 m².

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 7

Los EE MM velarán por que los edificios nuevos propiedad de organismos públicos sean edificios de cero emisiones a partir del 1 de enero de 2028. Se procurará que la ocupación de un nuevo edificio del que no sean propietarios, también sea de cero emisiones.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 14

Se establece un nuevo hito dentro de la movilidad sostenible. En el caso de edificios que sean propiedad de organismos públicos o estén ocupados por ellos, los EE MM velarán por que, a más tardar el 1 de enero de 2033, se instale precableado para el 50 % como mínimo de las plazas de aparcamiento para coches.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios

Los EE MM deben poder permitir que el mismo especialista elabore y expida conjuntamente el pasaporte de renovación y el certificado de eficiencia energética. En caso de tal elaboración y expedición conjuntas, el pasaporte de renovación debe sustituir a las recomendaciones del certificado de eficiencia energética. No obstante, debe seguir siendo posible obtener un certificado de eficiencia energética sin pasaporte de renovación.

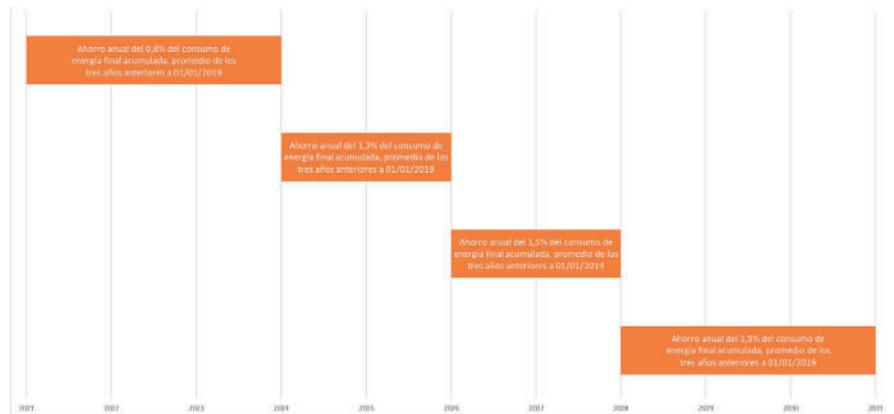


Figura 2. Hitos de la obligación de ahorro acumulado de uso final de energía.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 12

Los pasaportes de renovación deberán estar introducidos, a más tardar, el 29 de mayo de 2026. El pasaporte de renovación deberá ser expedido en un formato digital adecuado para la impresión por un experto cualificado o certificado tras una visita in situ.

Art. 8 Obligación de ahorro de energía

En la figura 2 se observa la obligación de obtener un ahorro acumulado de uso final de energía, como mínimo:

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 5

Cuando establezcan los requisitos, los EE MM podrán distinguir entre edificios nuevos y edificios existentes, así como entre diferentes categorías de edificios. Podrán decidir no establecer o no aplicar los requisitos en determinados casos, a modo de resumen:

- Edificios de las fuerzas armadas o para fines de defensa nacional.
- Lugares de culto y para actividades religiosas.
- Construcciones provisionales con un plazo de utilización igual o inferior a dos años,

instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales de baja demanda energética y edificios agrícolas no residenciales.

- Edificios de viviendas utilizados, o destinados a ser utilizados, bien durante menos de cuatro meses al año, o bien durante un tiempo limitado al año y con un consumo previsto de energía inferior al 25% de lo que resultaría de su utilización durante todo el año.
- Edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m².

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 7

Todos los edificios nuevos deben ser edificios de cero emisiones, de conformidad con el artículo 11, a partir del 1 de enero de 2030.

Hasta la aplicación de los requisitos contemplados, los EE MM garantizarán que todos los edificios nuevos sean como mínimo edificios de consumo de energía casi nulo y que cumplan los requisitos mínimos de eficiencia energética.

Los EE MM velarán por que el PCG a lo largo del ciclo de vida y se indique en el certificado de eficiencia energética del edificio:

- A partir del 1 de enero de 2028, para todos los edificios

nuevos con una superficie útil superior a 1.000 m².

- A partir del 1 de enero de 2030, para todos los edificios nuevos.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 8

Los EE MM tomarán las medidas necesarias para garantizar que, cuando se efectúen renovaciones importantes en edificios, se mejore la eficiencia energética del edificio o de la parte renovada para que cumplan unos requisitos mínimos de eficiencia energética, siempre que sea técnica, funcional y económicamente viable. Los EE MM adoptarán, además, las medidas necesarias para garantizar que, cuando se proceda a la mejora o sustitución de un elemento de un edificio que forme parte de la envolvente del edificio y repercuta de manera significativa en la eficiencia energética de tal envolvente, la eficiencia energética de dicho elemento cumpla unos requisitos mínimos de eficiencia energética siempre que sea técnica, funcional y económicamente viable.

Se presta especial atención a los dispositivos de autorregulación como medida importante de la eficiencia energética, incidiendo otra vez en la viabilidad técnica, económica y funcional.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 13

Se exigirá que los edificios nuevos, cuando sea técnica y económicamente viable, estén equipados con dispositivos de autorregulación que regulen separadamente la temperatura ambiente en cada espacio interior y, cuando proceda, con equilibrado hidráulico. La instalación de tales dispositivos de autorregulación y, en su caso, de equilibrado hidráulico en los edificios existentes será necesaria cuando se sustituyan los generadores de calor o de refrigeración, cuando sea viable técnica y económicamente.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 9

Los EE MM establecerán normas mínimas de eficiencia energética para edificios no residenciales que garanticen que dichos edificios no excedan el umbral máximo de eficiencia energética. Los umbrales máximos de eficiencia energética se fijarán sobre la base del parque inmobiliario no residencial a 1 de enero de 2020.

Se deben definir dos valores de umbrales máximos, el “umbral del 16%” y el “umbral del 26%”, de tal forma que solo el 16% de los edificios no residenciales de un Estado miembro esté por encima del “umbral 16%” a partir de 2030 y el 26% de los mismos edificios estén por encima del “umbral 26%” a partir de 2033. El cumplimiento de los umbrales por edificios no residenciales concretos se comprobará sobre la base de certificados de eficiencia energética o, en su caso, de otros medios disponibles.

Se establece como fecha límite el 29 de mayo de 2026 para el establecimiento de la trayectoria nacional para la renovación progresiva de los edificios residenciales, con el objetivo final de que

todo el parque inmobiliario sea cero emisiones en 2050.

Para los edificios residenciales, la renovación se expresará en términos de uso medio de energía primaria, imponiendo un calendario en el que dicho uso de energía primaria de los residenciales se reduzca como mínimo el 16% en 2030 y entre el 20% y el 22% en 2035. La disminución es comparada con el uso medio de energía primaria en 2020.

Progresivamente, a más tardar en 2040 y cada cinco años, se seguirá disminuyendo el uso medio de energía primaria en el parque residencial en consonancia con el objetivo 2050 de cero emisiones.

Los EE MM velarán por que como mínimo el 55 % de la disminución en el uso medio de energía primaria se logre mediante la renovación del 43 % de los edificios residenciales menos eficientes. Los EE MM podrán decidir no aplicar las normas mínimas de eficiencia energética a ciertas categorías de edificios, como se ha expuesto en el párrafo dedicado al artículo 5, incluyendo una nueva que son los edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 10

Los EE MM velarán por que todos los edificios nuevos estén diseñados para optimizar su potencial de generación de energía solar sobre la base de la irradiación solar del emplazamiento, permitiendo la posterior instalación rentable de tecnologías solares.

Se establecen nuevamente hitos para la consecución de objetivos, en este caso referente a instalaciones de energía solar, volviendo a hacer hincapié en la viabilidad ya mencionada:

- A más tardar el 31 de diciembre de 2026, en todos los edificios públicos y no residenciales nuevos con una superficie útil superior a 250 m².
- En todos los edificios públicos exis-

tentes con una superficie útil superior a:

- 2.000 m², a más tardar el 31 de diciembre de 2027.
- 750 m², a más tardar el 31 de diciembre de 2028.
- 250 m², a más tardar el 31 de diciembre de 2030.
- A más tardar el 31 de diciembre de 2027, en los edificios no residenciales existentes con una superficie útil superior a 500 m², cuando el edificio sea objeto de una renovación importante.
- A más tardar el 31 de diciembre de 2029, en todos los edificios residenciales nuevos.
- A más tardar el 31 de diciembre de 2029, en todos los aparcamientos para coches cubiertos nuevos adyacentes a edificios.

A pesar de lo anterior, si para la consecución de los umbrales definidos de eficiencia energética hubiese una

evaluación desfavorable entre costes y beneficios, se exigirá la aplicación de todas aquellas medidas en la que di-

cha relación, costes-beneficios, sea favorable.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 11

Los edificios de cero emisiones no generarán emisiones de carbono in situ procedentes de combustibles fósiles. El umbral máximo para la demanda energética de los edificios de cero emisiones será como mínimo el 10 % inferior al umbral para el uso total de energía primaria establecido en cada Estado miembro para los edificios de consumo de energía casi nulo el 28 de mayo de 2024.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 13

Los EE MM exigirán que los edificios no residenciales de cero emisiones estén equipados con dispositivos de medición y control para la monitorización y regulación de la calidad del aire interior. En los edificios no residenciales existentes, se exigirá cuando el edificio sea objeto de renovaciones importantes.

Los EE MM promoverán el almacenamiento de energía para las energías renovables en los edificios.

El sistema de automatización en edificios no residenciales será exigido a fecha de 31 de diciembre de 2024 para una potencia nominal útil superior a 290

kW en instalaciones de calefacción, instalaciones de aire acondicionado, instalaciones combinadas de calefacción y ventilación o instalaciones combinadas de aire acondicionado y ventilación y a fecha de 31 de diciembre de 2029 para los edificios de más de 70 kW de potencia nominal útil. El seguimiento de la calidad ambiental interior deberá ser realizada por estos equipos a más tardar el 29 de mayo de 2026.

Siguiendo con la filosofía del párrafo anterior y para las mismas potencias nominales útiles, a 31 de diciembre de 2027, se contará con controles automáticos de iluminación para los de 290 kW y a 31 de diciembre de 2029 para los de 70 kW.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 14

En relación con el concepto de movilidad sostenible, los edificios no residenciales nuevos, con más de cinco plazas de aparcamiento para coches, y los edificios no residenciales que sean objeto de renovaciones importantes, con más de cinco plazas de aparcamiento para coches, los EE MM velarán por que:

- Se instale como mínimo un punto de recarga por cada cinco plazas de aparcamiento para coches.
- Se lleve a cabo la instalación de precableado para como mínimo el 50 % de las plazas de aparcamiento para coches.
- Se creen plazas de aparcamiento para bicicletas que representen al menos el 15 % de la capacidad media o el 10% de la capacidad total de usuarios de los edificios no residenciales.

El precableado y las canalizaciones de-

berán estar dimensionados de manera que permitan el uso simultáneo y eficiente del número requerido de puntos de recarga.

En los edificios no residenciales con más de 20 plazas de aparcamiento para coches, los EE MM velarán por que, a más tardar el 1 de enero de 2027:

- Como mínimo haya un punto de recarga por cada 10 plazas de aparcamiento para coches, o se instalen canalizaciones para el 50% como mínimo de las plazas de aparcamiento para coches.
- Las plazas de aparcamiento para bicicletas representen como mínimo el 15% de la capacidad media o el 10% de la capacidad total de usuarios del edificio.

En relación con los edificios residenciales nuevos, con más de tres plazas de aparcamiento para coches, y los edificios residenciales que sean objeto de renovaciones importantes, con más de tres plazas de aparcamiento para coches, los EE MM velarán por que:

- Se instale precableado para el 50% como mínimo de las plazas de aparcamiento para coches y canalizaciones.
- Se creen como mínimo dos plazas de aparcamiento para bicicletas por cada unidad de un edificio residencial.

Con respecto a los edificios residenciales nuevos con más de tres plazas de aparcamiento para coches, los EE MM garantizarán, además, la instalación de un punto de recarga como mínimo.

- El aparcamiento para coches esté ubicado dentro del edificio y, si se trata de renovaciones importantes, las medidas de reforma incluyan tal aparcamiento o la infraestructura eléctrica del edificio.
- El aparcamiento para coches sea adyacente al edificio y, si se trata de renovaciones importantes, las medidas de reforma incluyan tal aparcamiento o la infraestructura eléctrica de este.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 14

Los EE MM velarán por que los puntos de recarga permitan la recarga inteligente y, en su caso, la

recarga bidireccional, y por que funcionen sobre la base de protocolos y normas de comunicación no patentados y no discriminatorios.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 17 (Fig. 3) En la renovación de edificios, los

EE MM, teniendo debidamente en cuenta los hogares vulnerables, vincularán sus medidas financieras para la mejora de la eficiencia energética y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero al ahorro y las mejoras en materia de energía previstos o logrados, según lo deter-

minado por uno o varios de los criterios siguientes, entre otros:

- Los equipos o materiales utilizados para la renovación serán instalados por un instalador con el nivel pertinente de certificación o cualificación y cumplirán los requisitos mínimos de eficiencia energética para los elementos de los edificios o unos valores de referencia más estrictos para la mejora de la eficiencia energética de los edificios.
- Los resultados de una auditoría energética.

A partir del 1 de enero de 2025, los EE MM no concederán ningún in-

centivo financiero para la instalación de calderas independientes alimentadas con combustibles fósiles.

Los EE MM incentivarán la renovación en profundidad y la renovación en profundidad por etapas con un mayor apoyo financiero, fiscal, administrativo y técnico. En caso de que la transformación de un edificio en un edificio de cero emisiones no sea técnica o económicamente viable, se considerará renovación en profundidad a efectos del presente apartado aquella que dé lugar a una reducción de como mínimo el 60% del uso de energía primaria.

Ley 18/2014, de 15 de octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia. Art. 69

Se crea el sistema nacional de obligaciones de eficiencia energética, en virtud del cual se asignará a las empresas comercializadoras de gas y electricidad, a los operadores de productos petrolíferos al por mayor y a los operadores de gases licuados de petróleo al por mayor, en adelante, sujetos obligados del sistema de obligaciones, una cuota anual de ahorro energético de ámbito nacional, denominada obligaciones de ahorro.

El periodo de duración del sistema nacional de obligaciones de eficiencia energética comprenderá desde la entrada en vigor del Real Decreto-ley 8/2014, de 4 de julio, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia, hasta el 31 de diciembre de 2030.

Art. 9 Sistemas de obligaciones de eficiencia energética

En el caso de que se opte por un sistema de obligaciones como método de cumplimiento de las obligaciones de ahorro, las partes obligadas se designarán entre los gestores de redes de transporte, los gestores de redes de distribución, los distribuidores de energía, las empresas minoristas de venta de energía y los distribuidores o minoristas de

combustible para transporte que operen en el territorio de un Estado Miembro.

Art.10 Medidas de actuación alternativas

Para todas las medidas distintas de las fiscales, los EE MM establecerán sistemas de medición, control y verificación en virtud de los cuales se lleve a cabo una verificación documentada de, al menos, una par-

te estadísticamente significativa y una muestra representativa de las medidas de mejora de la eficiencia energética que apliquen las partes

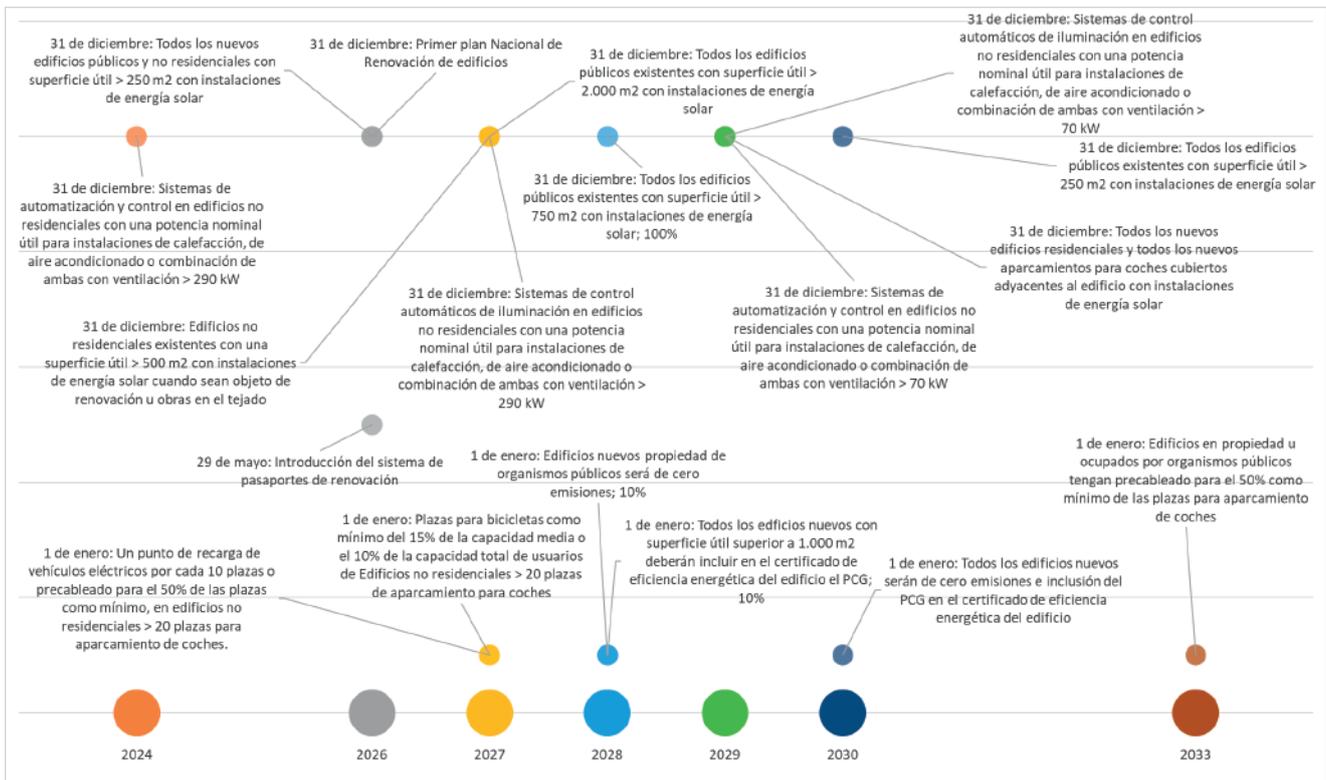


Figura 3. Hitos de la Directiva 2024/1275 de eficiencia energética de edificios.

participantes o encargadas. La medición, el control y la verificación se llevarán a cabo independientemente de las partes participantes o encargadas.

Art. 11 Sistemas de gestión de la energía y auditorías energéticas

Se indica la obligación de aplicar un sistema de gestión de la energía a empresas con un consumo medio anual de energía superior a 85 TJ durante los tres años anteriores, reuniendo todos los vectores energéticos. Este sistema de gestión será certificado por un organismo independiente. La fecha límite es el 11 de octubre de 2027.

Las empresas con un consumo medio anual de energía superior a 10 TJ durante los tres años anteriores, reuniendo todos los vectores energéticos y que no apliquen un sistema de gestión de la energía, serán objeto de auditoría energética. Se cambia el modelo de determinación de empresa obligada.

La primera auditoría para empresas de más de 10 TJ a más tardar, el 11 de octubre de 2026, y cada cuatro años.

Las empresas deben elaborar un plan de acción concreto y viable a partir de las recomendaciones resultantes de las auditorías. Estos planes de acción y el porcentaje de aplicación se deberán publicar en el informe anual de la empresa y se pondrán a disposición del público.

Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios energéticos y auditores energéticos y promoción de la eficiencia en el suministro de energía. Art. 2 De aplicación para empresas que tengan la consideración de grandes empresas, es decir, que ocupen al menos a 250 personas o, las que aun sin cumplir dicho requisito, tengan un volumen de negocio que exceda de 50 millones de euros y un balance general que exceda de los 43 millones de euros.

La directiva prevé la posibilidad del establecimiento de ayudas o asesoramiento a pymes y microempresas para alentar a la realización de auditorías energéticas y la implantación de las recomendaciones de dichas auditorías.

Se indican a continuación los requisitos de los obligados actualmente a la realización de auditorías energéticas (Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero).

Art. 12 Centro de datos

A más tardar el 15 de mayo de 2024 y posteriormente cada año, los EE MM exigirán a los propietarios operadores de centros de datos de su territorio, con una potencia eléctrica demandada de 500 kW como mínimo, la disposición al público de la información indicada en el anexo VII de la Directiva 2023/1791, excepto para los servidores de los sectores de defensa y protección civil.

Art. 13. 14. 15 y 16 Relativos a la medición y contabilización de consumos

Esta parte del articulado de la Directiva 2023/1791 va dirigida a la contabilización de los consumos y el conocimiento más exacto posible por parte de los clientes finales del uso de la energía que realizan.

Supeditado siempre a la viabilidad técnica, funcional y económica, se procurará la contabilización individualizada de los consumos de gas, calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

Para nuevos edificios de apartamentos y en la parte residencial de los nuevos edificios polivalentes se instalarán contadores individuales para el agua caliente sanitaria.

Para nuevas instalaciones, en lo que respecta a calefacción, los contadores será dispositivos de lectura remota, estableciendo como fecha límite el 1 de enero de 2027 para los contadores existentes, a los que se dotará de lectura remota o serán sustituidos.

Habrà que esperar a la transposición, si bien, parece que se desprende de la directiva, que los costes serán sufragados por los usuarios finales, si bien, también se indica en ella que el precio debe ser competitivo, como medida para combatir la posible especulación que se pueda producir de-

rivada de las nuevas obligaciones en la contabilización del consumo.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

El indicador de preparación para aplicaciones inteligentes debe emplearse para medir la capacidad de los edificios de utilizar las tecnologías de la información y la comunicación y los sistemas electrónicos para adaptar el funcionamiento del edificio a las necesidades de los ocupantes y de la red y para mejorar su eficiencia energética y su rendimiento general. El indicador de preparación para aplicaciones inteligentes es especialmente útil para edificios grandes con una elevada demanda energética. En el caso de otros edificios, el régimen para la valoración de la preparación para aplicaciones inteligentes debe ser opcional para los EE MM.

Art. 17. 18. 19 y 20 Relativos a la información de la facturación y consumo y los costes asociados

Se establece en la directiva el contenido y la información de la factura y lectura de los contadores para suministrar información al consumidor final y, gratuitamente, la totalidad de las facturas y la información del consumo.

Si se tiene que recurrir a la distribución de los costes ligados a la información sobre la facturación se realizará sin fines lucrativos. Los costes de la atribución de esa tarea a un tercero y que incluya la medición, el reparto y la contabilización del consumo real individual, podrá repercutirse a los usuarios finales con costes razonables.

Art. 22 Información y sensibilización

Se crearán ventanillas únicas o mecanismos similares para la prestación de asesoramiento y asistencia técnicos, administrativos y financieros en materia de eficiencia energética, a los clientes finales y a los usuarios finales, especialmente los domésticos y pequeños no domésticos, incluidas pymes y microempresas.

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Art. 18

Establecimiento y funcionamiento de servicios de asistencia técnica a través de ventanillas únicas inclusivas para la eficiencia energética de los edificios, dirigidos a todos los agentes implicados en las renovaciones de edificios.

- Por cada 80.000 habitantes.
- Por región.
- En zonas en las que la antigüedad media del parque inmobiliario sea superior a la media nacional.
- En zonas en las que los EE MM prevean aplicar programas integrados de renovación por distritos.
- En una ubicación que pueda alcanzarse en menos de 90 minutos de tiempo medio de viaje, sobre la base de los medios de transporte locales disponibles.

Se crearán puntos de contacto únicos para proporcionar a los clientes finales y los usuarios finales toda la información necesaria en relación con sus derechos, el derecho aplicable y los mecanismos de resolución de litigios.

Las ventanillas únicas prestarán asistencia holística a todos los hogares, centrándose especialmente en los hogares afectados por la pobreza energética y en los edificios menos eficientes, entre otros.

De conformidad con la legislación

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

Otro aspecto al que se le presta especial atención es la digitalización del sistema energético. Deben ofrecerse incentivos específicos a fin de promover instalaciones aptas para aplicaciones inteligentes y soluciones digitales en el entorno construido. Esto ofrecería nuevas oportunidades de ahorro energético, al proporcionar a los consumidores información más precisa sobre sus patrones de consumo y posibilitar que el operador del sistema gestione con mayor eficacia la red.

de propiedad inmobiliaria y arrendamientos, los EE MM tomarán las medidas necesarias para la supresión de las barreras reglamentarias y no reglamentarias que se opongan a la eficiencia energética en lo que se refiere a la división de incentivos entre los propietarios y los arrendatarios o entre los distintos propietarios de un edificio o de una unidad de edificio.

Art. 24 Empoderamiento y protección de los clientes vulnerables y mitigación de la pobreza energética

Los EE MM podrán aplicar medidas de mejora de la eficiencia energética y medidas relacionadas con la protección o información de los consumidores, con carácter prioritario entre las personas afectadas por la pobreza

energética, los clientes vulnerables, las personas en hogares de renta baja y, en su caso, las personas que viven en viviendas sociales, a fin de reducir la pobreza energética.

Art. 25 Evaluación y planificación de la calefacción y la refrigeración

Las autoridades regionales y locales elaborarán planes locales de calefacción y refrigeración, al menos en los municipios con una población total de más de 45.000 habitantes, como parte del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, con arreglo al Reglamento (UE) 2018/1999.

Art. 26 Suministro de calefacción y refrigeración

Para garantizar un consumo más eficiente de energía primaria y aumentar la cuota de energías renovables en el suministro de calefacción y refrigeración, se considerará eficiente todo sistema urbano que cumpla los siguientes criterios (Fig. 4):

Elaboración por parte de los gestores de sistemas urbanos, a partir del 1 de enero de 2025 y cada cinco años, para una producción total de calor y frío superior a 5 MW y que no cumplan con los criterios anteriores, de un plan para garantizar un consumo de energía primaria más eficiente, reducir las pérdidas por distribución y aumentar la cuota de energías renovables.

Salvo imposibilidad técnica o económica, los centros de datos con una entrada de energía nominal total superior a 1 MW deberán utilizar calor residual u otras aplicaciones de recuperación de calor residual.

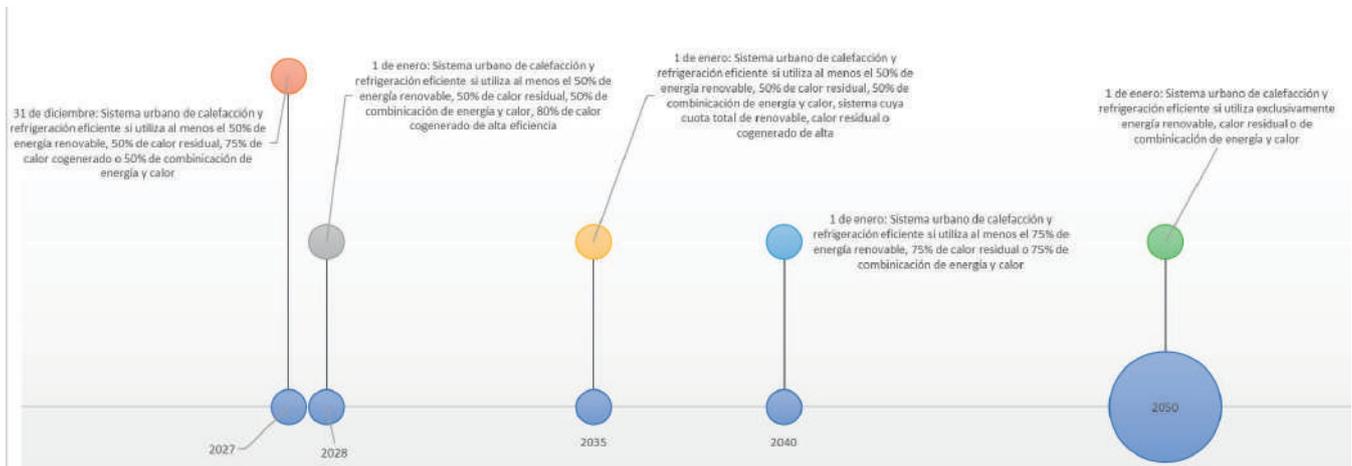


Figura 4. Hitos para considerar eficiente un sistema urbano para suministro de calefacción y refrigeración.

Análisis de costes y beneficios a nivel de instalación en los siguientes casos y de cara a aumentar la eficiencia energética del suministro de calefacción y refrigeración, cuando se proyecten por primera vez o se renueven sustancialmente:

- Instalación termoeléctrica cuya potencia energética total media anual sea superior a 10 MW.
- Instalación industrial cuya potencia energética total media anual sea superior a 8 MW.
- Instalación de servicio cuya potencia energética total media anual sea superior a 7 MW.
- Centro de datos cuya potencia energética nominal total sea superior a 1 MW.

Art. 28 Disponibilidad de sistemas de cualificación, acreditación y certificación

Se debe garantizar un nivel de competencias adecuado referente a las profesiones relacionadas con la eficiencia energética. Deberán existir sistemas de certificación o sistemas de cualificación equivalentes, incluidos programas de formación para proveedores de servicios energéticos, los proveedores de auditorías energéticas, los gestores de energía, los expertos independientes, los instaladores de elementos de un edificio y los proveedores de obras de renovación integradas.

Art. 29 Servicios energéticos

Fomento del mercado de los servicios energéticos y facilitación del acceso a las pymes.

Publicación y actualización periódica de la lista de proveedores de servicios energéticos disponibles que estén cualificados y certificados

Los EE MM promoverán y garantizarán el uso de contratos de rendimiento energético para la renovación de grandes edificios que sean propiedad de organismos públicos, si es técnica y económicamente viable.

Art. 30 Fondo nacional de eficiencia energética, apoyo económico y técnico

Los EE MM crearán un fondo nacional de eficiencia energética con el objetivo de aplicar las medidas de eficiencia energética para respaldar

el cumplimiento de sus contribuciones nacionales de eficiencia energética y sus trayectorias indicativas.

Se respaldarán acciones prioritarias entre las personas afectadas por la pobreza energética, los clientes vulnerables, las personas con hoga-

Real Decreto 36/2023, de 24 de enero, por el que se establece un sistema de certificados de ahorro energético

Este real decreto tiene como objeto el desarrollo reglamentario del apartado 2 del artículo 71 de la Ley 18/2014, de 15 de octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia, por el que se posibilita, en el ámbito del Sistema Nacional de Obligaciones de Eficiencia Energética (SNOEE), el establecimiento de un mecanismo de acreditación de consecución de ahorros de energía mediante la presentación de certificados de ahorro energético (CAE).

Directiva 2024_1275, de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

Art. 14

Los EE MM establecerán medidas a fin de simplificar, racionalizar y acelerar el procedimiento de instalación de puntos de recarga en edificios residenciales y no residenciales nuevos y ya existentes, especialmente de asociaciones de copropietarios, y eliminarán las barreras reglamentarias. Los EE MM eliminarán las barreras a la instalación de puntos de recarga en edificios residenciales con plazas de aparcamiento, en particular la necesidad de obtener el consentimiento del propietario o de los copropietarios para un punto de recarga privado para uso propio. Los EE MM garantizarán la disponibilidad de asistencia técnica para los propietarios y arrendatarios de edificios que deseen instalar puntos de recarga y plazas de aparcamiento para bicicletas.

res de renta baja y las personas que viven en viviendas sociales.

Los EE MM podrán permitir a las partes obligadas y autorizar a los organismos públicos a cumplir con sus obligaciones, contribuyendo cada año al fondo nacional de eficiencia energética en una cuantía equivalente a las inversiones necesarias para dicho cumplimiento.

Está implantada en España desde 2023, como se indica en el recuadro siguiente (Real Decreto 36/2023, de 24 de enero).

Art. 31 Factores de conversión y factores de energía primaria

Para comparar el ahorro de energía y convertirlo a una unidad comparable, se aplicarán los valores caloríficos netos del anexo VI del Reglamento (UE) 2018/2066.

Para el ahorro en electricidad, para calcular en términos de energía primaria, se aplicará un coeficiente de 1,9 excepto si los EE MM justifican, con motivo de circunstancias nacionales, otro coeficiente.

Anexos finales

Por último, en los anexos de la Directiva 2024/1975 se establecen, entre otros:

- Anexo I: Marco general para el cálculo de la eficiencia energética de los edificios.
- Anexo III: Cálculo del PCG a lo largo de la vida de edificios nuevos.
- Anexo IV: Marco general común para la valoración del grado de preparación para aplicaciones inteligentes de los edificios.
- Anexo V: Modelo para los certificados de eficiencia energética.
- Anexo VIII: Requisitos de los pasaportes de renovación.

BIBLIOGRAFÍA

- Boletín Oficial del Estado. Ley 18/2014, de 15 de octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia.
- Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 36/2023, de 24 de enero, por el que se establece un sistema de Certificados de Ahorro Energético.

Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia en el suministro de energía.

Diario Oficial de la Unión Europea. Directiva (UE) 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de Septiembre de 2023 relativa a la eficiencia energética y por la que se modifica el Reglamento (UE) 2023/955 (versión refundida).

Diario Oficial de la Unión Europea. Directiva (UE) 2024/1275 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, relativa a la eficiencia energética de los edificios

(refundición).
Diario Oficial de la Unión Europea. Recomendación (UE) 2024/1722 de la Comisión, de 17 de junio de 2024, por la que se establecen directrices para la interpretación del artículo 4 de la Directiva (UE) 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los objetivos de eficiencia energética y las contribuciones nacionales.

NORMAS PARA CONSULTA

Diario Oficial de la Unión Europea. Recomendación (UE) 2021/1749 de la Comisión, de 28 de septiembre de 2021, sobre el principio de «primero, la eficiencia energética»: de los principios a la práctica — Directrices y ejemplos para su aplicación en la toma de decisiones en el sector de la energía y más allá.

Diario Oficial de la Unión Europea. Reglamento (UE) 2018/1999 del

Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n° 663/2009 y (CE) n° 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y las Directivas 2009/119/CE y (UE) 2015/652 del Consejo, y se deroga el Reglamento (UE) n° 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo.

Diario Oficial de la Unión Europea. Reglamento (UE) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de junio de 2021, por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos (CE) n° 401/2009 y (UE) 2018/1999 («Legislación europea sobre el clima»).

CONVOCATORIA 2025

PREMIO

GALICIA



CONSELLO GALEGO DE
ENXEÑEIROS TÉCNICOS INDUSTRIAIS



DIRIGIDO A PROYECTOS DE
APLICACIÓN INDUSTRIAL DE LA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

PREMIO: 1.800€

FECHA LIMITE: 30/09/25



Presentado el VIII Barómetro Industrial del COGITI-Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM)

Según se desprende de la encuesta del Barómetro Industrial del COGITI, realizada a cerca de 2.400 ingenieros de la rama industrial, el 78 % de los ingenieros del sector industrial considera necesario ampliar la vida útil de las centrales nucleares españolas.

Por octavo año consecutivo, se ha presentado, el pasado 2 de julio, el Barómetro Industrial del COGITI-Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), en cuyas páginas se incluye el informe "Una perspectiva económica de la situación de la industria en España". El Barómetro Industrial, elaborado por el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), con la colaboración de la Fundación Caja de Ingenieros, es un estudio sociológico en el que, a través de las respuestas ofrecidas por 2.388 Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de todos los ámbitos productivos y de toda la geografía española, se valora la situación actual del sector en España y su evolución, tanto a nivel nacional como regional, así como una serie de temas de actualidad.

Por su parte, el informe "Una perspectiva económica de la situación de la industria en España", que una vez más se incluye en esta edición del Barómetro ha sido elaborado por el Servicio de Estudios del Consejo General de Economistas de España (CGE) utilizando la última serie de datos disponible, y en él se analiza la situación de la industria desde un punto de vista económico, a la vez que hace una comparativa de la situación en las distintas comunidades autónomas, así como entre España y el resto de países europeos.

En la presentación participaron representantes de ambas organizaciones. Por parte del COGITI, su presidente, José Antonio Galdón (director, a su vez, de la Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial -UCAM-), y la coordinadora del Barómetro, Mónica Ramírez; y por



Mónica Ramírez, José Antonio Galdón, Miguel Gómez-Pavón, Miguel Vázquez y Salvador Marín (de izquierda a derecha de la imagen).

parte del CGE, su presidente, Miguel Vázquez Tain, y el director del Servicio de Estudios del CGE y coordinador del Informe, Salvador Marín. Ha cerrado el acto Miguel Gómez-Pavón, subdirector general de Estrategia y Ecosistemas Industriales (en funciones) del Ministerio de Industria y Turismo.

En su intervención, el presidente del COGITI, José Antonio Galdón, destacó la necesidad imperiosa de escuchar a los profesionales del sector y adoptar medidas enfocadas a la inversión y al desarrollo del tejido industrial, que permitan mejorar la competitividad en las pymes industriales. Además, puso especial énfasis en el modelo energético y en la necesidad de que sea estable, económico y seguro, además de un sector que impulse un nuevo tejido in-

dustrial y fortalezca nuestro camino hacia la autonomía estratégica. Por último, destacó la necesidad y oportunidad de la nueva Ley de Industria y Autonomía Estratégica, alineada con los objetivos europeos.

Por su parte, el presidente del CGE, Miguel Vázquez Tain, señaló que "la industria española, tras una lógica y destacada recuperación en 2021 y 2022 que siguió al drástico descenso de 2020, enfrenta un panorama mixto y volátil en 2023 y 2024, con signos que nos invitan a la prudencia y reflexión. A pesar de su importante efecto arrastre de la economía y su rol clave en la innovación, el sector mantiene un peso en el PIB inferior al de la media de la Unión Europea (14,72% en España frente al 20,10% de media en la UE-27

en 2023), lo que viene a indicarnos la necesidad de un fortalecimiento estructural y nuevas políticas para ganar músculo industrial y competitividad". En este sentido, Vázquez Tain se refirió al Proyecto de Ley de Industria y Autonomía Estratégica, al que definió como "una iniciativa legislativa de gran importancia y urgencia, que busca reemplazar una normativa con más de 30 años, y cuya aprobación y puesta en marcha no debería demorarse más, pues el plazo para presentar enmiendas en el Congreso se ha ampliado desde el mes de febrero más de veinte veces, la última hasta el 3 de septiembre, si no se extiende aún más".

Por otra parte, el director del Servicio de Estudios CGE y coordinador del Informe, Salvador Marín, manifestó que en este informe "tenemos luces y sombras en el comportamiento de las variables económicas de la industria española. Por un lado, con los datos oficiales disponibles a la fecha de redacción de este informe veíamos que 2022 mostró incrementos claros en la cifra de negocios (26,45%), el total de compras de bienes y servicios (30,65%) y el Excedente Bruto de Explotación (24%). Sin embargo, 2023 cerró con caídas en estas mismas variables, mientras que

el número de empresas y el personal ocupado también disminuyeron o apenas variaron positivamente". Por último, puso el acento en que "las cifras suelen ser frías y tozudas, por ello, si queremos que realmente el peso de la industria en el PIB español se situé en el porcentaje que se merece una economía como la española, hay que actuar sobre las palancas que hagan activar al terreno positivo y constante las magnitudes que año a año analizamos".

El subdirector general de Estrategia y Ecosistemas Industriales (en funciones) del Ministerio de Industria y Turismo, Miguel Gómez-Pavón, destacó que el proyecto de Ley de industria "va a permitir y responder a muchos de los retos que han salido hoy en esta mesa, y al mismo tiempo establecer un marco en el que podamos trabajar y coordinar de una manera más eficiente desde los distintos niveles de la Administración". También se refirió a la sostenibilidad y la transición energética (el reto de la descarbonización): "Cómo conseguir ser más eficientes, y que nuestros sectores industriales no se vean penalizados por la lucha contra el cambio climático, y a la vez generemos nuevas actividades tractoras que permitan desarrollar una industria más competitiva". Además,

manifestó su deseo de que este Barómetro Industrial continúe durante muchos años, "ya que es una publicación de referencia para los profesionales del sector". Y concluyó: "La industria española es competitiva y es sinónimo de empleo de calidad, como ha dejado patente el informe del Barómetro".

La coordinadora del VIII Barómetro Industrial, Mónica Ramírez, presentó las principales conclusiones del último informe, comparando los datos extraídos con los del año anterior, y explicó las respuestas que han aportados los ingenieros encuestados en diversas materias de actualidad por las que se les ha preguntado, como la creciente dificultad para captar talento cualificado en la industria, la necesidad de reforzar las medidas de defensa comercial en la Unión Europea frente a la competencia desleal de otros países extracomunitarios, la crisis del automóvil y la introducción del vehículo eléctrico en Europa, la dependencia europea de los materiales críticos, la reforma del mercado eléctrico, las consecuencias del cierre de las centrales nucleares o la integración de la Inteligencia Artificial en las empresas industriales españolas, entre muchas otras. Más información en www.cogiti.es.

La Ingeniería Técnica se reúne con representantes de alumnos y directores de Escuelas de Ingeniería para analizar problemáticas comunes

El pasado 24 de junio, el Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España (INGITE) organizó una reunión con representantes de alumnos y directores de Escuelas de Ingeniería para poner sobre la mesa problemáticas comunes. En primer lugar, el presidente de INGITE y COGITI, José Antonio Galdón Ruiz, dio la bienvenida a todos y explicó la problemática que supone el vertiginoso descenso de las vocaciones en todas las ramas de la Ingeniería. También se acusa un aumento de los Grados en Ingeniería no habilitante para la profesión, lo que, en opinión del INGITE supone un problema para los alumnos, que se ven obligados a cursar un Máster habilitante u otro Grado



Reunión del INGITE con alumnos y directores de Escuela, el pasado 24 de junio en la sede del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI).

habilitante, accediendo de esta manera dos años más tarde al mercado laboral. Y, además, tampoco pueden colegiarse porque no han obtenido un título universitario que les habilite para ejercer la profesión.

La secretaria técnica de INGITE, María Ángeles de Blas Cecilia, expuso los datos más destacados de la evolución de las matriculaciones en ingeniería en los últimos diez años, que se encuentran reflejados en los diversos informes que el INGITE ha presentado en el último año y que están disponibles en su página web (www.ingite.es).

Los representantes de alumnos, que asistieron a esta reunión, coincidieron en señalar que existe una falta de información previa a la matriculación, para saber si el Grado que eligen les habilita para la ejercer la profesión o no. «A veces, cuando por fin te enteras, ya estás matriculado y no tiene solución», comentaron.

Por parte de los directores de Escuela, alguno manifestó que las órdenes CIN vigentes, que son las que marcan las directrices para que una titulación sea habilitante o no para el ejercicio de las profesiones reguladas, eran antiguas y

habría que adaptarlas a las necesidades del mercado.

El INGITE aboga por una Ley de Ingeniería

Como conclusión, desde el INGITE se aboga por la aprobación de una Ley de la Ingeniería que ponga orden a la situación actual. El presidente comentó que “con una Ley de la Ingeniería se podría establecer un marco único, unificado e integrados para el ejercicio de la Ingeniería en España”, y por ello, se les ofreció a los alumnos y directores un borrador de texto de dicha Ley, para que fuese analizado.

El presidente de COGITI participa en la entrega de los VIII Premios de la Industria en España organizados por la Fundación TecnoVitae

Seis empresas de todo el país recibieron, el pasado 19 de junio, un merecido reconocimiento por su aportación al sector y a la sociedad, en general, en los VIII Premios de la Industria en España®, organizados por la Fundación TecnoVitae.

El Auditorio del Centro Cultural Miguel Delibes de Valladolid acogió la ceremonia de entrega de los galardones, en la que se congregaron cerca de 600 invitados.

TSK Sustainability Technologies Center (Gijón), Supergiz Salud (Madrid), Galletas Gullón (Palencia), Zunder (Palencia), Grupo CFI (Palencia) y Apolo Studio (Valladolid) han sido las empresas ganadoras de una edición en la que se han vuelto a batir récords de candidaturas recibidas, y que se ha caracterizado por el altísimo nivel de los participantes, procedentes de toda la geografía española.

La tercera empresa premiada ha sido Galletas Gullón, ganadora del Premio Alimentos de Valladolid a la mejor “Industria Agroalimentaria” por su decidida apuesta por productos saludables, sostenibles y de alta calidad. El presidente de la Diputación de Valladolid, Conrado Íscar, y José Antonio Galdón, presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) y del Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España (INGITE), han entregado el premio a Lourdes Gullón, presidenta de la compañía.



Conrado Íscar y José Antonio Galdón entregan el Premio Alimentos de Valladolid a la mejor “Industria Agroalimentaria” a Lourdes Gullón, presidenta de la compañía.

Otros reconocimientos

Los VIII Premios de la Industria en España han reconocido, además, la trayectoria profesional de Clemente González, fundador, propietario y presidente ejecutivo del Grupo Alibérico, y la labor de comunicación de la revista “Muy Interesante”, en las dos categorías especiales con las que cuenta el certamen.

La ceremonia de entrega ha arrancado con la intervención de Javier Escribano, director general de la Fundación TecnoVitae, quien ha dado a conocer a

los asistentes algunos de los proyectos que ha desarrollado la entidad en el último año. La presentadora de los Premios, Sara Escudero, ha tomado el testigo para poner las primeras notas de humor de la noche antes de que el presidente de TecnoVitae, Rafael Álvarez, haya dado la bienvenida a todos los asistentes con un breve discurso. La gala ha contado con la asistencia de decenas de personalidades del mundo de la política, la empresa y la sociedad. Más información en www.cogiti.es.

Norma UNE 20213 sobre la conservación de instalaciones eléctricas de baja tensión

La Asociación Española de Normalización (UNE), y el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) celebraron, el pasado 25 de junio, el Encuentro UNE-COGITI: "Presentación de la Norma UNE 20213 sobre la conservación de instalaciones eléctricas de baja tensión", claves para mejorar el mantenimiento de instalaciones eléctricas de baja tensión.

Durante la jornada, los profesionales del sector tuvieron la oportunidad de conocer de primera mano los criterios actualizados de esta nueva Norma, que establece directrices para el mantenimiento preventivo personalizado en instalaciones de baja tensión, apoyando y complementando el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

El encuentro sirvió para presentar una herramienta clave para el sector, pensada para facilitar el mantenimiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión mediante directrices que contribuyen a mejorar la

seguridad, fiabilidad y el servicio de estas. Además, se presentaron acciones básicas recomendadas para los mantenedores, adaptadas al tipo y características de cada instalación.

El acto comenzó con las intervenciones de José Antonio Galdón, presidente del COGITI, y Alfredo Berges, presidente de UNE, en la apertura y bienvenida al acto, quienes destacaron su colaboración.

David Jiménez, director técnico de AFME y secretario del CTN-UNE 202 / SC64 /GTVI, fue el primero en intervenir, y habló sobre las "Incidencias por falta mantenimiento de las instalaciones eléctricas". Luis Alberto Peñaloza, gestor de Proyectos de UNE, cuya ponencia trató sobre la "Elaboración de la Norma". José Carlos López Díaz-Regañón, representante del CTN-UNE 202 /SC6 4 /GT VI, que habló sobre el "Riesgo eléctrico para los usuarios". Francesc Amer, impulsor y ponente de



José Carlos López, David Jiménez, Alfredo Berges, José Antonio Galdón, Francesc Amer y Luis Alberto Peñaloza (de izquierda a derecha de la imagen).

la Norma, que explicó el trabajo que se ha realizado por parte del Comité Técnico que ha elaborado la Norma UNE 20213:2024, y presentó su contenido principal.

Al finalizar las ponencias, tuvo lugar un coloquio entre los ponentes participantes en la jornada. La clausura del encuentro estuvo a cargo de José Antonio Galdón Ruiz, presidente de COGITI. Más información en www.cogiti.es.

El COGITI participa en el CUIEET'32 y en la IV Olimpiada Nacional de Ingenierías Industriales

La Universidad de Cádiz ha celebrado, en la tarde del pasado 9 de julio, el acto de inauguración oficial del XXXII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET'32), un foro de referencia nacional en el ámbito de la docencia técnica universitaria. La cita ha tenido lugar en el salón de actos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Algeciras (ETSIA).

La ceremonia de inauguración del Congreso fue presidida por la vicerrectora del Campus Bahía de Algeciras de la UCA, María de la Luz Martín, acompañada por María Àngels Pèlach, presidenta de la Conferencia de Directores de Escuelas del Ámbito de la Ingeniería Industrial; José Antonio Galdón Ruiz, presidente del Consejo General de Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI); Javier Vázquez, teniente de alcalde delegado de Universidad del

Ayuntamiento de Algeciras; Marisa Bea, en representación del Consejo General de Colegios de Ingenieros Industriales; Domingo Villero, decano del Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Cádiz; Antonio Torrecilla, subdelegado del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental en el Campo de Gibraltar; y Paloma Curbillas, directora de la ETSIA.

Por otra parte, durante el acto se hizo entrega de los galardones correspondientes a la fase final de la IV Olimpiada Nacional de Ingenierías Industriales, que se celebró esa misma tarde en la Escuela de Algeciras. Se concedieron seis premios: primero, segundo y tercero en las categorías de 3.º y 4.º de ESO, y en la de Bachillerato y ciclos formativos. Esta iniciativa, promovida por la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería de Ámbito Industrial (CDEIAI), en colaboración con



Mesa inaugural del XXXII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET'32), el pasado 9 de julio en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Algeciras.

el Consejo General de Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI) y el Consejo General de Ingenieros Industriales de España, busca estimular el interés por las profesiones STEAM y premiar la excelencia académica del alumnado. La celebración de este encuentro en Algeciras coincide con el 50º aniversario de la ETSIA.

Celebrada la X edición del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica organizado por UAITIE

La Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE) entregó, el pasado 17 de junio, en el salón de actos del Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM), los premios de este concurso nacional, que este año ha alcanzado su décima década de existencia, consolidándose como la principal convocatoria juvenil de ciencia y tecnología a nivel nacional.

El evento comenzó con las palabras de bienvenida por parte del vicepresidente de la UAITIE, Fernando Martín Fernández, quien destacó el carácter transformador del certamen, orientado a despertar el interés de los jóvenes por las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) desde las primeras etapas educativas. En su intervención, subrayó la diversidad y profundidad de los proyectos presentados, muchos de ellos con alto compromiso social y medioambiental.

Por su parte, el presidente de la UAITIE, Ramón Grau Lanau, que participó de forma telemática, lanzó un emotivo mensaje institucional en el que felicitó a todos los participantes y resaltó el papel fundamental de esta iniciativa como motor de inspiración juvenil.

El acto comenzó con una bienvenida a cargo del vicesecretario y maestro de ceremonias, Luis Miguel Muñoz González, que introdujo la jornada: “Hoy celebramos no solo proyectos, sino sueños que se han materializado gracias al esfuerzo, la pasión y la curiosidad de una generación que quiere cambiar el mundo”, señaló.

Este aniversario ha destacado, además, por el número de candidaturas presentadas al concurso: 29 proyectos finalistas procedentes de 25 centros educativos de 9 comunidades autónomas (Andalucía, Comunidad Valenciana, Madrid, Navarra, Castilla y León, La Rioja, Castilla-La Mancha, Extremadura y Cantabria), con la implicación directa de cerca de 150 estudiantes. La edición 2025 ha supuesto un incremento del



Ganadores de la categoría de ESO posan con sus diplomas, entregados por el director de la Banca Institucional Caja de Ingenieros, Miguel Ángel Morales Ruiz-Tapiador, y por el gerente de Innovación Tecnológica (Dirección General de Investigación e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid), José Luis Belinchón Carmona.

38% en el número de trabajos respecto al año anterior, dato que reafirma la proyección nacional de este premio.

Reconocimiento al jurado y a los colaboradores

Durante el acto se rindió homenaje a la labor del jurado calificador, compuesto por representantes del ámbito académico, institucional y profesional, cuya evaluación ha sido esencial para garantizar la calidad del proceso. Asimismo, se agradeció la colaboración de las asociaciones territoriales y el apoyo continuo de la Fundación Caja de Ingenieros, patrocinadora histórica del certamen

desde sus primeras ediciones.

Seguidamente, tomaron la palabra los presidentes y representantes territoriales en cuyos ámbitos habían recaído los galardones en esta edición:

Castellón, mediante intervención telemática del vicepresidente, Vicent Prats Roca, que destacó la calidad de los finalistas, e hizo mención, especialmente, a los de la Comunidad Valenciana.

Asimismo, subrayó el acierto de “promover sinergias entre centros educativos de diversos territorios”, y la necesidad de “mantener viva la vocación investigadora en etapas tempranas”.

Alicante, que contó con la interven-

ción telemática también del presidente de la asociación de esta demarcación, Antonio Martínez-Canales Murcia, que felicitó a todos los participantes y, en especial, a los de su provincia, y apuntó que la integración de proyectos sociales “refuerza el perfil humanista de esta ingeniería técnica que representamos”.

Por parte de Toledo, en este caso de forma presencial, intervino el presidente territorial, Ángel Carrero Romero, quien agradeció el protagonismo otorgado a la Formación Profesional y los ciclos superiores: “Es inspirador ver cómo un alumno de CFGS lidera un prototipo con aplicaciones reales; eso dignifica a la Formación Profesional”.

Proyectos galardonados

Los tres proyectos premiados, en sus diferentes categorías, reflejan creatividad, utilidad y compromiso con la mejora social:

- ESO: “Proyecto NEXUS”, del IES Joan Coromines (Benicarló, Castellón), que tiene como objetivo desarrollar una herramienta para la detección temprana de cáncer de piel mediante técnicas no invasivas.
- Bachillerato: “Pulsera avisadora para personas con discapacidad auditiva”, del IES Pedro Ibarra Ruiz (Elche, Alicante), cuya misión es paliar la falta de accesibilidad para personas con discapacidad auditiva ante alarmas comunes y señales cotidianas, ya que traduce el aviso a vibración personalizada.
- Ciclos Formativos de Grado Superior (CFGS): “Posavasos con tecnología termoelectrica Peltier para automóviles”, del IES Laboral (Toledo), con el que se pretende aprovechar la diferencia de temperatura entre superficies calientes y frías para generar electricidad mediante módulos termoelectricos (TEG), y poder integrarlo en tubos, escapes o maquinaria industrial para reducir la huella energética y alimentar dispositivos auxiliares sin baterías.

Los estudiantes, acompañados de sus docentes y directores (una delega-

ción de cerca de 25 personas), “defendieron sus proyectos ante el público con brillantez, demostrando competencias en innovación, comunicación científica y conciencia social”.

Entrega de premios y clausura del acto

La entrega de galardones reunió a estudiantes, profesores y directores. El acto culminó con un mensaje inspirador de José Antonio Galdón Ruiz, presidente de COGITI, que clausuró la jornada con palabras “cargadas de orgullo y esperanza”. Felicitó a los premiados y resaltó la relevancia social de sus propuestas: “Estos proyectos demuestran que la juventud está preparada para liderar soluciones sostenibles y tecnológicas. La sociedad necesita referentes como los que hoy hemos conocido, capaces de dar respuestas a los desafíos del futuro desde la ética, la técnica y la ilusión. Estos jóvenes han demostrado que, con creatividad, formación y compromiso, es posible transformar la realidad que nos rodea”.

También tuvo palabras de reconocimiento para la UAITIE, impulsora del certamen: “Gracias a la perseverancia de esta organización y al esfuerzo continuado de sus asociaciones territoriales, hoy celebramos una década de siembra de vocaciones y de puesta en valor del talento juvenil en ingeniería”, concluyó. Más información en www.uaitie.es



Ganadores de la categoría de Bachillerato, junto a la vocal de la UAITIE y vicepresidenta del colectivo de Valencia, Angélica Gómez González, y el presidente del COGITI, José Antonio Galdón Ruiz.



Ganadores de la categoría CFGS, acompañados por el presidente del colectivo de Toledo, Ángel Carrero Romero, y el vicepresidente de la UAITIE, Fernando Martín Fernández.

José Manuel García Egea

Ceo de Nanocarbonoids

“Los materiales avanzados serán clave en defensa, infraestructuras críticas y logística portuaria”

Mónica Ramírez

José Manuel García Egea, graduado en Ingeniería Mecánica y colegiado en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de la Región de Murcia, es el CEO de Nanocarbonoids, una empresa de base tecnológica, fundada a finales de 2018 como “spin-off” de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Con una marcada vocación de transferencia de conocimiento, la compañía se ha consolidado como un referente en el desarrollo de materiales avanzados, como nanocomposites cerámicos y poliméricos reforzados, aplicables a sectores de alta exigencia como defensa, aeroespacial, naval, infraestructuras críticas y logística portuaria.

Gracias a un equipo joven y multidisciplinar, y una clara orientación hacia la industrialización de soluciones basadas en nanotecnología, Nanocarbonoids ha conseguido llevar a escala real materiales inteligentes capaces de mejorar la protección balística, optimizar el mantenimiento predictivo en infraestructuras o reducir la huella de carbono en entornos logísticos. Bajo el liderazgo de José Manuel García Egea, Ceo de Nanocarbonoids, la tecnología específica de la empresa está alineada con la estrategia de innovación y seguridad nacional impulsada desde el ecosistema Defence Tech español, y participa en proyectos estratégicos, tanto en España como en mercados internacionales emergentes.

¿Cuáles son los orígenes de Nanocarbonoids? ¿Cuáles fueron las motivaciones para constituir la empresa?

Nanocarbonoids nace con una clara vocación de transferencia tecnológica, desde la ciencia de materiales



José Manuel García Egea

“Nuestro equipo está compuesto por perfiles altamente técnicos, con sólida formación en ingeniería de materiales, química aplicada, nanotecnología y procesos industriales”

hacia aplicaciones industriales de alto valor añadido. Nos obstante, nacemos como un “spin off” de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Como ingeniero, siempre he sido consciente de la brecha entre los descubrimientos científicos y su implementación en sectores clave como defensa, energía o infraestructuras críticas. La empresa se fundó con el objetivo de cerrar esa brecha, apostando por materiales disruptivos como el grafeno, los MOF (metal-organic frameworks) y otras es-

tructuras de carbono avanzado. Hoy, esa visión se ha consolidado en una propuesta tecnológica que abarca campos tan amplios como naval, civil o espacial, con especial hincapié en el mundo de la defensa, pero con 3 líneas muy claras e independientes de producto, nanocomposites cerámicos, nanocomposites poliméricos, y nanocomposites poliméricos reforzados.

¿Qué tipo de perfiles tienen los investigadores?

Nuestro equipo está compuesto por perfiles altamente técnicos, con sólida formación en ingeniería de materiales, química aplicada, nanotecnología y procesos industriales. Nuestro equipo disfruta con lo que hace y contamos con profesionales jóvenes y apasionados (no en vano, la de edad media de nuestra plantilla es de 28 años), que vuelcan todo el “know-how” adquirido en múltiples proyectos, muchos de ellos en colaboración entre la universidad y el Ministerio de Defensa. Tenemos ingenieros químicos, especialistas en síntesis de nanomateriales, así como ingenieros mecánicos y electrónicos, lo que nos permite abordar proyectos desde una perspectiva multidisciplinar.

Pensamos que la clave está en combinar el conocimiento profundo en laboratorio con la capacidad de escalado industrial, el tan ansiado TRL9 o la madurez tecnológica combinada con la industrialización. Nuestros investigadores no solo dominan la formulación de materiales complejos, sino que entienden cómo integrarlos en procesos productivos reales, cumpliendo estrictas normativas de calidad, compatibilidad estructural y sostenibilidad. Esto cobra especial significado en el ámbito

“Los nanocomposites que desarrollamos en Nanocarbonoids permiten multiplicar las prestaciones de productos tradicionales sin incrementar su peso o volumen, lo cual es crucial en sectores donde la eficiencia y la ligereza son esenciales”

defensa; esta rigurosidad técnica es especialmente crítica, y nuestro equipo está capacitado para responder tanto a los requisitos científicos como a los operativos.

La empresa está especializada en materiales de última generación. ¿Qué aportan en materia de innovación estos materiales?

Los nanocomposites que desarrollamos en Nanocarbonoids permiten multiplicar las prestaciones de productos tradicionales sin incrementar su peso o volumen, lo cual es crucial en sectores donde la eficiencia y la ligereza son esenciales. Nuestra innovación se basa en la combinación de materiales novedosos, como todos los grafénicos, óxidos funcionalizados, resinas especiales y nanocompuestos, que aportan mejoras significativas en dureza, resistencia a la abrasión, disipación térmica, resistencia química, conductividad eléctrica y térmica, e incluso en la capacidad de sensorización integrada para instalaciones críticas.

Innovar en este campo no solo implica mejorar las propiedades mecánicas o térmicas, sino también desarrollar materiales “inteligentes” que interactúan con su entorno y aportan funciones adicionales, como monitorización en tiempo real o autodiagnóstico de fallos.

Asimismo, en aplicaciones civiles, por ejemplo, en infraestructuras, estamos implementando materiales capaces de detectar microfisuras o variaciones térmicas, anticipando fallos estructurales y facilitando el mantenimiento predictivo. Estos

avances suponen un salto cualitativo, alineado con las tendencias globales de materiales multifuncionales y tecnologías 4.0.

¿En qué ámbitos se pueden aplicar estas soluciones avanzadas?

Las aplicaciones de nuestras soluciones materiales son muy diversas, abarcando sectores estratégicos como defensa, aeroespacial, naval, energía, transporte, construcción avanzada y sistemas de sensorización estructural.

Nuestros materiales se diseñan para responder a exigencias muy específicas, que van desde la protección de personas, vehículos o infraestructuras en misiones de alto riesgo, hasta la reducción de peso y mejora de eficiencia en vehículos no tripulados y drones, o el aumento de la durabilidad y seguridad en infraestructuras críticas.

Por ejemplo, en defensa, nuestros nanocomposites poliméricos reforzados están siendo implementados en diferentes plataformas. Nuestras placas balísticas ultraligeras reforzadas con materiales cerámicos y grafénicos, que absorben impactos con un peso muy inferior al de las soluciones metálicas tradicionales, mejoran la movilidad y seguridad de los usuarios.

Nuestras soluciones ya son prescritas por fabricantes de helicópteros. Nuestra colaboración en la fabricación de helicópteros con tecnología nanocompuesta para protección balística ya está siendo implementada para dar respuesta a una de sus necesidades, concretamente en una línea de autogiros comercializados para el mercado hindú, abriendo una vía de internacionalización muy importante.

En el ámbito de las infraestructuras críticas, nuestros nanocomposites de matriz cerámica, tienen capacidades para poder testar edificios y obras civiles mediante sus capacidades conductivas, infraestructuras tan estratégicas como un puente o una embajada, que puedan ser de vital importancia.

En nuestra línea de trabajo de los nanocomposites poliméricos, hemos desarrollado, con diferentes socios, revestimientos con diferentes capacidades, que mejoran la huella de

carbono, y la optimización de los mantenimientos, gracias a nuestra línea de revestimientos “Smart-drop”, especialmente diseñados para la mejora del entorno logístico marítimo, ya no solo como “antifouling” marino, sino como revestimiento contra la oxidación.

Precisamente esta versatilidad en la aplicación de las soluciones, la tan comentada últimamente dualidad de las soluciones nos hace tener un enfoque transversal y multidisciplinar, que nos permite posicionarnos como un actor clave dentro de ecosistemas tecnológicos. Un ejemplo de esto es nuestra pertenencia al Clúster de Defensa de Murcia “Caetra”, en el que participamos activamente, y en ferias internacionales como FEINDEF 2025, consolidando nuestra proyección tanto nacional como internacional.

Y concretamente en lo que respecta al área de la Seguridad y Defensa, ¿qué aplicaciones tiene esta tecnología?

En el ámbito de la defensa, las aplicaciones son diversas. La tecnología que desarrollamos en Nanocarbonoids se centra en tres ejes fundamentales: la protección efectiva, la reducción del peso y la incorporación de inteligencia a los materiales.

Nuestras placas balísticas multicapas combinan refuerzos cerámicos y grafénicos, ofreciendo una absorción de impactos significativamente superior, con un peso mucho menor que los sistemas tradicionales metálicos o cerámicos puros. Esto mejora la movilidad, protección

“Las aplicaciones de nuestras soluciones materiales son muy diversas, abarcando sectores estratégicos como defensa, aeroespacial, naval, energía, transporte, construcción avanzada y sistemas de sensorización estructural”

“Actualmente, Nanocarbonoids cuenta con varias patentes nacionales propias y otras gestionadas para algunos de nuestros clientes, que protegen innovaciones en materiales nanocompuestos, procesos de fabricación y aplicaciones específicas, especialmente para defensa y aeroespacial”

de personal militar y sus vehículos, pero también, y esto cobra cada vez más interés, en la reducción de firma magnética, reducción que se ha mostrado muy importante en los teatros de Ucrania y Gaza.

Nuestros productos se pueden integrar en estructuras modulares ultraligeras para vehículos no tripulados, drones y autogiros, con alta rigidez y resistencia a condiciones extremas, así como en protección de infraestructuras críticas o vehículos ligeros blindados, lo que amplía las capacidades operativas en misiones complejas o incluso en infraestructuras críticas.

Nuestra tecnología está alineada con la estrategia de innovación y seguridad nacional impulsada desde el ecosistema Defence Tech español.

Nanocarbonoids forma parte de la aceleradora de empresas Defence-Tech, ¿qué puede contarnos de este proyecto?

Desde mi punto de vista, la aceleradora Defence-Tech que se gestiona desde el Centro Europeo de Empresas e Innovación de Cartagena (CEEIC), alimenta, gestiona y acelera el ecosistema creciente de la zona, clave para la innovación en defensa y seguridad, a nivel nacional.

Integra empresas tecnológicas, pero también fomenta la colaboración público-privada, y con los “grandes players”, como Navantia u otros, imprescindible para cumplir con los estrictos requisitos técnicos

y regulatorios del sector defensa. En este contexto, hemos potenciado alianzas estratégicas con otras startups y compañías consolidadas en el campo de los nanocomposites reforzados, lo que nos ha permitido ofrecer soluciones integradas y competitivas en protección balística o en otro tipo de productos que ayudan a la invisibilidad térmica y/o de diferentes longitudes de onda.

Por otro lado, en Cartagena, la Autoridad Portuaria y el Programa Puertos 4.0 de Puertos del Estado han colaborado con Nanocarbonoids en el desarrollo de Smart Drop. ¿En qué consiste?

Smart Drop, antes comentado, es un proyecto pionero que integra tecnologías en materiales avanzados para modernizar la gestión portuaria, especialmente enfocándose en la optimización de recursos y la mejora de los procesos de mantenimiento dentro del sistema logístico portuario.

Este sistema innovador permite una gestión más eficiente de los activos, reduciendo significativamente los costes operativos y de mantenimiento, al tiempo que contribuye a disminuir la huella de carbono del puerto.

El proyecto, respaldado por el Programa Puertos 4.0 de Puertos del Estado y la Autoridad Portuaria de Cartagena, es un ejemplo claro de cómo la nanotecnología puede converger para transformar sectores tan tradicionales como el portuario, aportando un valor tangible que posiciona a Cartagena como un “hub tecnológico” de referencia en el Mediterráneo y en el contexto nacional.

¿Qué nos puede contar sobre la protección intelectual de la tecnología que emplean?

Actualmente, Nanocarbonoids cuenta con varias patentes nacionales propias y otras gestionadas para algunos de nuestros clientes, que protegen innovaciones en materiales nanocompuestos, procesos de fabricación y aplicaciones específicas, especialmente para defensa y aeroespacial.

Estas patentes representan la base de nuestro “know-how” y creemos nos aseguran una ventaja competitiva. Además, estamos en

proceso de ampliar nuestra cartera con nuevas solicitudes, fruto de una intensa actividad en I+D+i, creemos que esta actividad nos ayuda a estar a la vanguardia tecnológica del sector.

¿Qué proyección internacional tiene en la actualidad y cuáles son las perspectivas a corto-medio plazo?

La proyección internacional de Nanocarbonoids es muy clara: consolidarnos en Europa y avanzar en mercados estratégicos como Ucrania, donde nuestras tecnologías han sido presentadas a los diferentes “players” del ecosistema, donde la demanda de materiales avanzados para defensa y tecnología es creciente, como todos sabemos.

Recientemente nos hemos aliado con la multinacional francesa Sopra Steria, en un proyecto para el ejército del aire, y esperamos internacionalizar la solución, al final proyecto, y que, gracias a esta alianza, podamos llegar a los grandes implementadores a nivel global.

En el corto plazo, estamos formalizando acuerdos con socios industriales también fuera de España. A medio plazo, buscamos establecer alianzas para fabricar algunos de nuestros productos en plantas de producción, y con alianzas estratégicas en sectores más maduros como los nanocomposites cerámicos o los poliméricos, sectores en los que ya contamos con patentes, buscando así que se garantice la escalabilidad. Mientras que las tecnologías que están protegidas por secreto industrial serán fabricadas por nosotros mismos en nuestras instalaciones

“Los retos principales incluyen la escalabilidad de la producción, certificación en sectores altamente regulados (defensa, aeroespacial) y la integración de nuestras tecnologías en cadenas de suministro complejas”

“Mi formación en Ingeniería Mecánica es un pilar esencial para el liderazgo técnico y estratégico en Nanocarbonoids. Esta base me permite abordar los proyectos con una visión integral que combina rigor científico, comprensión profunda de materiales y procesos industriales”

de Cartagena, bajo nuestra estricta supervisión.

¿Cuáles son los principales retos que tiene por delante la empresa? ¿y los próximos proyectos a la vista?

Los retos principales incluyen la escalabilidad de la producción, certificación en sectores altamente regulados (defensa, aeroespacial) y la integración de nuestras tecnologías en cade-

nas de suministro complejas.

Otro desafío es mantener la innovación continua, adaptándonos a las nuevas necesidades del mercado y anticipando requerimientos futuros en materiales funcionales.

En cuanto a proyectos, trabajamos en nuevos nanocomposites y nanomateriales para el almacenamiento de determinados gases, como CO₂ o H₂, proyectos que han sido diseñados para una aplicación nítida en el sector de la defensa.

Como graduado en Ingeniería Mecánica, ¿qué valor piensa que le aportan sus conocimientos y capacidades a la hora de liderar y llevar a cabo los proyectos de la empresa?

Mi formación en Ingeniería Mecánica es un pilar esencial para el liderazgo técnico y estratégico en Nanocarbonoids. Esta base me permite abordar los proyectos con una visión integral que combina rigor científico, comprensión profunda de materiales y procesos industriales, y capacidad para optimizar diseños y procesos de fabricación.

Mi bagaje en diferentes ámbitos y responsabilidades a lo largo de los años en las empresas donde he desa-

rollado mi carrera profesional, principalmente en el ámbito industrial, y más concretamente en la multinacional de derivados del cemento Truccsa, a la postre mayor accionista de Nanocarbonoids, nos ha dado ese bagaje operacional, viajes y exportaciones de diferentes materiales con valor añadido a todos los continentes.

Me ha educado en el análisis de los proyectos y problemas con diferentes ángulos de vista, y a acometer este proyecto con la ilusión con la que personalmente lo afronto.

Además, facilita la comunicación fluida entre los diferentes equipos multidisciplinares, desde investigadores en nanotecnología, hasta especialistas en producción, asegurando que nuestras soluciones no solo sean innovadoras, sino también industrialmente viables y alineadas con las necesidades reales del mercado.

La combinación de formación técnica con experiencia en gestión permite al ingeniero guiar a la empresa hacia una posición de liderazgo, fomentando una cultura de calidad, innovación continua y sostenibilidad, que son los valores fundamentales para afrontar los retos futuros del sector.



El equipo de ingenieros de Nanocarbonoids analiza una de las placas certificadas según estándar OTAN, una vez ensayadas.

Carolina Senabre Blanes

Doctora en Ingeniería Mecánica y profesora titular de la Universidad Miguel Hernández de Elche

“Es necesario visibilizar referentes femeninos en ciencia y tecnología, y fomentar el interés por las disciplinas STEM entre las niñas y jóvenes”

Mónica Ramírez

En un mundo donde la ingeniería y la tecnología avanzan a un ritmo vertiginoso, resulta imprescindible visibilizar referentes femeninos que inspiren y abran camino a las nuevas generaciones. Carolina Senabre Blanes es uno de esos referentes. Ingeniera por la Universidad Politécnica de Valencia y doctora en Ingeniería Mecánica por la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), desarrolla desde hace más de dos décadas una intensa labor como investigadora, docente y promotora de la transferencia de conocimiento entre la universidad y el tejido productivo.

Especializada en el ámbito de la automoción, las energías renovables y la predicción energética mediante inteligencia artificial, su trabajo ha sido reconocido con múltiples galardones nacionales e internacionales, incluyendo el premio a la mejor tesis doctoral de España en 2014. Además de su prolífica trayectoria académica, con más de 70 proyectos y contratos de investigación dirigidos o en los que ha participado, ha sido impulsora de iniciativas clave como la creación de un sistema patentado para la medición de la frenada en vehículos, y representante universitaria en el programa de emparejamiento Ciencia-Política en la Comunidad Valenciana.

Carolina Senabre forma parte del elenco de las profesionales que han sido elegidas para participar en la iniciativa “Mujeres ingenieras de éxito y su impacto en el desarrollo industrial”, el programa que hace varios años puso en marcha la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE), y que incluye la exposición itinerante “Mujeres ingenieras de éxito”, que recorre los distintos Colegios Oficiales de Graduados



Carolina Senabre Blanes

e Ingenieros Técnicos Industriales de España.

A lo largo de esta entrevista, nos habla de sus comienzos, de sus líneas de investigación más relevantes, de los desafíos que enfrentan las mujeres en las disciplinas STEM, y del papel que debe jugar la universidad en el desarrollo de soluciones tecnológicas que impacten positivamente en la sociedad.

Ingeniera por la Universidad Politécnica de Valencia y doctora en Ingeniería Mecánica por la Universidad Miguel Hernández de Elche. ¿Qué le llevó a estudiar realizar estudios de Ingeniería y más concretamente en la especialidad de Mecánica?

Desde muy joven me sentí atraída por las ciencias, y en particular por la física. Siempre me fascinó comprender cómo funcionan las cosas, desde los mecanismos más simples hasta los sistemas más complejos. La física me ofrecía una manera lógica y estructurada de inter-

pretar el mundo que me rodea, y eso despertó en mí una gran curiosidad y deseo de aprender más.

A la hora de elegir una carrera universitaria, no tuve muchas dudas: me decanté por la ingeniería porque buscaba una formación que no solo me ofreciera una sólida base científica, sino también una vertiente práctica y orientada a la resolución de problemas reales. Dentro de las diferentes ramas de la ingeniería, opté por la especialidad de mecánica porque es, en mi opinión, la que permite una aplicación más directa y tangible de los principios físicos. La ingeniería mecánica combina teoría, diseño, cálculo y creatividad, y me pareció el campo ideal para desarrollar todo ese conocimiento en física que tanto me apasionaba, aplicándolo a la creación y mejora de dispositivos, estructuras y sistemas que forman parte de nuestra vida cotidiana.

Además, esta especialidad ofrece una gran versatilidad profesional y un amplio abanico de salidas, lo que también influyó en mi decisión. A lo largo de mi formación y trayectoria, he confirmado que tomé la decisión adecuada, ya que la ingeniería mecánica me ha permitido crecer tanto a nivel técnico como personal, enfrentándome a retos muy diversos que han enriquecido profundamente mi experiencia profesional.

¿Cómo fueron sus comienzos en el ámbito profesional?

Mis primeros pasos en el ámbito profesional comenzaron durante la etapa universitaria, realizando prácticas en dos empresas: Estampado Prato, ubicada en Muro de Alcoy, y Perfil 10, en la localidad de Bocairente. Estas experiencias fueron determinantes en mi formación, no solo por el aprendizaje técnico, sino también por la oportunidad de entender el funcionamiento real del entorno empresarial y productivo. Por ello, siempre

animo a los estudiantes a que aprovechen las oportunidades de realizar prácticas en empresa, ya que constituyen un complemento esencial a la formación académica. Contar con el apoyo de los tutores académicos durante este primer acercamiento al mundo laboral es una ventaja enorme que facilita la transición del ámbito educativo al profesional.

Durante mi estancia en estas empresas, me involucré activamente en proyectos centrados en la mejora de la eficiencia productiva. Diseñé sistemas enfocados al ahorro energético y a la optimización de procesos de producción, basándome en estudios de “métodos y tiempos”. Estas propuestas llevaron a la implementación de mejoras significativas en las plantas de producción, tanto en términos de costes como de organización y rendimiento. Fue una etapa muy enriquecedora, que me permitió aplicar mis conocimientos teóricos a problemas reales y tangibles.

Tras esta etapa inicial, di un giro hacia la docencia y trabajé durante casi dos años en el colegio La Salle de Alcoy. Esta experiencia me permitió desarrollar habilidades pedagógicas y descubrir una vocación por la enseñanza que hasta entonces no había explorado en profundidad. Más adelante, asumí el cargo de directora de obras en la empresa Ingeniería y Construcciones SB s.l, donde estuve aproximadamente año y medio. Esta posición supuso un nuevo reto, con una gran responsabilidad técnica y de gestión, y me aportó una visión más global del proceso constructivo y del trabajo en equipo multidisciplinar.

Estas experiencias tan diversas, tanto en el sector industrial como en la docencia, me llevaron a reflexionar sobre cuál era el camino profesional que más se ajustaba a mis intereses y aspiraciones. Me di cuenta de que disfrutaba enormemente con ambas facetas: el trabajo práctico aplicado al entorno empresarial y el contacto con la enseñanza y la formación. Por ello, finalmente decidí orientar mi carrera hacia el ámbito universitario, incorporándome como personal docente e investigador en la Universidad Miguel Hernández. Esta elección me permitió, y sigue permitiéndome, mantenerme conectada con los dos mundos: el docente y el investigador, así como con el entorno empresarial a través de proyectos de transferencia de conocimiento y colaboración. Es una combinación que me

resulta muy gratificante y que considero fundamental para aportar valor desde la universidad, tanto a los estudiantes como al tejido productivo.

Desde 2001 es investigadora en el Laboratorio de Vehículos del Área de Ingeniería Mecánica del Departamento de Ingeniería Mecánica y Energía del Instituto de Investigación en Ingeniería de Elche – I3E, y profesora a tiempo completo en la ciudad Universidad Miguel Hernández. ¿Cuáles son las principales líneas de investigación que lleva a cabo?

Desde que me incorporé al Instituto de Investigación en Ingeniería de Elche (I3E), he centrado mi labor investigadora en distintas líneas relacionadas con la ingeniería mecánica y energética, siempre con una clara orientación hacia la transferencia tecnológica y la aplicación práctica de los resultados. El objetivo fundacional del I3E ha sido precisamente ese: constituirse como un centro universitario capaz de coordinar, impulsar y ejecutar acciones científico-técnicas en el ámbito de las tecnologías industriales y de telecomunicación (<https://i3e.umh.es/inicio/objetivos/>). En este sentido, el Instituto promueve un enfoque multidisciplinar e integrador que permite establecer sinergias entre grupos de investigación afines, optimizar recursos y aumentar la repercusión social y tecnológica de los proyectos desarrollados.

Dentro del Instituto, colaboro en dos grandes áreas: la ingeniería eléctrica y la ingeniería mecánica. En el ámbito de la ingeniería eléctrica, participamos en investigaciones vinculadas al aprovechamiento de energías renovables, con especial foco en la energía solar. Algunas de las líneas en las que trabajamos incluyen el análisis de instalaciones solares, el desarrollo de sistemas de autoconsumo con energía fotovoltaica, el dimensionamiento de instalaciones, tanto conectadas a red como aisladas, y la creación de modelos avanzados para la predicción del consumo energético en el corto plazo. También estamos desarrollando sistemas de clasificación de consumos y estudiando la generación distribuida basada en fuentes renovables, con el objetivo de mejorar la eficiencia energética y fomentar un modelo energético más sostenible.

En lo que respecta a la ingeniería mecánica, mi trabajo se ha centrado princi-

“En lo que respecta a la ingeniería mecánica, mi trabajo se ha centrado principalmente en el ámbito de la automoción, a través del Laboratorio de Vehículos. Con la colaboración de otros profesores del área, llevamos a cabo estudios sobre el comportamiento y las prestaciones de neumáticos, incluyendo su respuesta de frenada mediante modelización matemática en bancos de rodillos”

palmente en el ámbito de la automoción, a través del Laboratorio de Vehículos. Colaborando con otros profesores del área, llevamos a cabo estudios sobre el comportamiento y las prestaciones de neumáticos, incluyendo su respuesta en frenada mediante modelización matemática en bancos de rodillos, como los que se utilizan en las estaciones de inspección técnica de vehículos. También investigamos en áreas como el control del mantenimiento y envejecimiento técnico de los vehículos, el uso de adhesivos estructurales en chasis y carrocerías de vehículos industriales, y el análisis biomecánico de sistemas de seguridad pasiva en vehículos de pasajeros.

Además, desarrollamos herramientas de ensayo específicas, como bancos y utillajes para pruebas mecánicas, y analizamos el comportamiento dinámico de vehículos industriales, aplicando estos estudios al diseño de carrocerías especiales. Otro de los campos de interés es el estudio de la emisión sonora derivada de la rodadura de los neumáticos, con el objetivo de mejorar el confort y reducir la contaminación acústica.

En conjunto, estas líneas de investigación no solo permiten avanzar en el conocimiento científico, sino que también fortalecen la conexión entre la uni-

versidad y el tejido industrial, facilitando la transferencia de tecnología y la innovación aplicada. Este equilibrio entre docencia, investigación y colaboración con empresas es precisamente lo que da sentido a mi trayectoria profesional en la Universidad Miguel Hernández.

En 2013 finalizó su tesis doctoral, titulada “Estudio y modelización del comportamiento de frenada de vehículos sobre banco de rodillos de ITV”, y un año después, en 2014, obtuvo el premio a la mejor tesis doctoral nacional y otros 6 premios al mejor artículo en congresos internacionales. ¿Qué suponen para usted estos reconocimientos?

Estos reconocimientos representan, ante todo, la recompensa a un proceso largo y exigente de aprendizaje, esfuerzo y dedicación. Durante cinco años trabajé intensamente en el análisis del comportamiento de los vehículos durante la frenada, centrándome específicamente en los ensayos realizados sobre bancos de rodillos en las estaciones de ITV. Fue un proyecto que combinó tanto investigación experimental como modelización matemática, y que requirió una inmersión profunda en la física del vehículo y en los métodos de inspección técnica.

Durante este tiempo, uno de mis principales objetivos académicos fue generar conocimiento riguroso y de calidad, lo que se tradujo en la obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA) y en la publicación de diversos artículos científicos en revistas de alto impacto, como “Vehicle Design”, entre otras. Estas publicaciones no solo fueron necesarias para poder defender la

“Recibir el premio nacional a la mejor tesis doctoral y los galardones internacionales a varios de mis artículos fue una enorme satisfacción. Más allá del reconocimiento externo, supusieron una confirmación de que el trabajo realizado tenía un impacto real”

tesis, sino que también formaban parte de un propósito más amplio: aportar valor al campo de la ingeniería mecánica y contribuir a la mejora de un sistema crítico para la seguridad vial.

Desde el punto de vista personal, me motivaba especialmente poder evidenciar la variabilidad existente en las mediciones de frenada realizadas en las estaciones de ITV. Mi intención era poner de manifiesto la necesidad de mejorar los métodos de ensayo, con el fin de garantizar una mayor fiabilidad en los diagnósticos técnicos y, en consecuencia, reducir el número de accidentes relacionados con fallos en el sistema de frenos.

Recibir el premio nacional a la mejor tesis doctoral y los galardones internacionales a varios de mis artículos fue una enorme satisfacción. Más allá del reconocimiento externo, supusieron una confirmación de que el trabajo realizado tenía relevancia científica, aplicación práctica y un impacto real. Pero, sobre todo, estos logros son el reflejo de una motivación constante por aprender, por investigar y por avanzar en un área que me apasiona profundamente.

Precisamente, ha patentado un nuevo sistema de medición de la frenada en vehículos. ¿Qué puede contarnos sobre ello?

Sí, efectivamente, fruto de los años de investigación dedicados al análisis del comportamiento en frenada de los vehículos, hemos desarrollado y patentado un sistema innovador de medición del momento de frenado que mejora significativamente la precisión y fiabilidad respecto a los métodos tradicionales utilizados en estaciones de ITV.

Este nuevo sistema se caracteriza por medir directamente el momento de frenado (M_f) generado durante la acción del pedal de freno, a través de un banco de ensayo específico. A diferencia de los bancos convencionales basados en arrastre mediante rodillos, este sistema suspende completamente el vehículo, evitando el contacto de las ruedas con el suelo, y hace girar las ruedas a través de un sistema de accionamiento motorizado individual para cada una. Este movimiento controlado se gestiona con precisión mediante encoders, que permiten mantener una velocidad constante en las ruedas antes de la frenada.

Uno de los elementos clave de esta patente es el sistema de sujeción ajustable

que transmite el movimiento a las ruedas. Este puede adaptarse tanto al tamaño del neumático como a la llanta, asegurando que no se produzcan deslizamientos durante la prueba. Además, el recorrido del pedal de freno es accionado y medido con un mecanismo específico que se adapta a distintas configuraciones de vehículos, garantizando así la repetibilidad de las condiciones de prueba.

Durante el ensayo, las ruedas giran a revoluciones constantes gracias al par tractor proporcionado por los motores, y una vez que el pedal de freno es accionado por completo, se mide el tiempo y la fuerza necesarios para detener completamente las ruedas. La fuerza de frenado se capta mediante un sensor de torsión acoplado al eje del motor mediante una barra metálica, lo que permite obtener valores de par con alta precisión.

Una de las principales ventajas de este sistema reside en su alta repetitividad y fiabilidad, ya que elimina muchas de las variables externas que afectan a los sistemas convencionales, como las pérdidas por fricción entre neumático y rodillos, o las diferencias de peso en el eje motriz. Al centrarse en la relación directa entre el recorrido del pedal y el momento de frenado, se consigue una representación más real y precisa del estado del sistema de frenos del vehículo.

Finalmente, los resultados se presentan en forma de gráficas de par de freno en función del recorrido del pedal, lo que permite un análisis más completo y detallado del rendimiento del sistema de frenado. Este avance supone una mejora sustancial, tanto para los procesos de inspección técnica, como para el desarrollo de futuros sistemas de control y mantenimiento predictivo en vehículos.

Además, ha dirigido y participado en más de 70 proyectos y contratos de investigación. De entre todos ellos, ¿cuáles destacaría?

A lo largo de mi trayectoria he participado en más de 70 proyectos de investigación, pero destacaría especialmente aquellos desarrollados en colaboración con el Área de Ingeniería Eléctrica desde 2014, con Red Eléctrica de España, sobre la predicción de la demanda eléctrica en el corto plazo, mediante modelos híbridos que combinan redes neuronales con modelos matemáticos

clásicos. Esta herramienta es esencial para optimizar el sistema eléctrico, ya que permite ajustar la generación a la demanda real, reduciendo costes y mejorando la eficiencia del sistema.

Otra línea de investigación relevante ha sido el análisis del autoconsumo fotovoltaico como fuente de energía renovable. Su expansión, especialmente a partir de 2019, ha supuesto un cambio significativo en el modelo energético, y su correcta integración requiere herramientas avanzadas de predicción y planificación. Estas investigaciones han contado con el respaldo de programas de financiación autonómicos y nacionales, lo que ha permitido desarrollar modelos con un margen de error inferior al 2% y mantener una línea de trabajo sólida y continua.

Esta investigación no solo tiene un alto valor científico, sino también un impacto directo en la sociedad. En el contexto del desarrollo sostenible y los objetivos del Horizonte 2030, mejorar la predicción eléctrica y fomentar el autoconsumo contribuye a un sistema energético más eficiente, limpio y económico.

Por otra parte, en 2023 fue seleccionada miembro del programa de emparejamiento Ciencia-Política en la Comunidad Valenciana. ¿En qué consiste esta iniciativa?

Formar parte del programa de emparejamiento Ciencia-Política en la Comunidad Valenciana ha sido una oportunidad única para acercar el conocimiento científico a la toma de decisiones políticas. Esta iniciativa, promovida por la asociación Ciencia en el Parlamento junto con la Red de Universidades Valencianas para el fomento de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación (RUVI), forma parte del programa europeo Science Meets Regions del Joint Research Center (JRC) de la Comisión Europea. Su objetivo es establecer colaboraciones efectivas y sostenibles entre la comunidad científica y los responsables políticos, especialmente en torno a los retos de la transición verde y la sostenibilidad.

Como investigadora seleccionada en representación de la Universidad Miguel Hernández, junto con la profesora Herminia Puerto, mi labor se centró en facilitar el diálogo técnico-científico con representantes políticos de las Corts de Valencia, ayudando a incorporar evi-

dencia científica en la formulación de políticas públicas. Esto incluye identificar las áreas clave de actuación en materia energética, medioambiental o de sostenibilidad, explicar cómo se genera el conocimiento científico en estos ámbitos y establecer puentes con los responsables públicos a nivel local, regional y autonómico.

Esta iniciativa marcó un hito importante, ya que la Comunidad Valenciana es la primera región en España en implementar este programa a nivel autonómico. El emparejamiento entre científicos y políticos tuvo el propósito de fomentar un intercambio real y útil entre ambos mundos. La meta final es avanzar hacia un modelo de gobernanza más informado, transparente y comprometido con los grandes desafíos sociales y ambientales del presente y el futuro.

Desde 2001 ha impartido docencia en diversas titulaciones, y concretamente en los Grados de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica y Automática, y en el Máster de Instalaciones Térmicas y Eléctricas. ¿Qué es lo que más le gusta de dar clase?

Disfruto enormemente de la docencia; es una de las facetas más gratificantes de mi profesión. Lo que más me motiva es ver cómo los estudiantes comprenden los conceptos, se implican activamente en su aprendizaje y, en la mayoría de los casos, logran superar con éxito la asignatura. Es especialmente satisfactorio cuando percibo que las clases despiertan su interés, que hacen preguntas, que relacionan lo aprendido con problemas reales y que comienzan a desarrollar un pensamiento técnico propio.

Me gusta también el reto de adaptar la forma de enseñar a diferentes perfiles de estudiantes, buscar nuevas formas de explicar los contenidos para que resulten más claros y útiles, y fomentar un ambiente participativo donde se valore el esfuerzo, la curiosidad y el pensamiento crítico. Sentir que puedes influir positivamente en su formación y en su futuro profesional es, sin duda, una gran responsabilidad, pero también una fuente constante de motivación.

Además, la docencia me permite mantenerme actualizada y en contacto permanente con los fundamentos de la ingeniería, ya que explicar requiere entender en profundidad. Es un proceso bidireccional: mientras los alumnos

“En cuanto al programa de emparejamiento Ciencia-Política en la Comunidad Valenciana, y como investigadora seleccionada en representación de la Universidad Miguel Hernández, junto a la profesora Herminia Puerto, mi labor se ha centrado en facilitar el diálogo técnico-científico con representantes políticos de las Corts de Valencia, ayudando a incorporar evidencia científica en la formulación de políticas públicas”

aprenden, yo también aprendo de ellos, de sus dudas, de sus enfoques y de su forma de pensar. Esa interacción continua es lo que convierte a la enseñanza en una experiencia enriquecedora, dinámica y siempre estimulante.

¿Qué porcentaje hay, de media, de alumnas por clase? ¿Faltan vocaciones femeninas en el ámbito de la Ingeniería?

En la asignatura de Dibujo Técnico, que imparto en primer curso del Grado en Ingeniería Mecánica en la Universidad Miguel Hernández, el porcentaje de alumnas sigue siendo notablemente inferior al de alumnos varones. Concretamente, en el curso 2022/23 la proporción de alumnas fue del 14,2%; en 2023/24 ascendió ligeramente al 14,7%, y en el último curso académico alcanzó el 17,7%. Aunque es cierto que se observa una tendencia creciente, el número de mujeres sigue siendo muy reducido en comparación con sus compañeros varones.

Estos datos reflejan claramente que aún faltan vocaciones femeninas en el

ámbito de la ingeniería. Las mujeres están subrepresentadas en estas titulaciones, a pesar de que tienen las mismas capacidades y un enorme potencial para destacar en ellas. Es necesario seguir trabajando desde etapas tempranas del sistema educativo para romper estereotipos de género, visibilizar referentes femeninos en ciencia y tecnología, y fomentar el interés por las disciplinas STEM entre las niñas y jóvenes.

Promover la igualdad en el acceso a estas titulaciones no solo es una cuestión de justicia, sino también de enriquecimiento del propio sector. La diversidad de perspectivas, ideas y enfoques es clave para una ingeniería más creativa, inclusiva y adaptada a los retos del futuro.

¿A qué piensa que es debido? ¿Qué iniciativas o medidas se podrían llevar a cabo para cambiar esta situación?

La baja presencia de mujeres en las titulaciones de ingeniería se debe a una combinación de factores, entre los que destacan la falta de información adecuada, los estereotipos de género profundamente arraigados y la escasez de referentes femeninos visibles en edades tempranas. Desde muy pequeñas, muchas niñas no se sienten identificadas con las disciplinas STEM porque, en su entorno educativo y social, apenas ven modelos de mujeres que hayan

“Entre mis objetivos a corto plazo está seguir avanzando en la investigación científica, publicando artículos en revistas de alto impacto, que contribuyan al conocimiento en el ámbito de la ingeniería mecánica y energética. Al mismo tiempo me interesa intensificar la transferencia de conocimiento hacia el sector productivo”

destacado en estos campos.

Un ejemplo claro es el contenido de los libros de texto, donde los logros científicos y tecnológicos suelen atribuirse casi exclusivamente a hombres. Sin embargo, la historia está llena de mujeres brillantes que han hecho contribuciones fundamentales: Ada Lovelace, pionera de la programación; Hedy Lamarr, inventora de tecnologías precursoras del WiFi; Grace Hopper, creadora de los primeros lenguajes de programación; o Edith Clarke, primera ingeniera eléctrica en EE.UU., entre muchas otras (Beulah Louise Henry, Sarah Matter, Edith Clarke, Olive Wetzel Dennis, Mary Anderson, Elizabeth MacGill, Nancy Burr Deloye Fitzroy, Barbara Crawford Johnson, Helen Greiner etc). Todas ellas merecen ser conocidas y reconocidas. Por eso, creo que sería necesario revisar los materiales educativos de Primaria, ESO y Bachillerato, e incorporar referentes femeninos en las asignaturas de ciencia, tecnología, informática y matemáticas.

Además, debemos transmitir a las niñas y jóvenes que la ingeniería no tiene género, y que su talento es imprescindible para construir una sociedad más justa, innovadora y eficiente. La diversidad en los equipos de trabajo no solo enriquece los procesos de diseño y resolución de problemas, sino que evita errores derivados de una visión parcial o sesgada. Necesitamos ingenieras no solo por igualdad, sino porque su perspectiva aporta valor. Apostar por la inclusión de mujeres en ingeniería es apostar por el progreso. Vale la pena esforzarse por aquello que apasiona, porque la ingeniería no solo abre puertas profesionales, sino que plantea retos, permite evolucionar constantemente y, sobre todo, ofrece la satisfacción de disfrutar con lo que haces.

¿Cuáles son sus próximos proyectos?

Entre mis objetivos a corto y medio plazo está seguir avanzando en la investigación científica, publicando artículos en revistas de alto impacto, que contribuyan al conocimiento en el ámbito de la ingeniería mecánica y energética. Al mismo tiempo, me interesa especialmente intensificar la transferencia de conocimiento hacia el sector productivo, colaborando con empresas del ámbito de la automoción y del sector energético. Creo firmemente que la in-

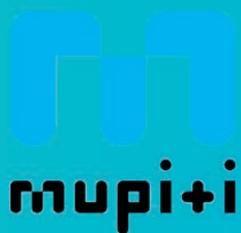
“Los datos reflejan claramente que aún faltan vocaciones femeninas en el ámbito de la ingeniería.

Las mujeres están subrepresentadas en estas titulaciones, a pesar de que tienen las mismas capacidades y un enorme potencial para destacar en ellas. Es necesario seguir trabajando desde etapas tempranas del sistema educativo para romper estereotipos de género y visibilizar referentes femeninos en ciencia y tecnología”

vestigación debe tener un impacto real y tangible en la sociedad, y esa conexión entre universidad y empresa es fundamental para lograrlo.

En ese sentido, mis próximos proyectos buscarán precisamente ese equilibrio: mantener una línea de investigación sólida y rigurosa, pero siempre con una clara orientación hacia la aplicación práctica de los resultados. Ya sea a través del desarrollo de nuevas tecnologías, la mejora de procesos industriales o la optimización de sistemas energéticos, mi objetivo es que el conocimiento generado se traduzca en innovación útil.

No obstante, los dos grandes retos que acompañan a cualquier ingeniero investigador —y no solo en etapas iniciales, sino a lo largo de toda su carrera— son, por un lado, el acceso y la gestión de fuentes de financiación, cada vez más competitivas, y por otro, mantener una visión aplicada que permita que los resultados científicos no se queden en el laboratorio, sino que sirvan para resolver problemas reales, mejorar tecnologías existentes o incluso dar lugar a nuevos productos. Enfrentar ambos desafíos con compromiso y perseverancia es clave para avanzar en una carrera investigadora con impacto.



Premio MUPITI

Convocatoria 2025

Fecha Límite: 30/09/2025

Ingeniería para las personas

Premio: 2.000€





FRANKFURT

>> Formnext 2025, la principal feria internacional de impresión 3D y fabricación aditiva, celebrará su próxima edición en noviembre, con España como país invitado

Formnext, la principal feria internacional de impresión 3D y fabricación aditiva, celebrará su próxima edición del 18 al 21 de noviembre de 2025 en Frankfurt.

El evento de referencia refleja la creciente importancia de la producción industrial inteligente, e invita a descubrir una amplia variedad de soluciones de producción innovadoras a lo largo de toda la cadena de procesos, incluido el software, materiales, así como nuevas tecnologías de impresión, sistemas de fabricación y servicios.

Cada edición atrae a miles de expertos internacionales de diferentes industrias, que quieren mantenerse al día de los últimos desarrollos, desde automoción, tecnología médica y dental, construcción y arquitectura, hasta ingeniería mecánica, joyería, etc.

Como centro de la fabricación aditiva, Formnext es una plataforma central de información para expertos en impresión 3D industrial y profesionales de la producción de una amplia gama de sectores.

En Formnext, un gran número de países e industrias de la comunidad de la fabricación aditiva aprovechan la oportunidad para experimentar la fabricación aditiva en vivo y en persona. El programa complementario también ofrece una amplia gama de inspiración adicional sobre los últimos desarrollos y perspectivas de futuro, además de numerosas maneras de establecer nuevos contactos.

En España, la comunidad de fabricación aditiva se ha desarrollado con fuerza en los últimos años, convirtiéndose en una de las más importantes de Europa. La presencia española en Formnext también ha crecido de forma constante y España será el país invitado en esta edición.

BILBAO

>> +INDUSTRY amplía su alcance para abarcar un amplio abanico de sectores usuarios de la fabricación avanzada

Del 23 al 25 de febrero de 2027, el Bilbao Exhibition Centre (BEC) se transformará en el mayor punto de encuentro dedicado al Smart manufacturing del país. Un foro de negocios global en el que convivirán visitantes altamente especializados y firmas expositoras de todo el mundo.

Esta plataforma global, destacada por su carácter práctico y las demostraciones en vivo, se encuentra en un momento de expansión para dar respuesta a la evolución de la industria y acoger a todos los sectores y visitantes del smart manufacturing.

De esta forma, con la incorporación de weAR al conjunto de ferias de +INDUSTRY, se incorporan nuevos sectores visitantes de alto interés para el conjunto de los expositores de las ferias que integran este gran encuentro de fabricación avanzada.

La última edición se ha celebrado del 3 al 5 de junio en el Bilbao Exhibition Centre (BIC), con la participación de 873 firmas procedentes de 18 países. +INDUSTRY 2025 ha cerrado sus puertas con



la participación de 12.120 visitantes y un balance altamente positivo.

La presentación de cerca de 1.500 productos por parte de 873 firmas expositoras ha reforzado el efecto multiplicador de +INDUSTRY. El espacio expositivo ha ofrecido soluciones muy innovadoras en sectores clave como la automatización, la robótica, la subcontratación y el suministro, la digitalización, la fabricación aditiva y las bombas y válvulas, abarcando la totalidad de los procesos esenciales de la fabricación industrial y sus tendencias más disruptivas.

BARCELONA

>> +IAMT-Advanced Machine Tools y el Metal Industry 4.0 Congress, la gran feria de máquina-herramienta

El Congreso Metal Industry 4.0, que volverá a celebrarse en 2027 en Fira de Barcelona, ofrece a los directivos de plantas industriales y de la cadena de suministro una perspectiva en la que estas tecnologías tienen sentido para integrarlas de forma innovadora que optimice sus procesos e impulse su competitividad.

El Congreso de la Industria Metalúrgica 4.0 reunirá de nuevo el contenido más relevante para profesionales de las industrias de automoción, ferrocarril, aeronáutica, energía, construcción, hostelería y refrigeración. Desde las tendencias en fabricación inteligente hasta los procesos competitivos y la eficiencia energética, expertos de la industria manufacturera compartirán su experiencia aplicable a múltiples sectores, especialmente a los relacionados con la transformación del metal y sus industrias auxiliares.

En el congreso se podrá encontrar desde la concreción de casos de éxito presentados por las propias industrias, hasta sesiones magistrales que fomentan la reflexión y orientan sus decisiones ante los retos y necesidades del mercado, convirtiéndolo en una cita ineludible para los profesionales que quieren impulsar su fábrica hacia el futuro.

AMT-Advanced Machine Tools es la cita que cada dos años reúne en Barcelona las últimas soluciones en el ámbito de la máquina-herramienta. Una feria y congreso destinado a profesionales de la industria manufacturera en la que conocer de primera mano las últimas innovaciones en maquinaria, herramientas y equipos auxiliares, junto a las nuevas tecnologías que están transformando nuestras fábricas y procesos productivos.

La última edición se ha celebrado del 8 al 10 de abril en Fira de Barcelona. Durante tres días, el Industry 4.0 Congress y el Metal Industry Congress han aportado más de 150 horas de presentaciones, debates, casos de éxito y experiencias industriales, gracias a la participación de más de 420 líderes y expertos y expertas de la industria, que han explicado las claves para implementar nuevos modelos de negocio y mejorar los procesos de fabricación.

Advanced Factories, y junto a ella AMT – Advanced Machine Tools, son ahora la cita obligatoria para los profesionales de la industria que quieren estar a la última en soluciones, tecnologías, herramientas y maquinaria para mejorar la productividad de su planta de fabricación y convertir la manufactura española en un referente internacional.

El encuentro bienal para el sector del metal y la máquina-herramienta, que tiene lugar cada dos años, se ha celebrado nuevamente de forma simultánea con Advanced Factories.



MÁLAGA

>> DES-Digital Enterprise Show 2025, el mayor evento en Europa sobre tecnologías exponenciales e Inteligencia Artificial

Durante sus tres jornadas, celebradas del 10 al 12 de junio en Málaga, cerca de 18.000 directivos de 36 países han conocido las últimas innovaciones digitales del mercado que están incrementando la competitividad y eficiencia de empresas, organizaciones y administraciones públicas.

La última jornada de DES2025 ha tenido como protagonista la digitalización de las administraciones públicas. Un proceso no exento de retos, y también prioridades, para el despliegue de la IA en España, teniendo en cuenta el actual contexto regulatorio europeo. No obstante, la transformación digital de las administraciones públicas no puede medirse solo en términos tecnológicos. Así lo han planteado diferentes expertos que han debatido sobre gobernanza del dato e IA.

Dentro del escenario actual, la computación cuántica comienza a abrirse paso en los organismos públicos como una herramienta con gran potencial para mejorar la gestión de recursos, garantizar la soberanía digital y reforzar la seguridad en la custodia de contenidos. Los especialistas en DES2025 han apuntado, respecto a esta materia, que la colaboración público-privada será clave para aprovechar esta herramienta en ámbitos como la justicia, la ciberseguridad o la planificación urbana.



DES2025 ha reunido a más de 600 expertos que han analizado el futuro del sector tecnológico.

BILBAO

>> **Expo FoodTech 2025 reivindica la innovación, el talento y la colaboración para consolidar España como país referente en Europa en el sector foodtech**

El Bilbao Exhibition Centre (BEC) ha acogido, del 13 al 15 de mayo, la quinta edición de Food 4 Future – Expo FoodTech 2025. En paralelo, se ha celebrado Pick & Pack for Food Industry 2025, un encuentro focalizado en el packaging y la logística aplicada al sector de la alimentación y las bebidas.

Durante los tres días que ha durado esta cumbre del sector alimentario, más de 250 empresas expositoras líderes del sector, como Agrobank, AZTI, Beckhoff Automation, Basque Food Cluster, Christeyns, CNTA, Cocuus, Eurecat, Ibernova, IFR, Leitat, Tecna- lia y Basque Culinary Center, entre otras, han mostrado soluciones punteras en foodtech, robótica, automatización, maquinaria de procesado y envasado, seguridad alimentaria y ciencia aplicada a la producción en la alimentación.

De este modo, F4F – Expo FoodTech 2025 se convierte, una vez más, en el evento más importante del sector, reuniendo a más de 8.000 profesionales procedentes de toda la cadena de valor agroalimentaria, que han tenido la oportunidad de descubrir las últimas innovaciones concebidas para automatizar y digitalizar las plantas de producción de su industria, así como los últimos desarrollos en materia de envase, embalaje y logística.

Asimismo, en el marco del evento, ha tenido lugar una nueva edición del mayor congreso europeo sobre innovación alimentaria, el Food 4 Future World Summit, donde se han dado a conocer estrategias innovadoras y casos de éxito que están impulsando la evolución del mercado de la alimentación y bebidas. Sin duda, se trata de una oportunidad ineludible para cualquier profesional que quiera llevar su empresa al máximo nivel de competitividad e innovación.

Además de contar con la zona expositiva y congresual, Expo FoodTech 2025 tiene espacios destinados a fomentar el encuentro y la creación de sinergias entre los diferentes actores clave del sector. Entre las actividades organizadas para cumplir con este objetivo, destacan los FoodTech Innovation Awards 2025, unos galardones que premian a las compañías más innovadoras en ámbitos como la tecnología, la sostenibilidad, el packaging circular o la logística inteligente.



MADRID

>> **GENERA y MATELEC se celebrarán en el marco de la Semana Internacional de la Electrificación y la Descarbonización**

Un total de 29.000 m² ya han sido adjudicados para GENERA y MATELEC, que se celebrarán, en el marco de la Semana Internacional de la Electrificación y la Descarbonización, del 18 al 20 de noviembre de 2025 en IFEMA MADRID.

Esta Semana Internacional, que integra las citadas ferias, continúa avanzando a muy buen ritmo en su proceso de comercialización. La alta demanda confirma el gran interés que despierta este nuevo proyecto ferial, referencia del sur de Europa para la transición energética, que cuenta con el apoyo del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y el Ministerio de para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Este crecimiento sostenido refleja la excelente acogida del proyecto impulsado por IFEMA MADRID, que apuesta por una visión integral del ecosistema energético. La Semana Internacional de la Electrificación y la Descarbonización se consolida así como el gran punto de encuentro para fabricantes, distribuidores, instaladores, ingenierías, empresas de servicios energéticos y administraciones, tanto nacionales como internacionales.

Por ello, se espera seguir sumando empresas a este proyecto con el objetivo de superar los 50.000 visitantes profesionales, en una gran convocatoria que reafirma a Madrid como capital europea de la transición energética y electrificación, posicionando a GENERA y MATELEC como eventos estratégicos para impulsar el desarrollo sostenible y la competitividad del sector.

La edición 2024 de Matelec contó con 550 expositores que aportaron un contenido único e innovador, dando respuesta y solución a las necesidades reales e inmediatas de los 24.000 profesionales de más de 64 países.

Por su parte, Genera está dirigida a un amplio colectivo de profesionales de consultorías, ingenierías, construcción, comercio, usuarios industriales de energía, fabricantes y distribuidores de equipos, instaladores y empresas de mantenimiento, y promotores de proyectos energéticos. A ello hay que unir universidades y centros de investigación, prescriptores y promotores inmobiliarios, las administraciones públicas y, en general, a todos los profesionales relacionados con el mundo de la eficiencia energética y las energías renovables en el compromiso hacia la neutralidad climática.



VILADECANS (BARCELONA)

>> CONAMA Local: una historia de sostenibilidad compartida desde los territorios

La próxima edición del Congreso Nacional del Medio Ambiente CONAMA Local se celebrará del 2 al 4 de diciembre de 2025 en la ciudad de Viladecans, con la colaboración de su Ayuntamiento y la Diputación de Barcelona. Este nuevo encuentro pondrá en valor el papel clave que juegan los municipios en la acción climática, en la adaptación urbana al cambio climático, la innovación en servicios públicos y la gobernanza participativa. El CONAMA Local en Viladecans se centrará en cambio climático, en su doble vertiente: descarbonización y resiliencia, y tendrá como ejes temáticos: energía, movilidad, economía circular, naturaleza y adaptación.

Viladecans 2025 será un nuevo capítulo en esta historia compartida, un espacio de trabajo colectivo y un motor de impulso para que los territorios lideren el cambio. Desde la Fundación Conama siguen comprometidos con hacer del CONAMA Local una herramienta útil, viva y transformadora, al servicio de quienes construyen sostenibilidad desde el territorio.

Desde su nacimiento en 2001, el Encuentro de Pueblos y Ciudades por la Sostenibilidad (CONAMA Local) se ha convertido en un espacio para construir, desde lo territorial, una sostenibilidad arraigada en las necesidades reales de las ciudades y comunidades. Impulsado por la Fundación Conama, este foro itinerante nació con una vocación clara: llevar el debate ambiental más allá de Madrid, promoviendo un diálogo multiactor en las diferentes regiones del país.

CONAMA Local ha recorrido numerosos municipios de la geografía española, desde Victoria-Gasteiz hasta Málaga, pasando por Valen-



Siete ciudades españolas presentan sus proyectos para ser climáticamente neutras en la última edición de Conama Local, en marzo de 2023, organizado por la Fundación Conama y el Ayuntamiento de Zaragoza.

cia, Toledo, Zaragoza, entre otros. En cada edición el foro ha sabido adaptarse al contexto y prioridad del territorio anfitrión, facilitando el intercambio de experiencias, el diseño de propuesta innovadora y la creación de alianzas para impulsar políticas públicas más sostenibles.

Este formato descentralizado, complementario al Congreso Nacional del Medio Ambiente que se celebra en Madrid cada dos años, ha puesto de manifiesto la importancia de abordar la sostenibilidad desde una perspectiva territorial. Requiere escucha activa, enfoque local y una fuerte implicación de actores diversos: administraciones públicas, empresa, academias y ciudadanía organizada. Todos ellos han encontrado en el CONAMA Local un espacio común para compartir conocimientos, crear soluciones adaptadas a los retos específicos de cada territorio.

EL INGENIOSO INGENIERO/Pablo Saorin



Alan Turing, el visionario que descifró “Enigma” y soñó con máquinas pensantes

Alan Turing, el matemático británico que imaginó máquinas capaces de pensar, es hoy una de las figuras más admiradas e influyentes en la historia de la tecnología y las ciencias de la computación. Sin embargo, detrás de sus aportaciones y su papel determinante en la Segunda Guerra Mundial, se esconde la trágica historia de un hombre que fue perseguido y destruido por la intolerancia de su tiempo.

Mónica Ramírez

«¿Pueden las máquinas pensar?» es la pregunta que se hacía Alan Turing en 1950, formulando así una de las cuestiones más provocadoras y adelantadas de su tiempo. Aquel joven matemático británico, de mente extraordinaria y carácter introvertido, no solo revolucionó la lógica y las matemáticas, sino que también ayudó a cambiar el curso de la Segunda Guerra Mundial con su singular inteligencia. Sin embargo, la paradoja de su vida fue que, a pesar de sus destacadas aportaciones, terminó siendo víctima de la incomprensión y la intolerancia de la sociedad en la que le tocó vivir.

Hoy día, su nombre permanece entre los más grandes de la historia de la ciencia, junto a Newton, Darwin o Einstein. Padre de la computación moderna, pionero de la inteligencia artificial, y héroe silenciado en aquel momento, Alan Turing fue mucho más que el hombre que venció a Enigma.

Los primeros pasos de una mente brillante

Alan Mathison Turing nació el 23 de junio de 1912 en Maida Vale, Londres. Su padre, Julius Mathison Turing, era funcionario del gobierno colonial británico en la India, y su madre, Ethel Sara Stoney, descendía de una familia angloirlandesa. A pesar de la estabilidad económica, Alan creció en un ambiente marcado por la rigidez victoriana y la ausencia frecuente de sus padres, pues viajaban a menudo por cuestiones laborales, por lo que durante varios años vivió con su hermano en la casa de un matrimonio retirado del ejército.

Desde pequeño, Turing mostró una extraordinaria habilidad para las matemáticas y una fascinación por los rompecabezas. Su curiosidad era insaciable, y ya desde los primeros años de



Alan Turing (1912-1954) en la Universidad de Princeton, en 1936. Fuente: Wikimedia Commons/ Dominio público.

La visión de Turing anticipó la posibilidad de construir una máquina universal programable, es decir, un ordenador capaz de realizar múltiples tareas simplemente modificando las instrucciones que ejecutaba

su educación se interesó por fenómenos científicos, realizando experimentos caseros y cuestionando todo lo que le rodeaba. A los trece años ingresó en la prestigiosa Sherborne School, donde

chocó con un sistema educativo anclado en las humanidades clásicas, que consideraba las ciencias como una disciplina secundaria. A pesar de ello, su pasión por las matemáticas y la física fue a más.

Fue en Sherborne donde Alan conoció a Christopher Morcom, compañero de estudios, amigo íntimo y su primer amor. Morcom compartía su entusiasmo por la ciencia y fue la persona que más apoyó sus inquietudes intelectuales. Sin embargo, la prematura muerte de Christopher, a causa de tuberculosis bovina, dejó una huella imborrable en el joven Turing. Su duelo se transformó en una profunda reflexión sobre la mente, el alma y la naturaleza de la conciencia, temas que luego influirían decisivamente en sus teorías sobre inteligencia artificial.

Sus estudios universitarios y las semillas de la revolución digital

En 1931, Turing ingresó en el King's College de la Universidad de Cambridge, donde pronto destacó por sus trabajos en matemáticas puras. Fue allí donde comenzó a estudiar las cuestiones más profundas de la lógica matemática, la teoría de números y la computabilidad, influido por las ideas de Bertrand Russell y Ludwig Wittgenstein, aunque en constante debate con este último.

Su genio fue reconocido rápidamente, y en 1935 fue elegido miembro de la universidad, con apenas 23 años. Durante este periodo, trabajó bajo la tutela de Godfrey Harold Hardy, uno de los matemáticos británicos más respetados de la época. Más tarde, entre 1936 y 1938, continuó sus estudios en la Universidad de Princeton, en Estados Unidos, bajo la dirección del matemático y lógico Alonzo Church, que había formulado el cálculo lambda, otro modelo de computación.

Fue precisamente en este contexto cuando Turing publicó, en 1936, su trabajo “On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem”, en el que introdujo el concepto de la “Máquina de Turing”, un modelo teórico de una máquina capaz de ejecutar cualquier proceso algorítmico. La tesis de Church-Turing, derivada de estos trabajos, se convirtió en uno de los principios fundacionales de la informática teórica, postulando que cualquier función que pueda ser computada por medios efectivos puede ser realizada por una máquina de Turing.

Aunque este modelo era abstracto, la visión de Turing anticipaba ya la posibilidad de construir una máquina universal programable, es decir, un ordenador capaz de realizar múltiples tareas simplemente modificando las instrucciones que ejecutaba.

Descifrando Enigma: el héroe secreto de la guerra

En septiembre de 1939, un día después de que el Reino Unido declarara la guerra a Alemania, Alan Turing fue reclutado por la Escuela Gubernamental de Código y Cifrado (GC&CS), con sede en Bletchley Park, Buckinghamshire. Allí se encontraba el centro neurálgico del esfuerzo de inteligencia británico, cuya misión era descifrar las comunicaciones secretas del ejército alemán.

El desafío principal era la máquina Enigma, un complejo dispositivo de cifrado electromecánico inventado por el ingeniero alemán Arthur Scherbius. Enigma utilizaba rotores que permutaban las letras de los mensajes, generando más de 150 millones de millones de combinaciones posibles. Además, los códigos se modificaban a diario, haciendo casi imposible descifrar los mensajes sin conocer la configuración exacta.

A través de ecuaciones y cálculos, el equipo liderado por Turing encontró pautas en los mensajes, con lo que pudieron descubrir una pequeña parte de su funcionamiento. Sin embargo, todavía no podían descifrarlos. Fue entonces cuando Turing se preguntó: «¿Y si para luchar contra una máquina como Enigma hiciese falta otra máquina?».

Inspirándose en los avances de los matemáticos polacos Marian Rejewski, Jerzy Rózycki y Henryk Zygalski, que habían realizado las primeras investigaciones sobre Enigma, Turing diseñó la “Bombe”, una máquina electromecáni-

ca que automatizaba el proceso de búsqueda de las configuraciones correctas. Esta innovación permitió a los aliados descifrar un volumen masivo de comunicaciones nazis, especialmente las enviadas por los submarinos U-Boot en el Atlántico, que amenazaban las rutas de suministro británicas.

Historiadores como Hugh Sebag-Montefiore y David Kahn coinciden en señalar que el trabajo de Turing fue decisivo para la victoria aliada, acortando la guerra entre dos y cuatro años, y salvando alrededor de catorce millones de vidas. Sin embargo, el secreto militar impuesto sobre estas operaciones mantuvo en la sombra su papel durante décadas.

El padre de la inteligencia artificial

Tras la guerra, Turing se volcó en el diseño y desarrollo de los primeros ordenadores programables. En el Laboratorio Nacional de Física, concibió el ACE (Automatic Computing Engine), uno de los primeros proyectos de ordenador digital. Posteriormente, en la Universidad de Mánchester, colaboró en el desarrollo del Manchester Mark I, uno de los primeros ordenadores electrónicos con almacenamiento de programas.

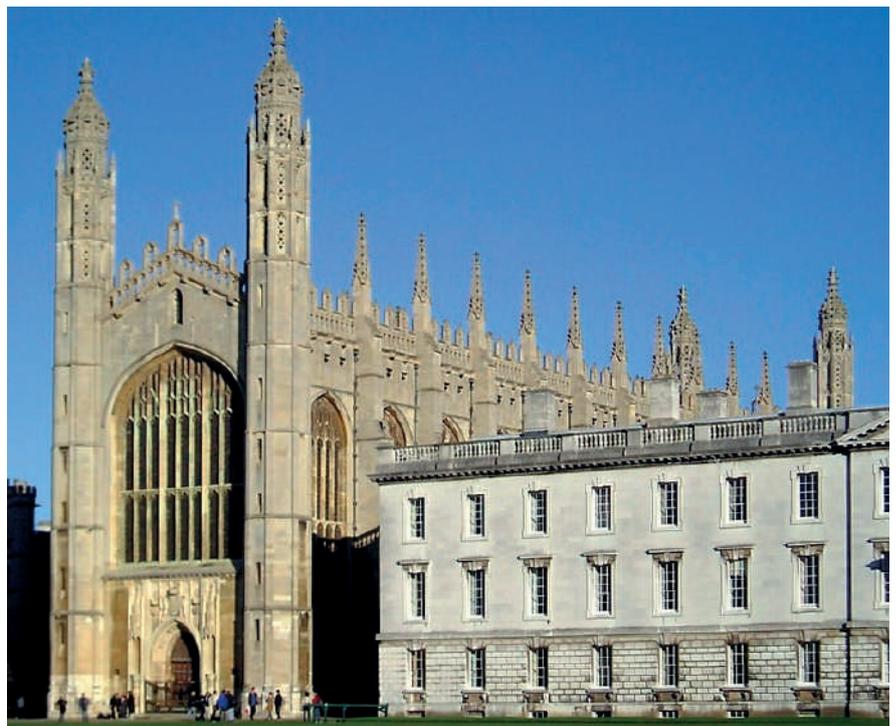
Pero su pensamiento fue mucho más allá de la mera computación numérica. Turing vislumbró la posibilidad de má-

quinas capaces de aprender y razonar, sentando así las bases de la inteligencia artificial. En 1950, publicó el artículo “Computing Machinery and Intelligence”, donde introdujo el experimento conocido como la prueba de Turing, con la que propuso un criterio para evaluar si una máquina podía considerarse inteligente.

«Propongo que, en lugar de preguntar si las máquinas pueden pensar, consideremos si pueden imitar el comportamiento humano al punto de que no podamos distinguirlos», escribió. Esta idea ha inspirado décadas de debates filosóficos y avances científicos. Desde los “chatbots” hasta los asistentes virtuales actuales, pasando por los sistemas de aprendizaje automático, la influencia de Turing sigue presente en cada rincón de la inteligencia artificial.

Primer programa de ajedrez por computadora

Entre 1948 y 1950, y en colaboración con un antiguo compañero, D. G. Champernowne, empezó a escribir un programa de ajedrez para un ordenador que aún no existía. En 1952 trató de implementarlo en el Ferranti Mark I, pero por falta de potencia, el ordenador no fue capaz de ejecutar el programa. En su lugar, Turing jugó una partida en la que reprodujo manualmente los cál-



El King's College de Cambridge, donde estudió en 1931 y se convirtió en miembro en 1935. Su sala de informática lleva actualmente su nombre. Fuente: Wikimedia Commons/Christian Richardt/CC BY-SA 3.0.



La máquina electromecánica "Bombe" replicaba la acción de varias máquinas Enigma. Fuente: Wikimedia Commons/Messybeast/CC BY-SA 3.0.

culos que hubiera hecho el ordenador, costando alrededor de hora y media en efectuar un movimiento. Una de las partidas llegó a registrarse, y el programa perdió frente a un colega de Turing, Alick Glennie.

La belleza de los patrones: Turing y la biología matemática

En los últimos años de su vida, Turing volvió a sorprender al mundo científico al incursionar en la biología matemática, específicamente en el estudio de la morfogénesis: la formación de patrones y estructuras en los seres vivos. En 1952 publicó su trabajo "The Chemical Basis of Morphogenesis", donde propuso modelos matemáticos para explicar cómo las células, partiendo de condiciones homogéneas, pueden organizarse y generar patrones como las manchas de los felinos o las espirales de las plantas.

Sus ecuaciones de reacción-difusión, aunque inicialmente recibidas con escepticismo, hoy son consideradas fundamentales en la biología del desarrollo. La idea de que la interacción entre dos sustancias químicas puede generar complejos patrones autoorganizados ha sido confirmada en numerosos experimentos y sigue inspirando investigaciones en genética, ecología y medicina.

El trágico final de un genio

A pesar de sus contribuciones cruciales a la ciencia y la humanidad, la vida personal de Turing se convirtió en objeto

de persecución. En 1952, fue procesado por homosexualidad tras denunciar un robo cometido por un amante ocasional. Durante la investigación policial, Turing reconoció su orientación sexual, lo que le valió una acusación formal por "indecencia grave y perversión sexual", el mismo cargo que había llevado a la cárcel a Oscar Wilde medio siglo antes.

El sistema judicial británico le ofreció dos opciones: la prisión o la castración química mediante la administración de estrógenos. Turing, convencido de que no había cometido ningún crimen, eligió el tratamiento hormonal. Los efectos secundarios fueron devastadores: impotencia, aumento de peso, ginecomastia (crecimiento de pechos) y una profunda depresión.

El 7 de junio de 1954, Alan Turing fue encontrado muerto en su casa de Wilmslow, Cheshire. A su lado, una manzana mordida, presuntamente impregnada de cianuro. Aunque la versión oficial fue suicidio, las circunstancias exactas de su muerte siguen siendo motivo de debate. Algunos biógrafos sugieren que podría haber sido un accidente relacionado con sus experimentos químicos. Otros, que podría haber sido víctima de un asesinato político, debido a los secretos que manejaba.

Reconocimiento a su legado

Durante décadas, la figura de Turing permaneció en el olvido, silenciada por

el secretismo militar y la vergüenza social de su condena. No fue hasta finales del siglo XX que la comunidad científica y la sociedad comenzaron a reconocer su enorme contribución.

En 2009, tras una intensa campaña pública impulsada por activistas y científicos, el primer ministro británico Gordon Brown ofreció una disculpa oficial en nombre del Gobierno. En 2013, la reina Isabel II le concedió un indulto póstumo, reconociendo la injusticia histórica de su condena.

En la actualidad, Alan Turing es reconocido como uno de los padres de la informática y de la inteligencia artificial. Su rostro aparece en el billete de 50 libras esterlinas, y el prestigioso Premio Turing, considerado el "Nobel" de la computación, honra cada año a las contribuciones más destacadas en el campo.

Pero su verdadero legado va más allá de las máquinas. Turing nos enseñó que el pensamiento, la creatividad y la inteligencia no tienen fronteras, y que la intemperancia puede apagar vidas, pero jamás las ideas.

El visionario que enseñó a las máquinas a pensar continúa inspirando a científicos, ingenieros y soñadores en todo el mundo. Su historia nos recuerda que el verdadero avance de la humanidad no depende solo de la tecnología, sino de nuestra capacidad para respetar la diversidad, la inteligencia y la libertad.

Mupiti Vida

PRÉSTAMO

¿Qué pasaría si...

...algún día?
faltas ?



Seguro de vida vinculado a préstamo hipotecario

El **Seguro Mupiti Vida Préstamo** es un seguro cuya cobertura básica es el fallecimiento por cualquier causa, siendo el beneficiario la entidad financiera por el importe pendiente de amortizar. La diferencia hasta el capital asegurado tendrá como beneficiarios a los que el mutualista haya designado.

La cuota se calcula en función de la edad del mutualista y de los capitales asegurados, siendo anual y prepagable, con la opción de fraccionarlo con periodicidad mensual, trimestral o semestral.

Más información en:
900 820 720
virginia@mupiti.com
www.mupiti.com



Décima edición del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica de UAITIE: una década sembrando vocaciones ingenieriles

La Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE) ha celebrado en 2025 la décima edición del consolidado "Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica". Este certamen se ha convertido en referente nacional en la promoción de disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) entre estudiantes de ESO, Bachillerato y Ciclos Formativos de Grado Superior.

En esta edición histórica se presentaron cerca de 30 proyectos desarrollados por más de 150 estudiantes de diversas comunidades autónomas. El concurso, con el respaldo de Caja de Ingenieros, mantiene su objetivo de acercar la tecnología al entorno preuniversitario mediante iniciativas con aplicación práctica y social.

La ceremonia de entrega de premios se celebró el 17 de junio en Madrid, con representación institucional, académica y profesional. Los proyectos galardonados destacaron por su innovación, como: "una herramienta para la detección precoz del melanoma mediante inteligencia artificial", "un dispositivo para personas con discapacidad auditiva" y "una solución sostenible aplicada al sector de la automoción". Los equipos proceden de Institutos de Enseñanza Secundaria de Castellón, Alicante y Toledo.

La información se amplía en la página 74 de esta publicación.

UAITIE visibiliza la ingeniería femenina con una campaña audiovisual por el Día Internacional de la Mujer en la Ingeniería

Con motivo del Día Internacional de la Mujer en la Ingeniería (23 de junio), UAITIE impulsó una campaña de sensibilización orientada a visibilizar el liderazgo femenino en este ámbito. La acción, difundida en redes sociales y medios institucionales, se estructuró en torno a vídeos testimoniales de ingenieras que actúan como referentes para las nuevas generaciones.

Cada una de estas piezas audiovisuales ha estado vinculada simbólicamente a una palabra, componiendo progresivamente una frase revelada en el video final el 23 de junio: "La ingeniería toma decisiones importantes, que deciden el futuro del pla-



Protagonistas del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica 2025.



Foto de familia de la visita de la exposición "Mujeres Ingenieras de Éxito", en Cádiz.

neta. Para liderar este cambio con éxito, hombres y mujeres debemos hacerlo en igualdad."

El mensaje se refuerza visualmente mediante un globo que se infla en cada vídeo, simbolizando el impacto acumulado del talento femenino en el desarrollo del sector.

La exposición "Mujeres Ingenieras de Éxito" brilla en Cádiz, en una jornada dedicada al liderazgo femenino

Durante el mes de mayo, la provincia de Cádiz acogió una nueva parada de la exposición itinerante "Mujeres Ingenieras de Éxito", iniciativa impulsada por la UAITIE que ha recorrido ya más de 20 ciudades del país.

El evento central se celebró el 15 de mayo, en el marco de la jornada "Mujeres en la Industria Gaditana", organizada por la Confederación de Empresarios de Cádiz (CEC), la Universidad de Cádiz y la Diputación Provincial, de la mano de las instituciones gaditanas de nuestro colectivo. La Escuela Superior de Ingeniería del campus de Puerto Real fue el escenario de este foro, que reunió a profesionales, estudiantes y representantes institucionales.

El evento, organizado en colaboración con el Instituto Andaluz de la Mujer,

Cuando la igualdad diseña el camino, la ingeniería construye un futuro más justo para todos

Feliz día de las mujeres Ingenieras

Creatividad diseñada para la campaña audiovisual por el Día Internacional de la Mujer en la Ingeniería.



El presidente de UAITIE, Ramón Grau, impone la Insignia de Oro a Cesáreo González.

fue además una oportunidad para tender puentes entre la comunidad educativa y el sector industrial, y promover un modelo profesional más inclusivo, equilibrado y representativo.

León acoge el homenaje al ingeniero Cesáreo González con la 90ª Insignia de Oro de la UAITIE

En un emotivo acto celebrado en León, UAITIE concedió su 90ª Insignia de Oro al ingeniero técnico industrial Cesáreo González García, como reconocimiento a su destacada trayectoria profesional y su prolongada dedicación al engrandecimiento de la profesión. La ceremonia, que tuvo lugar el pasado 24 de mayo en su tierra natal, León, reunió a familiares, compañeros de profesión y representantes institucionales.

El acto estuvo cargado de simbolismo y gratitud, rememorando hitos relevantes de la vida profesional y corporativa del galardonado. Con este galardón, UAITIE no solo rinde tributo a una trayectoria ejemplar, sino que fortalece su compromiso con el reconocimiento de quienes, desde el ejercicio profesional y la implicación institucional, promueven el desarrollo del colectivo en toda España.

ELIGE TU GRADO DE INGENIERÍA CON TODA LA INFORMACIÓN

¡Tu futuro está en juego!



<https://cogiti.es/guia-de-titulaciones>

- ATRIBUCIONES PROFESIONALES
- PROFESIÓN REGULADA
- EUROINGENIERO
- EMPLEABILIDAD
- COLEGIACIÓN....

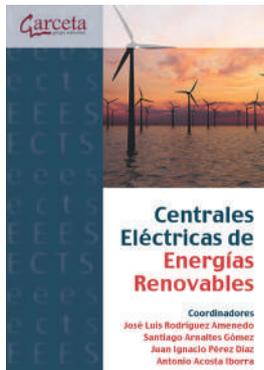
Adelante, ¡Consúltalo en tu colegio profesional!



COGITI
Consejo General de Colegios Oficiales
de Graduados e Ingenieros Técnicos
Industriales de España

Centrales eléctricas de energías renovables

José Luis Rodríguez Amenedo, Santiago Arnaltes Gómez, Juan Ignacio Pérez Díaz, Antonio Acosta Ibarra
Editorial Garceta. 778 págs.
ISBN 978-84-1728-971-3



Los sistemas eléctricos incorporan cada vez mayor potencia instalada de generación de origen renovable, en el caso español supone, a fecha de la edición de este libro, el 50% de la potencia total instalada con 32 GW de potencia eólica y otros tantos de potencia fotovoltaica. Esto hacen necesario el estudio y análisis de las centrales eléctricas de energías renovables, y de su funcionamiento y su impacto en los sistemas eléctricos.

Esta obra se ha estructurado en 6 capítulos, que abordan los sistemas de generación hidroeléctrica, térmica, fotovoltaica y eólica, así como los generadores eléctricos empleados en estos sistemas; y un último capítulo dedicado al análisis del sistema de generación aislado de la isla canaria de El Hierro, que emplea para su funcionamiento una alta penetración de energías renovables.

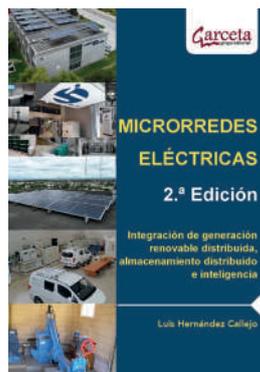
El libro va dirigido tanto a estudiantes de ingeniería de Master, así como a profesionales que deseen conocer o actualizar sus conocimientos sobre la materia. A lo largo del mismo se plantean ejemplos de aplicación numéricos, con el objetivo de que el lector no sólo conozca descriptivamente el funcionamiento de estos sistemas de generación, sino que pueda resolver problemas numéricos que involucren cálculos empleando las expresiones analíticas del texto. El libro se ha editado a color para mejorar la visualización de las numerosas figuras y gráficos que incluye.

Los colegiados/as de algún Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales disponen de un descuento del 15% en los libros de esta editorial durante todo 2025, y los gastos de envío

son gratuitos. Para ello, deben acceder a la página web de Editorial Garceta (<https://www.garceta.es/>) e introducir el código **COGITI2025** cuando se vaya a realizar la compra del ejemplar.

Microrredes eléctricas

Luis Hernández Callejo (Universidad de Valladolid, Campus de Soria)
Editorial Garceta. 648 págs.
ISBN 978-84-1903-450-2



El concepto de microrred eléctrica está estrechamente ligado al del uso racional de los recursos energéticos mediante el empleo de recursos locales, tanto si el recurso es renovable como si no. Además, si estos son renovables, la microrred eléctrica será energéticamente no agresiva con el medio ambiente.

El objetivo principal del libro es presentar y destacar las enormes ventajas que tiene el diseño, desarrollo y despliegue de las microrredes eléctricas, que se presentan como escenarios de generación y consumo local, gestionados de forma eficiente y cuya tendencia es su incorporación al actual sistema de energía.

Con este libro se dispondrá de un texto introductorio sobre microrredes eléctricas, que forma parte de una materia más amplia como son las Energías Renovables y la Sostenibilidad. El libro presenta las microrredes eléctricas de una forma básica, para ir complementando sus características a medida que se presentan los diferentes capítulos. El objetivo pedagógico del libro se alcanza presentando en cada capítulo una batería de preguntas y cuestiones de autoevaluación, para que el lector ponga a prueba los conceptos adquiridos. El libro se ha editado a color para mejorar la visualización de las numerosas figuras y gráficos que incluye.

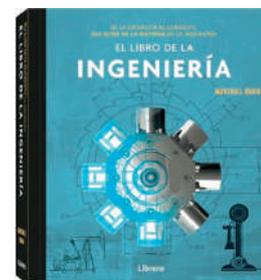
El libro consta de 8 apartados: 1)

Las Smart Grids y el concepto de microrredes eléctricas, 2) Estructura y composición de la microrred eléctrica, 3) Microrred eléctrica. Generación y almacenamiento distribuidos, 4) Sistemas de comunicaciones, monitorización y gestión de la energía en la microrred eléctrica, 5) Sistemas de control y protección, 6) La importancia del pronóstico de generación y demanda en la microrred eléctrica, 7) Beneficios de las microrredes eléctricas, y 8) Experiencias piloto de microrredes eléctricas.

Los colegiados/as de algún Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales disponen de un descuento del 15% en los libros de esta editorial durante todo 2025, y los gastos de envío son gratuitos. Para ello, deben acceder a la página web de Editorial Garceta (<https://www.garceta.es/>) e introducir el código **COGITI2025** cuando se vaya a realizar la compra del ejemplar.

El libro de la ingeniería

Marshall Brain
Editorial Librero. 528 págs.
ISBN 9789463595568



Este libro es una exploración cronológica de 250 de los hitos más fascinantes de la historia de la ingeniería, desde el año 30 000 a. C. hasta nuestros días y con la mirada puesta en el futuro. Este recorrido por la historia aborda temas tan variados como el sistema de acueductos romano, la Gran Muralla china, la locomotora de vapor, el aire acondicionado, el canal de Panamá, la llegada del hombre a la Luna, el coche híbrido Prius, el teléfono inteligente o la atracción del viaje prohibido de Harry Potter.

Tras todos esos hitos encontramos a personajes clave, como Thomas Edison, Albert Einstein, Gottlieb Daimler, Mijaíl Kaláshnikov, Eero Saarinen y Steve Jobs. Con un entusiasmo contagioso, el autor presenta el fascinante mundo de la ingeniería y la enorme influencia que tiene en nuestra vida diaria.

➤ *Campus Virtual: Oferta formativa - Selección de cursos*

Formas jurídicas y fiscalidad.

MS Project.

Inventor 2020. Diseño Paramétrico e Iniciador al Análisis De Tensiones.

Planes de Autoproyección.

Realización de Expedientes de Marcado CE de maquinaria y productos de construcción.

Automatismos eléctricos industriales. Elementos y simulación práctica.

Autómatas programables PLC en aplicaciones de automatización industrial.

Eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.

Experto en gestión y negociación de contratos de energía.

Electricidad industrial.

Proyectos de reforma y completado de vehículos.

Diseño de la infraestructura de recarga del Vehículo Eléctrico según la ITC 52 del REBT.

Esto es tan sólo una muestra del catálogo de cursos técnicos que encontrará en nuestra Plataforma online. Los cursos son constantemente renovados y adaptados a las necesidades actuales.

www.ingenierosformacion.com

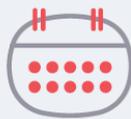


Desarrolla tus competencias digitales al máximo

Un programa formativo innovador enfocado a la Ingeniería de la rama industrial.

Curso totalmente gratuito (financiado a través de fondos europeos).

<https://forms.gle/33qM24yxzE2nZ2TD9>



Inicio:
15 Septiembre de 2025



150 horas de formación **a tu ritmo**



Plazas limitadas



Certificación con estándares europeos

¿Qué te ofrece esta formación?

ITINERARIO PERSONALIZADO

Diseñado por expertos del sector

CERTIFICACIÓN

Alineada con el Marco Europeo de Competencias Digitales

MODALIDAD FLEXIBLE

Online y presencial

PLATAFORMA

Inteligente, intuitiva y personalizada

Este programa, está **subvencionado** por los fondos NextGenerationEU, gestionados por Red.es y Unión Profesional.