

# Técnica Industrial 318



## SERVICIOS DE INGENIERÍA

EL 15-20% DE LOS INGENIEROS DEL ÁMBITO INDUSTRIAL SE DEDICA AL EJERCICIO LIBRE DE LA PROFESIÓN EN UNA AMPLIA GAMA DE SECTORES

PRIMER BARÓMETRO INDUSTRIAL DEL COGITI

- > NUEVA NORMATIVA ANTICONTAMINANTE EN VEHÍCULOS DIÉSEL EURO 6
- > DISEÑO Y DESARROLLO DE UN ESPECTRÓMETRO ÓPTICO VERSÁTIL DE BAJO COSTE
- > DISEÑO DE JUGUETES ADAPTATIVOS AL DESARROLLO COGNITIVO EN LA ETAPA PREESCOLAR
- > THE SMARTPHONE AS A SOUND LEVEL METER: VISUALIZING ACOUSTICAL BEATS

# “No te preocupes”

## Plan de Previsión ASEGURADO de Mupiti

# 1,75%

**GARANTIZADO  
EL PRIMER AÑO\***

INDICADOR DE RIESGO Y ALERTAS DE LIQUIDEZ	
Indicador de Riesgo	Alertas de Liquidez
<b>1 / 6</b> <small>Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.</small>	<b>66</b> El cobro de la prestación o el ejercicio del derecho de rescate sólo es posible en caso de acasamiento de alguna de las contingencias o supuestos excepcionales de liquidez regulados en la normativa de planes y fondos de pensiones.

Con el PPA de Mupiti no tienes que preocuparte. Tendrás rentabilidad y seguridad, sin tener que estar pendiente de la evolución de los mercados financieros. Aprovecha esta buena rentabilidad contratando el PPA con una aportación extraordinaria, o traspasando sin ningún tipo de gastos tu Plan de Pensiones desde otra entidad, entre el 1 de octubre de 2017 y el 31 de enero de 2018. *\*Infórmate de las ventajas fiscales.*



Infórmate en tu colegio  
o en el teléfono gratuito:

**900 820 720**

También en:  
[info@mupiti.com](mailto:info@mupiti.com)  
[www.ppademupiti.com](http://www.ppademupiti.com)

Rentabilidad bruta del 1,75% (a la que se descontarán los gastos de administración) garantizado durante el primer año, siempre que durante el periodo de la garantía no se realice un rescate en los términos establecidos por la ley (desempleo, enfermedad grave y jubilación) y siempre que no se traspase parcial o totalmente el capital consolidado a otro plan de pensiones o PPA de otra entidad. La garantía del tipo de interés se aplicará a todas las aportaciones extraordinarias de un importe mínimo de 3.000€ (también se aplica si la suma de las aportaciones extraordinarias de la unidad familiar suman un mínimo de 3.000€) y a las movilizaciones o traspasos de otros planes con un importe mínimo de 6.000€ (también se aplica si la suma de las movilizaciones de la unidad familiar suman un mínimo de 6.000€). También se aplicará cuando el mismo tomador realice un traspaso y una aportación extraordinaria dentro del periodo de la campaña, y la suma de ambas operaciones sea como mínimo de 6.000€.



# COGITI

Formación

e-learning



## ➤ *Campus Virtual: Oferta formativa - Selección de cursos*

Proyectos de reforma y completado de vehículos

Autómatas programables PLC en aplicaciones de automatización industrial

Curso de diseño, mantenimiento y verificación de líneas A.T. y C.T.

REVIT 2015 + MEP instalaciones

Cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja tensión

Realización de expedientes de marcado ce de maquinaria y productos de construcción

Auditorías energéticas

Preparación de las certificaciones PMP y CAPM para técnicos

Introducción al lean manufacturing

Autoconsumo: Sistemas de energía alternativos para industria y vivienda

Gestión integral de mantenimiento. GIM 4.0

Normativa y su aplicación para la reforma y completado de vehículos

PLC programación lineal y estructurada (Step7 Siemens)

Hidráulica aplicada. Conducciones y estaciones de bombeo

Proyectos de iluminación interior y exterior con Dialux

Las 5s herramienta de lean manufacturing

AutoCad 2017 práctico y 3D con REVIT

Experto en gestión y negociación contratos de energía

Certificación energética de edificios

Fabricación aditiva (impresión 3D)

*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.cogitiformacion.es](http://www.cogitiformacion.es)





**El ejercicio libre de la profesión**

**14 La ingeniería de lo cotidiano**

Detrás de servicios tan básicos y cotidianos hoy en día como la electricidad, el agua, el gas, el alumbrado público, la calefacción, el aire acondicionado y la seguridad, entre muchos otros, está el trabajo de un ingeniero del ámbito industrial. Estos profesionales aplican sus conocimientos técnicos para concebir, diseñar e implementar nuevos procesos, productos y sistemas que nos facilitan enormemente el devenir de nuestras vidas cotidianas.

*Mónica Ramírez*

**20 Reflexiones sobre el ejercicio libre de la profesión**

Los vocales y responsables de los diversos colegios ofrecen una breve reflexión o sinopsis de su experiencia en el ejercicio libre de la profesión de ingeniero técnico industrial.

**24 ENTREVISTA José López Padrón** Coordinador del Grupo de Trabajo de Ejercicio Libre del Cogiti: "La industria 4.0 posiciona a los ejercientes libres ante un escenario de enorme esfuerzo adaptativo". *Mónica Ramírez*

Foto de portada: William Perugini/Shutterstock.

**ACTUALIDAD**

**04 La brecha de seguridad del internet industrial**

La consolidación del internet industrial de las cosas está limitada si las organizaciones no mejoran la seguridad frente a los ciberataques *Joan Carles Ambrojo*

**06 Nuevo método desarrollado por ingenieros de Córdoba para ahorrar en refrigeración**

**07 Tecnología inalámbrica chilena para controlar el caudal de los ríos en Italia**

*Patricia Luna*

**08 Las renovables se reactivan**

*Joan Carles Ambrojo*

**10 Innovador diseño de panel solar para abaratar la energía en las centrales de torre**

**12 ENTREVISTA Juan Crespo** Ingeniero técnico industrial y director del Aeropuerto de Sabadell: "Un aeropuerto eficiente, sostenible y con un alto nivel de calidad es lo que nos tiene que definir". *J.C.A.*

**14 TRIBUNA Necesidad del aseguramiento de la responsabilidad profesional del ingeniero y las pólizas de responsabilidad civil de los colegios profesionales.**

*Francisco Javier Muñoz Villarrea*

**26 Ferias y congresos**

**ARTÍCULOS**

**28 ORIGINAL Nueva normativa anticontaminante en vehículos diésel Euro 6**

New anti-pollution regulation for Euro 6 diesel vehicles

*Juan Manuel Luján Martínez, Vicente Dolz Ruiz, Javier Monsalve-Serrano y Juan Antonio López Cascant*



**34 ORIGINAL The Smartphone as a Sound Level Meter: Visualizing Acoustical Beats**

El teléfono inteligente como instrumento de medida del nivel sonoro: visualización del batido acústico

*I. Salinas, M. H. Giménez, J. C. Castro-Palacio, J. A. Gómez-Tejedor, J. A. Monsoriu*



**40 ORIGINAL Influencia del grado de exigencia en las asignaturas sobre la valoración de la docencia por parte de los estudiantes de enseñanzas técnicas de la rama industrial**

Influence of the degree of requirement in the subjects on the assessment of teaching by technical education students in the industrial branch

*Luis Manuel Villa García*



**48 ORIGINAL Diseño y desarrollo de un espectrómetro óptico versátil de bajo coste**

Designing and developing a versatile low-cost optical spectrometer

*Vicente Ferrando, Javier Monreal, Walter D. Furlan y Juan A. Monsoriu*



**54 ORIGINAL Diseño de juguetes adaptativos al desarrollo cognitivo y social en la etapa preescolar destinados a regiones desfavorecidas**

Design of adaptive toys for cognitive and social development of the preschool stage addressed to disadvantaged regions

*Marina Rodríguez Landaburu*



**53 Normas de publicación**

**INGENIERÍA Y HUMANIDADES**

**90 Descripción de los procesos preindustriales en las comunidades tribales de África central**

*Santos Lozano Palomeque*



**96 Publicaciones**

## PROFESIÓN

## 03 Editorial El perro del hortelano

*José Antonio Galdón Ruiz*

## 62 La mayoría de ingenieros de la rama industrial valora bien la situación de la industria española

El I Barómetro Industrial del Cogiti muestra la percepción positiva de la industrial nacional por parte de más de la mitad de los ingenieros, según la encuesta realizada en una muestra representativa de colegiados de toda España.



## 64 Reunión del Foro Profesional en el congreso de Innovación Educativa

## 65 Informe favorable de la Agencia de Defensa de la Competencia de Andalucía para la evaluación de edificios por los graduados en ingeniería de la rama industrial

## 65 Convenio de colaboración entre Cogiti y CITOPIC

## 66 El SEPE renueva el convenio con el Cogiti para difundir las ofertas de empleo

## 66 El Cogiti, presente en la 25ª edición del CUIEET

## 67 Galdón se reúne con el secretario de Estado de Educación para abordar la actualidad profesional

El presidente del Cogiti se ha reunido con el secretario de Estado de Educación para abordar las implicaciones del RD 581/2017 de transposición de la directiva de reconocimiento de cualificaciones.



## 67 Ciudadanos también apuesta por la obligatoriedad de la asignatura de Tecnología

## 68 La Feria Internacional de Muestras de Asturias acogió el principal foro de la profesión

Gijón se convirtió, un año más, en la ciudad anfitriona del principal foro de la ingeniería técnica industrial, al acoger el tradicional Encuentro con los Ingenieros Técnicos Industriales, que el Colegio del Principado de Asturias organiza cada año en el marco de la FIDMA, con el fin de potenciar y prestigiar la figura de estos profesionales en la sociedad.

## 69 Cogiti-UAITIE consolida su relación institucional con Secot

## 70 Cogiti celebra su centenario con una exposición sobre la historia industrial de Aragón

La muestra, que puede visitarse hasta el 30 de diciembre en la sede del colegio, incluye maquetas, piezas y equipos industriales de gran valor, así como más de 1.100 fotografías sobre proyectos singulares.



## 71 ¿Por qué es necesario saber de ciberseguridad?

## 73 Ponencia de Galdón sobre la transición energética en el ciclo de Cogiti de medio ambiente y energía

## Informes técnicos

## 74 Impacto económico de una instalación fotovoltaica en una pyme con las distintas regulaciones del sector

Este artículo analiza la rentabilidad de una planta fotovoltaica de producción de energía eléctrica interconectada a la red y su rentabilidad histórica.

*Pablo Zapico Gutiérrez, Alejandro García Fernández y Pablo Zapico Gómez-Collantes*



## 84 Diagnóstico con descargas parciales a transformadores de potencia en Cuba

En el presente trabajo se expone el procedimiento de ejecución, criterios de aceptación, la forma de analizar los resultados obtenidos en las mediciones y un ejemplo de los trabajos realizados con esta técnica.

*Yendry González Cardoso*



**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 la Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti).

## Fundación Técnica Industrial

## Comisión Permanente

**Presidente** José Antonio Galdón Ruiz

**Vicepresidente** Juan Ignacio Larraz Pló

**Secretario** Gerardo Arroyo Gutiérrez

**Tesorero** José María Manzanares Torné

**Interventor** Fernando Blaya Haro

**Vocales** Antonio Miguel Rodríguez Hernández y Angélica Gómez González

**Gerente** Luis Francisco Pascual Piñero

## Patronos

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

**A Coruña** Macario Yebra Lemos

**Álava** Alberto Martínez Martínez

**Albacete** Emilio Antonio López Moreno

**Alicante** Antonio Martínez-Canales Murcia

**Almería** Francisco Lores Llamas

**Aragón** Juan Ignacio Larraz Pló

**Ávila** Fernando Martín Fernández

**Badajoz** Vicenta Gómez Garrido

**Illes Balears** Juan Ribas Cantero

**Barcelona** Miquel Darnés i Cirera

**Bizkaia** Alberto García Lizaranzu

**Burgos** Agapito Martínez Pérez

**Cáceres** Fernando Doncel Blázquez

**Cádiz** Domingo Villero Carro

**Cantabria** Aquilino de la Guerra Rubio

**Castellón** José Luis Ginés Porcar

**Ciudad Real** José Carlos Pardo García

**Córdoba** Manuel Olivares Lozano

**Cuenca** Pedro Langreo Cuenca

**Gipuzkoa** Santiago Beasain Biurrarena

**Girona** Jordi Fabrellas Payret

**Granada** Isidro Román López

**Guadalajara** Juan José Cruz García

**Huelva** David Muñoz de la Villa

**Jaén** Pedro García Molina

**La Rioja** Jesús Vellido García

**Las Palmas** José Antonio Marrero Nieto

**León** Francisco Miguel Andrés Río

**Lleida** Ramón Grau Lanau

**Lugo** Jorge Rivera Gómez

**Madrid** Jesús E. García Gutiérrez (vicedecano)

**Málaga** José B. Zayas López

**Manresa** Àngel Vilarasau Soler

**Región de Murcia** César Nicolas Martínez

**Navarra** Luis Maestu Martínez

**Ourense** Santiago Gómez-Randulfe Álvarez

**Palencia** Jesús de la Fuente Valtierra

**Principado de Asturias** Enrique Pérez Rodríguez

**Salamanca** José Luis Martín Sánchez

**S. C. Tenerife** Antonio M. Rodríguez Hernández

**Segovia** Fernando García de Andrés

**Sevilla** Ana Mª Jáuregui Ramírez

**Soria** Levy Garijo Tarancón

**Tarragona** Antón Escarré Paris

**Toledo** Ángel Carrero Romero

**Valencia** Angélica Gómez González

**Valladolid** Francisco Javier Escribano Cordovés

**Vigo** Jorge Cerqueiro Pequeño

**Vilanova i la Geltrú** Luis S. Sánchez Gamarra

**Zamora** Jose Luis Hernández Merchán

## El perro del hortelano

Cuenta un antiguo relato la historia de un hortelano que tenía un perro que ni se comía las verduras de su huerto ni dejaba que nadie se las comiese, y este hecho en sí, que recuperó y popularizó Lope de Vega, es algo que ha quedado arraigado en nuestra cultura no solo como concepto, sino como una forma de actuar propia del egoísmo del ser humano. Por ello, el sabio refranero español recoge otras expresiones similares que reflejan este paradigma social, como el de “agua que no has de beber déjala correr” y otras muchas que definen nuestra forma de ser.

¿Y por qué salgo ahora con estas expresiones? Pues precisamente porque desde nuestra profesión estamos viviéndolas por parte de otros representantes de profesiones que ni evolucionan ni quieren que los demás evolucionen, y como “no hay mal que por bien no venga”, este hecho en sí está significando un enorme estímulo para continuar nuestra línea de progreso en pro de la competitividad profesional.

En este caso en concreto, contamos además con la complicidad de una sociedad que no quiere permanecer estática, que ha abierto sus miras al exterior y que busca nuevas fórmulas de mejora continua, por lo que por más que se empeñen algunos “no se le pueden poner puertas al campo”.

Estamos en el siglo XXI, en la Unión Europea, en un mundo globalizado, y hay quien se empeña en continuar en el concepto del siglo XIX y etapas posteriores que no nombraré, con el fin de mantener su hegemonía e idiosincrasia, pero no por méritos propios, sino tratando de avasallar a otros.

**“EN 2013, PUSIMOS EN MARCHA NUESTRO SISTEMA DE ACREDITACIÓN DPC Y LLEVAMOS BASTANTE CAMINO ANDADO, ESTAMOS EN SINTONÍA CON OTROS PAÍSES EUROPEOS Y SOMOS UN REFERENTE EN ESTE CAMPO RESPECTO A OTRAS PROFESIONES”**

Pues bien, nosotros a lo nuestro, “despacito y con buena letra” y sin entrar en provocaciones que nos desvíen del camino que tenemos marcado, porque llevamos muchísimos años ganándonos el respeto y admiración de la sociedad con nuestro trabajo y profesionalidad, y ese es nuestro mejor aval para conseguir nuestros objetivos.

Uno de nuestros principales baluartes es el desarrollo profesional continuo (DPC) y el modelo casi unánime seguido por todos los países del reconocimiento de competencias a partir de la experiencia y la formación continua, además de las propias adquiridas por las diferentes titulaciones académicas.

La carrera profesional no es estática y, por tanto, las profesiones tampoco han de serlo, y eso ya lo tiene en cuenta el Gobierno de España, que en el informe sobre el Plan Nacional de Acción que para determinadas profesiones ha remitido a la Comisión Europea hace especial hincapié en la acreditación

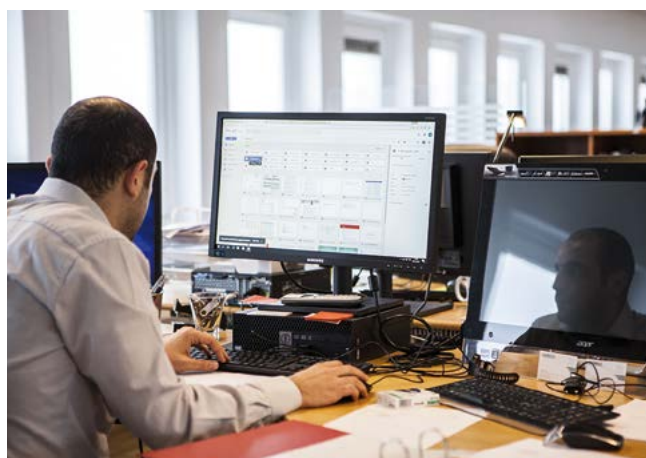


Foto: Pixabay.

del desarrollo profesional continuo como base para el reconocimiento de las profesiones, facilitar la movilidad y ayudar a los clientes, tanto privados como públicos, a obtener información sobre el perfil profesional y la actualización de los estándares.

Y para ello pide el compromiso de las organizaciones profesionales como garantes de la calidad, seguridad y confianza al contratar un servicio profesional, para poner en marcha estos sistemas de certificación del DPC de forma coordinada por parte de Unión Profesional, en la que participamos casi todas las corporaciones profesionales colegiadas.

En un mundo tan competitivo, se valora muchísimo la experiencia y la formación de cada uno de nosotros, que es lo que en parte nos diferencia del resto y, por tanto, es necesario que dichos aspectos se visualicen y se conozcan por parte de nuestros clientes y la sociedad en general, porque no todos los que tenemos el mismo título académico somos iguales. Cada uno de forma individualizada progresa en unos determinados campos y lo hace de diferente forma, y eso es lo que nos hace diferentes y nos permite ser competitivos. Pero todo ello debería servir, además, para que nuestras atribuciones profesionales pudieran ir aumentando en función de nuestras competencias adquiridas a lo largo de la vida y no permanezcan estáticas como ocurre en la actualidad, así que este es uno más de los retos que hay que conseguir.

Nosotros, ya en 2013, pusimos en marcha nuestro sistema de Acreditación DPC y llevamos bastante camino andado, estamos en sintonía con otros países europeos y somos un referente en este campo respecto a otras profesiones, pero nos queda mucho por hacer y por mejorar, y no cabe duda de que esta y otras tantas actuaciones que estamos llevando a cabo forman parte de la evolución que tenemos que liderar en nuestra sociedad, le pese a quien le pese.

**José Antonio Galdón Ruiz**

Presidente del Consejo General de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España

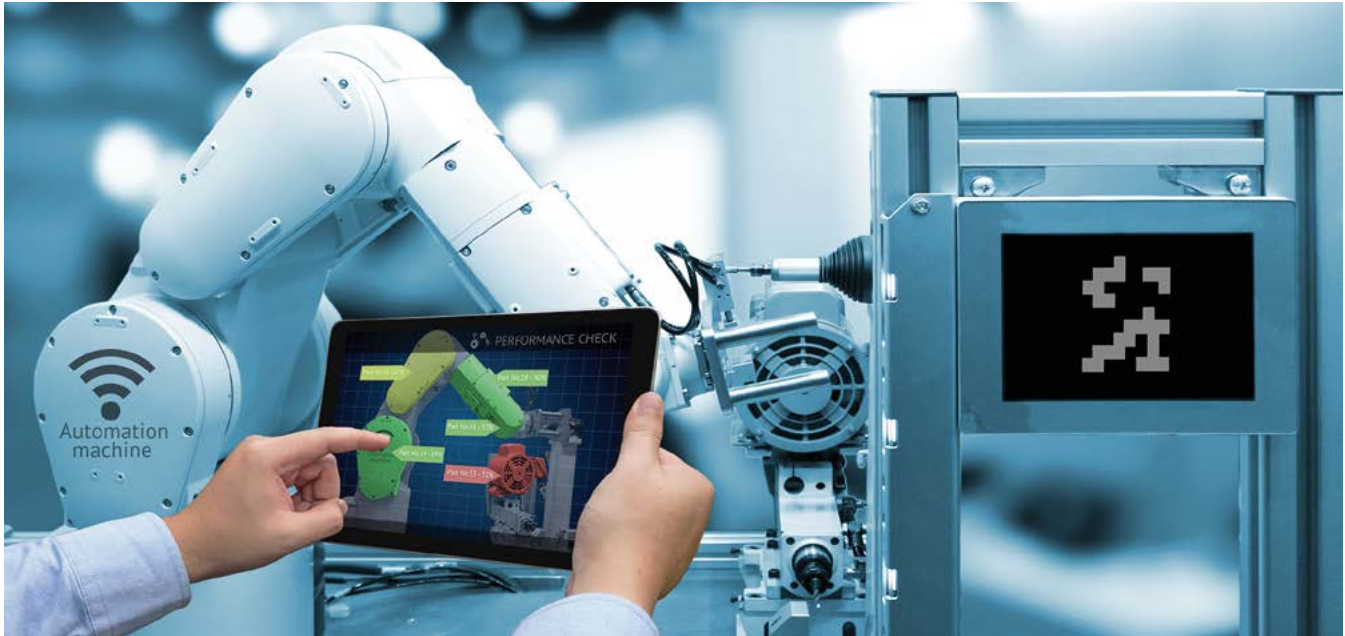


Foto: Zapp2Photo / Shutterstock.

## La brecha de seguridad del internet industrial

La consolidación del internet industrial de las cosas, que da a las empresas industriales más flexibilidad e ingresos, está limitada si las organizaciones no mejoran la seguridad frente a los ciberataques

### Joan Carles Ambrojo

Los principales beneficios del internet industrial de las cosas (*Industrial Internet of Things, IIoT*, en inglés) son lograr mayor eficiencia, generar nuevas fuentes de ingresos y dotar a las empresas de una mayor flexibilidad. Estos logros requieren la digitalización de sistemas industriales, la interconexión de activos operacionales y empresariales y mayor integración con entidades externas. Pero sin una seguridad adecuada, los dispositivos conectados de las industrias no son fiables, lo que supone un gran riesgo para las organizaciones e incluso los usuarios. Los expertos demandan realizar una implementación adecuada de la seguridad para contrarrestar las crecientes y cambiantes amenazas que están surgiendo.

En el contexto de la fábrica 4.0, hacia donde los nuevos métodos de producción se dirigen, el Internet industrial es una infraestructura en continuo desarrollo. Está construido en distintas etapas sobre una maquinaria que, en su gran mayoría, no había estado previamente conectada a la red. El denominado ecosistema IIoT está compuesto por una creciente legión de dispositivos interconectados, desde sensores hasta sistemas de automatización,

que se están introduciendo de forma paulatina en áreas como el mantenimiento, el seguimiento y el control de fabricación. Estos equipos recolectan y transmiten ingentes cantidades de datos de todo tipo, que pueden ser interceptados o filtrados en su camino hacia los sistemas empresariales si no se utilizan los controles y las barreras apropiados. Como buena parte de estos dispositivos no fueron concebidos en su momento para la seguridad digital, al ser innecesario, no integran sistemas de autenticación o autorización.

### Adaptación y respuesta

Un ciberataque en el entorno de producción puede interrumpir las operaciones y tener un impacto inmediato en una organización. José Valiente, director del Centro de Ciberseguridad Industrial, opina que son cada vez más las voces que defienden que la seguridad en la era de la transformación digital no debe estar basada de forma exclusiva en medidas de prevención o defensa, sino también en la capacidad de adaptarse y dar respuesta. Una idea que explica a través del investigador en ciberseguridad Jeimy Cano: "Tarde o temprano las barreras definidas van a caer, tarde o temprano la organiza-

ción será objeto de un incidente y, para ello, la postura de seguridad por vulnerabilidad habilita a la organización para responder de manera ágil y efectiva, pues no estará distraída en el que dirán del incidente, sino tomando acciones concretas que permitan entender, contener, recuperar y comunicar lo que ha ocurrido, para aprender rápidamente y aumentar su capacidad de resiliencia frente a eventos futuros".

En la mayoría de ambientes industriales existen debilidades de diseño: ausencia de segmentación, de autenticación y de cifrado, como reconocen importantes directivos de organizaciones que participaron en el documento *Beneficios de la ciberseguridad industrial para las empresas industriales*, publicado en febrero de 2017 por el Centro de Ciberseguridad Industrial (CCI). "Los atacantes tienen multitud de posibilidades de causar daño a una organización industrial alterando las especificaciones", añade José Valiente. Por ejemplo, un incidente tecnológico también podría alterar la producción, incluso producir un accidente laboral. "Cualquier empresa industrial puede ser un objetivo fácil para quienes han convertido los ciberataques en una fuente de

ingresos. Gestionar el riesgo tecnológico se ha convertido en una necesidad”.

La ciberseguridad es una de las mayores preocupaciones para el 62% de los directivos de grandes fabricantes, según el informe *Cybersecurity, Data Security & Privacy* presentado en el *Industry of Things World 2017*. Son amenazas que no solamente pueden dañar las líneas de producción y los equipos industriales, sino también la imagen corporativa.

“Las grandes empresas son las primeras que están adoptando el internet de las cosas, las pequeñas vendrán más tarde”, asegura Oriol Patau, director tecnológico de Accent Systems, una ingeniería electrónica pionera del IoT en España que tiene un centro de producción en Castellar del Vallès (Barcelona). Tiene en su haber diversos proyectos IoT, como el seguimiento de activos, “un segmento de negocio interesante”. Por ejemplo, un cliente que deseaba realizar el control de piezas de aviación en almacén. En los productos que desarrollan y fabrican “incorporamos nuestras capas de seguridad, desde la autenticación extremo a extremo, y en otros dispositivos que necesitan más seguridad les añadimos cifrado”, añade Patau.

Los proveedores de circuitos integrados están sacando nuevos productos para la industria conectada. Hasta ahora, se podían almacenar las claves dentro de un microcontrolador, “pero los nuevos requerimientos de seguridad en el mundo IoT nos obligan a utilizar unos circuitos integrados específicos certificados que contienen estas claves, que están más protegidos que un microcontrolador. Son circuitos que impiden su acceso a alguien no autorizado porque tienen muchos tipos de protecciones”, afirma.

### Miles de millones de dispositivos

Profesionales de seguridad de tecnologías de la información encuestados dijeron que esperaban que los dispositivos de IoT representarían un riesgo para sus redes, dado que el 71% no monitorizan estos componentes en tiempo real. Ahora ya existen unos 6.400 millones de dispositivos IoT conectados en todo el mundo y se calcula que en 2020 serán más de 20.000 millones. Pero en 2018, dos tercios de las empresas que los utilizan pueden tener brechas de seguridad. Las enormes cantidades de datos que los dispositivos están recolectando y transmitiendo podrían ser interceptados (seguridad) o filtrados (privacidad) sin controles adecuados.

## Habilidades en ciberseguridad

**El sistema educativo es insuficiente para cubrir las demandas de perfiles profesionales de IoT. La industria conectada trae consigo la necesidad de nuevos perfiles y habilidades, cuya demanda crecerá asimismo fuertemente en los próximos años, según el informe de Cotec sobre el Internet de las cosas en España. La escasez de técnicos puede suponer una barrera importante para el despliegue de IoT, como ya identifican las empresas (cuarto inhibidor en términos de relevancia, tras la seguridad, privacidad y falta de casos empresariales). De hecho, en 2017 el 25% de los proyectos de IoT será abandonado antes de su implantación debido a la falta de capacidades en IoT, según el informe *España 4.0. El Reto de la Transformación Digital de la Economía*.**

Una de las competencias profesionales que va a tener mayor crecimiento se refiere a la infraestructura de seguridad de los objetos IoT y la ciberseguridad. Algunos de los nuevos puestos demandados por estas plataformas son arquitecto IoT, encargado del diseño global del sistema y el especialista en conectividad y redes. Existen cuatro *títulos de técnico superior con formación parcial en IoT*: sistemas electrotécnicos y automatizados, automatización y robótica industrial, administración de sistemas informáticos en red y desarrollo de aplicaciones multiplataforma.

Por otra parte, la Universidad de Salamanca está impartiendo el Máster en Internet de las Cosas. Los alumnos que lo finalicen estarán capacitados para ocupar diferentes cargos en equipos multidisciplinares ya que abarca desde la programación de sensores y elementos de comunicación, hasta la extracción e interpretación de datos a través de *big data* y visualización.

En la actual etapa de adopción del internet de las cosas en el entorno industrial, se prioriza la experiencia del usuario y la inmediatez del mercado, dejando la seguridad para más adelante. Es toda una temeridad: varios dispositivos IoT pueden ser pirateados en solo tres minutos, pero el remedio puede llevar días o semanas, según pruebas realizadas por Forescout. Si alguno de estos dispositivos se infectara, los ciberdelincuentes pueden plantar puertas traseras para lanzar un ataque de denegación de servicio (DDoS) de *bots*. De este modo, aprovecharían técnicas de interferencia o falsificación para acceder a sistemas inteligentes de seguridad empresariales y controlar sensores de movimiento, cerraduras y equipos de vigilancia. Sin ir más lejos, en 2015, unos ciberatacantes obtuvieron acceso a una planta de acero alemana a través de la red comercial, se abrieron camino en las redes de producción para acceder a los sistemas de control y provocaron daños en un alto horno de la fábrica.

Este tipo de amenazas crecen de forma exponencial: a mayor número de componentes instalados, mayor riesgo. El fabricante de chips ARM calcula que hacia el año 2035 existirán un billón de dispositivos IOT en red. Por eso, ha creado un marco de seguridad, el Platform Se-

curity Architecture (PSA), respaldado por los principales proveedores de servicios en la nube, *hardware* y servicios incluidos Microsoft Azure, Google Cloud Platform, Cisco, Sprint y Vodafone. Está previsto publicar el PSA y entregar un *firmware* de implementación de referencia de código abierto a principios de 2018.

Enfocado más en la seguridad y la fiabilidad de los entornos de sistemas de control industrial, el Industrial internet Consortium (grupo fundado por AT&T, Cisco, GE, IBM e Intel) lanzó su propio marco de seguridad de la IIoT. Son un conjunto de mejores prácticas para ayudar a los desarrolladores y usuarios a evaluar los riesgos y defenderse contra ellos. Explica cómo la seguridad se ajusta al negocio de las operaciones industriales, define los componentes funcionales para abordar las preocupaciones de seguridad y proporciona orientación y técnicas prácticas para establecer medidas. El objetivo es impulsar el consenso de la industria, promover las mejores prácticas de seguridad de IIoT y acelerar su adopción.

Los técnicos también se deben enfrentar a otros retos, como la multitud de tecnologías inalámbricas y otras que están surgiendo en torno al IoT, desde el Bluetooth Low Energy, al NarrowBand IoT y Sigfox.



# Nuevo método desarrollado por ingenieros de Córdoba para ahorrar en refrigeración

Especialistas en ingeniería automática de la Universidad de Córdoba han desarrollado un nuevo método para el diseño más eficiente de sistemas de refrigeración en grandes superficies

La instalación de un sistema de refrigeración de una gran superficie o de un edificio no es cuestión baladí. El tiempo en el diseño, el coste de construcción y el de puesta en marcha llevan aparejados muchas horas de trabajo y numeroso personal implicado, además de un elevado coste de consumo energético. Un grupo de investigadores de la Universidad de Córdoba (UCO) ha creado un método que permite que los sistemas de refrigeración desarrollen su máxima potencia con el menor consumo energético posible.

El desarrollo de estos modelos se basa en la elección de determinados parámetros usados para los ciclos de refrigeración y destinados a conseguir un consumo energético eficiente. Además, proporcionan referencias sobre variables manipulables en equipos de refrigeración convencionales, como la velocidad de ventilación en la etapa de condensación y la frecuencia del compresor.

Estas variables se combinan y se realizan múltiples simulaciones con los modelos matemáticos desarrollados, mediante los cuales se estima el consumo eléctrico de un equipo de refrigeración concreto. De estas combinaciones, se

seleccionan las que permiten operar el sistema de forma eficiente.

Para verificar los resultados de simulación, en esta investigación se ha diseñado una planta piloto de uso experimental, que hace las veces de un frigorífico de gran potencia. De este modo, se ha podido verificar la utilidad de las simulaciones realizadas.

## Resultados en tiempo récord

Según explica Francisco Vázquez, "este sistema permite que con modelos matemáticos podamos hacer en cuestión de diez minutos 20 o 30 hipótesis de sistemas de refrigeración, lo que supone obtener resultados eficaces en tiempo récord y, lo más importante, evitar experimentar en infraestructuras o equipos reales".

El estudio, publicado recientemente en la revista *Applied Thermal Engineering*, destaca que la aplicación de este método basado en modelos matemáticos tiene dos ventajas fundamentales. Una es que permite reproducir modelos de diferentes cargas usando una misma planta y otro, emular las condiciones atmosféricas que se deseen de manera artificial.

El método desarrollado por este equipo de investigadores especialistas en ingeniería automática de la UCO puede ser adaptada a diferentes ámbitos. En este sentido, puede aplicarse en refrigeración industrial, como es el caso de grandes superficies como centros comerciales, supermercados, hospitales, o en sistemas de climatización para vegetación o transporte, entre otros.

Esta nueva fórmula no sólo está enfocada para diseñar el ciclo de refrigeración para instalaciones de nueva construcción, sino que el valor de este estudio reside en que los modelos matemáticos permiten ser aplicados a espacios ya existentes, sobre los que se puede actuar para optimizar su consumo energético. Esto último contribuye a ahorrar costes y reduce el impacto sobre el medio ambiente.

Referencia:

Ruz, ML; Garrido, J; Vazquez, F; Morilla, F. A hybrid modeling approach for steady-state optimal operation of vapor compression refrigeration cycles. *Applied Thermal Engineering*.

Fuente: Universidad de Córdoba.



Sistema de refrigeración en un centro comercial. Foto: Pixabay.

# Tecnología inalámbrica chilena para controlar el caudal de los ríos en Italia

Un equipo de ingenieros chilenos consigue descontaminar al 100% las aguas residuales de la industria textil y farmacéutica sometiéndolas a procesos electroquímicos sostenibles

**Patricia Luna**, Santiago de Chile

Una alternativa más eficiente para eliminar componentes orgánicos en aguas residuales industriales que acaban en muchas ocasiones contaminando ríos y mares: eso es lo que está trabajando un equipo de investigadores chilenos que ha logrado desarrollar una nueva tecnología basada en complejos procesos electroquímicos con el único recurso de electricidad y, en el futuro, energía solar. El equipo de Ricardo Salazar, del departamento de Química de los Materiales de la Universidad de Santiago (USACH), en Chile, ha desarrollado un sistema que permite generar –a partir del paso de corriente eléctrica– poderosos oxidantes en el agua sin necesidad de añadir reactivos químicos, eliminando compuestos orgánicos contaminantes que permiten la reutilización del agua.

“Usamos el mismo medio contaminado para que nos ayude a descontaminar. Utilizamos el agua impurificada y lo que hacemos es oxidarla, para que ella genere radicales libres que reaccionan con los compuestos orgánicos. Así los transforma en otros que no contaminan o que son biodegradables”, explica Salazar. “Para obtener estos agentes oxidantes empleamos un sistema electroquímico muy simple, introduciendo un cátodo (electrodo con carga negativa o polo negativo) y un ánodo (electrodo positivo) en el agua contaminada y luego administrando corriente. Y dependiendo de las características químicas de los electrodos, que son como unas pilas, hay algunos que me permiten generar más o menos oxidantes”, señala este experto.

Este método de electrooxidación conduce a la obtención de un agua totalmente decolorada, con baja concentración de compuestos orgánicos contaminantes (como colorantes textiles o fármacos veterinarios o humanos), lo que permite que el agua pueda reciclarse.

“Vemos un cambio físico de un agua que trae muchas cosas, un agua real, por ejemplo, de animales que trae sangre, heces, orina, comida y pelos y noso-



Foto: Shutterstock.

tros terminamos con un agua incolora y sin olor. Además de lo físico, los análisis demuestran que no es tóxica”, agrega. En la actualidad, además, “estamos trabajando en sistemas combinados con procesos biológicos. Es decir, estamos haciendo nuestros tratamientos electroquímicos antes de los procesos biológicos que usa la industria convencional o posterior al proceso biológico para destruir aquellos compuestos que los microorganismos no pueden destruir”.

Salazar usó inicialmente este método en el tratamiento de aguas residuales textiles y farmacéuticas “porque los volúmenes de agua que se eliminan diariamente en ambas industrias son muy elevados”, para después extenderlo también al sector del vino y desechos de animales.

## Compuestos persistentes

Uno de los motivos por los que seleccionó este tipo de industrias es “porque muchos de los compuestos que usan, a pesar de no ser tóxicos, son persistentes en el medio ambiente, lo que significa que prácticamente no se degradan”.

Por ejemplo, “en el caso de los colorantes, si llegan a un cauce natural de agua impiden el paso de la luz en ella, lo que provoca que las algas no hagan fotosíntesis. Así, disminuye la cantidad de oxígeno presente, lo que puede afectar a la vida de peces y microorganismos. En el caso de los medicamentos, hacen

que virus y bacterias desarrollen resistencia a estos compuestos. Luego vuelven a la cadena, donde van a aguas de regadío, por ejemplo, y pueden llegar al ser humano, en bajas concentraciones, pero se van acumulando con los años”. El objetivo de esta tecnología es que la industria pueda reutilizar el agua, que no es potable, y no usar agua nueva todo el tiempo. “Con este método es posible reciclar hasta el 100%”, apunta.

La sostenibilidad está en la base del trabajo de los investigadores chilenos que se encuentran en la actualidad trabajando en una línea para utilizar energía solar en el proceso. “Utilizamos el sol como un reactivo más. Formamos un tipo de compuesto que el sol puede romper y provoca más radicales en el medio, un proyecto que hemos llevado al norte del país, al desierto de Atacama junto al Centro de Investigación de Energía Solar o SERC Chile (Chilean Solar Energy Research Center) y la Universidad de Tarapacá (norte de Chile) donde estamos trabajando en instalar una planta que funcione sin electricidad, sin gasto de dinero, solo con paneles fotovoltaicos”.

“Se puede descontaminar el agua con radiación solar y, además, se puede usar la misma radiación para hacer el sistema autosustentable. Ahora el desafío está en el diseño de reactores efectivos para tratar los diferentes tipos de aguas”, señala, apuntando a su próximo reto.

# Las renovables se reactivan

Tras unos años de estancamiento, el parque eólico y solar español vuelve a crecer y las nuevas políticas de descarbonización económica pueden influir en esa tendencia



Foto: Acciona.

## Joan Carles Ambrojo

Las energías renovables proporcionan beneficios medioambientales, evitan la emisión de millones de toneladas de CO<sub>2</sub> y permiten reducir la dependencia energética. España se sumó recientemente a la Plataforma 2050, integrada por 26 países comprometidos a descarbonizar su economía a mediados de siglo. El objetivo es no generar más emisiones de las que puedan absorber los ecosistemas por mecanismos naturales. La estrategia de descarbonización está incluida en la próxima ley de transición energética española.

Ante este panorama, las energías renovables tienen un papel fundamental. La potencia instalada acumulada de energías renovables alcanzó a finales de 2016 los 32.846 megavatios (+0,2%), manteniendo la tendencia de bajo crecimiento de los últimos años.

Las instalaciones eólicas constituyen la principal fuente de energía renovable; en diciembre de 2016 aportaban el 70,1% de la potencia instalada acumulada. A continuación, figuran las instalaciones de energía solar fotovoltaica, las cuales reunieron el 14,2%, mientras que las termoeléctricas supusieron el 7%. El

8,7% restante se repartió entre instalaciones hidráulicas en régimen especial y de plantas de producción de energía a partir de biomasa. Son datos del último Observatorio Sectorial DBK de Informa.

En 2016 estaban en funcionamiento 1.359 parques eólicos, con una potencia total de 23.026 megavatios, que mantienen a España en quinto lugar mundial. La potencia instalada acumulada de energía solar fotovoltaica registró un crecimiento del 0,3% en 2016, alcanzando los 4.674 megavatios, repartidos en 61.386 plantas conectadas a la red. Por su parte, el número de instalaciones en funcionamiento de energía solar termoeléctrica se ha mantenido estable desde 2013, con un total de 51 centrales con una potencia total instalada de 2.300 megavatios.

## Nuevas adjudicaciones

En las subastas celebradas en 2016 y 2017 se adjudicaron un total de 8.037 megavatios de nueva potencia de energías renovables. A corto plazo, significa la reactivación en la promoción de nuevas plantas de renovables y cambios en la estructura de la oferta sectorial. Sin embargo, como buena parte de la potencia adjudicada ha sido en grandes lotes, el

grado de concentración de la oferta aumentará en los próximos años, en especial en el sector de energía solar fotovoltaica. Considerando las energías eólica, solar fotovoltaica y solar termoeléctrica, las 10 primeras empresas por potencia instalada sumaban el 57% de la potencia total en 2016. Esta concentración se eleva al 73% en el segmento de energía solar termoeléctrica y en el caso de la eólica, al 70%. En cambio, la solar fotovoltaica es el segmento más atomizado (13%). Los ingresos generados por la venta de energía eólica y solar se situaron en 7.069 millones de euros en 2016, el 9,3% menos que la del periodo anterior.

Las energías renovables contribuyeron al PIB nacional hasta los 8.511 millones de euros, aportaron 1.000 millones de euros en fiscalidad neta, permitieron mejorar la balanza comercial con un saldo exportador neto de 2.793 millones de euros y produjeron ahorros en importaciones energéticas de 5.989 millones de euros. Son las principales conclusiones del noveno estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España en 2016, elaborado por la Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA). Sin embargo, la fuerza laboral

disminuyó en el último año en 2.760 empleos, hasta situarse en los 74.566 puestos de trabajo en 2016. Está muy lejos del año 2008, cuando el sector empleaba a 142.940 trabajadores. El fuerte ajuste de los empleos de las instalaciones en funcionamiento deriva de la reforma eléctrica; en el caso de las tecnologías asociadas a la bioenergía, son más intensivas en empleos. Un ejemplo es Siemens Gamesa, que anunció recientemente la puesta en marcha de un expediente de regulación de empleo (ERE) para reducir su plantilla en España en 341 trabajadores este año y en otros 67 hasta 2020. En la actualidad, cuenta con unos 4.000 trabajadores repartidos en 16 centros productivos. Este ERE forma parte de un plan de reestructuración para un máximo de 6.000 empleados en 24 países.

Según el informe de APPA, las renovables abaratan la factura eléctrica, dado que producen ahorros en el mercado eléctrico de 5.370 millones, "superiores a la retribución específica percibida". En 2016, el precio medio del mercado eléctrico fue de 39,67 euros por MWh. Sin la aportación de las energías renovables el mercado habría registrado un valor medio de 61,17 euros por MWh, añaden las fuentes.

"Es importante reflejar los beneficios económicos, medioambientales y sociales que las energías renovables aportan a nuestra sociedad, porque si no los conocemos, no entenderemos por qué en el mundo el 55% de la nueva potencia ya es renovable y no podremos acometer con convencimiento el reto de la transición energética y la descarbonización", afirma José Miguel Villarig. Ante este panorama, Villarig señala la futura Ley de Cambio Climático y Transición Energética como un marco estable y predecible para que el sector empresarial pueda acometer sus inversiones.

La fotovoltaica ha sido la gran ganadora de la segunda subasta celebrada en 2017. Con más de 3.900 megavatios fotovoltaicos adjudicados, es una tecnología "que demuestra su plena competitividad", afirma Jorge González Cortés, presidente de APPA Fotovoltaica. De llevarse a cabo todos los proyectos, generaría más de 27.900 nuevos empleos directos e indirectos durante la fase de construcción, hasta diciembre de 2019, y elevarían a más de 18.800, los puestos de trabajo permanentes en esta tecnología para los próximos 20 años, añade la APPA.

## Medidas antienviejimiento



Foto: Acciona.

**España es uno de los primeros países que se enfrenta al envejecimiento de sus parques eólicos: en 2020, la mitad de sus aerogeneradores habrá superado los 15 años, según la Asociación Empresarial Eólica (AEE). Para obtener la máxima producción posible durante su vida útil, las instalaciones eólicas, y también las solares, necesitan de una cuidadosa y planificada conservación técnica.**

Para los fabricantes de aerogeneradores y componentes, las empresas de mantenimiento y de servicios, la extensión de vida es una oportunidad para abrir nuevas vías de negocio. Las operaciones de mantenimiento del parque eólico mueven 400 millones de euros al año en España, según la Asociación de Empresas de Mantenimiento de Energías Renovables (AEMER). "La tendencia creciente al alargamiento de vida de las instalaciones ha puesto de manifiesto la importancia de un mantenimiento adecuado de los parques eólicos, para conseguir mantener la disponibilidad de los equipos en plazos superiores a los inicialmente previstos", opina Íñigo Vázquez, presidente de AEMER. Avalado por la certificadora Applus+, ha desarrollado un certificado de calidad homologado que fija unos criterios de calidad mínimos para identificar aquellas empresas con medios y experiencia suficiente en este campo. AEMER acaba de presentar la *Guía para el Diagnóstico y la Evaluación Periódica de los Parques Eólicos*, cuyo objetivo es maximizar la vida útil y las prestaciones de las instalaciones, con el mínimo coste posible, manteniendo las condiciones de seguridad y salud en los parques. Para ello, establece de forma sistematizada las recomendaciones para la supervisión de los parques eólicos a lo largo de su existencia y aborda los procedimientos que seguir. La intención última es maximizar la vida útil y las prestaciones de las instalaciones, al mínimo coste posible, de todos sus componentes: desde las palas a las cimentaciones, equipos eléctricos y electrónicos y la transmisión mecánica, manteniendo en todo momento las condiciones de seguridad y salud en los parques.

Tres son las opciones que baraja la AEE: repotenciar, con el desmantelamiento y sustitución de los aerogeneradores por otros de mayor eficiencia; extensión de la vida del aerogenerador bajo condiciones de seguridad garantizadas, sustituyendo los componentes precisos, y sustitución de algunos componentes de la máquina sin certificación de extensión de vida, pero bajo garantía de seguridad. "Cada vez es más habitual que los promotores acaricien la idea de introducir las modificaciones necesarias en sus máquinas para alargarles la vida entre 10 y 20 años, como en el sector aeronáutico. Aunque el alargamiento de vida suponga menores ingresos que la repotenciación, representa una opción de mayor rentabilidad y menor riesgo para los promotores", afirman.

# Innovador diseño de panel solar para abaratar la energía en las centrales de torre

Los centros tecnológicos IK4-Tekniker y Cener han diseñado un innovador concepto de panel solar de reducido tamaño que puede ayudar a reducir los costes de este tipo de dispositivos

En la actualidad, existen varios tipos de plantas solares termoeléctricas en constante puja por liderar el mercado de la energía solar y, en esta carrera, el objetivo prioritario de las empresas del sector se centra en minimizar los costes de los elementos empleados para el aprovechamiento de la energía que proviene del sol.

En este contexto, el centro tecnológico navarro Cener (Centro Nacional de Energías Renovables) y el vasco IK4-Tekniker han unido fuerzas para el desarrollo de un innovador concepto de panel solar tipo heliostato conocido como EASY (hEliostas for eAsy an Smart deplOyment), un dispositivo de pequeño tamaño que esperan reducir los costes del campo solar hasta los 100 dólares/m<sup>2</sup>.

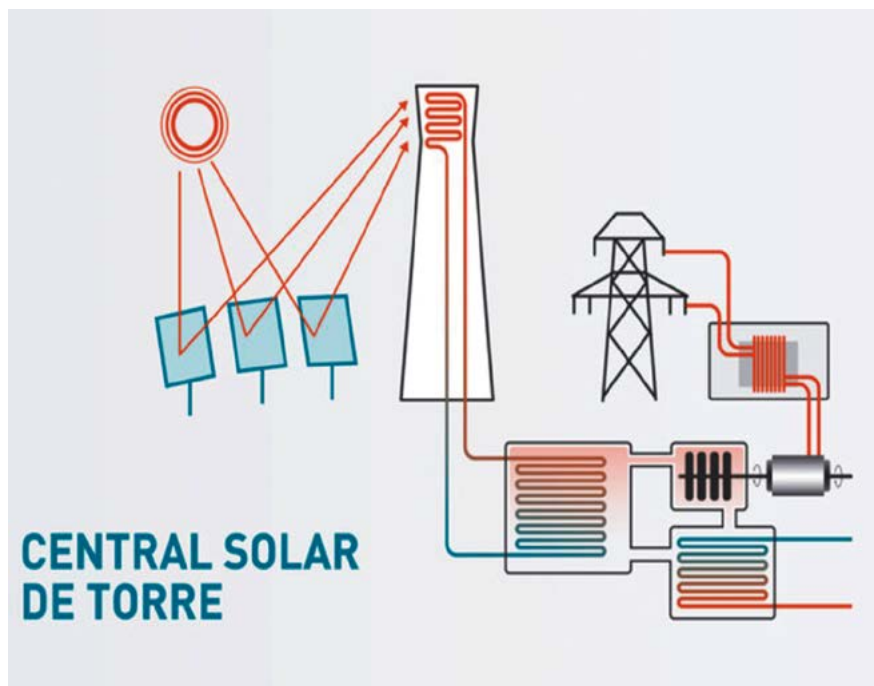
El dispositivo contiene un novedoso sistema de *tracking* accionado por motores de bajo coste. Este desarrollo incluye una transmisión mecánica basada en cables que permite un funcionamiento sin holguras a un coste extremadamente bajo. El resultado es una precisión muy elevada en el posicionamiento del heliostato a un coste menor.

Se trata de un sistema más preciso que los empleados en la actualidad, ya que consigue minimizar las deformaciones de la estructura generadas por el viento y desaparecerán los errores de canteo de los espejos.

## Pruebas en Almería

Los primeros desarrollos ya han sido testados en las instalaciones de la Plataforma Solar de Almería, lo que ha permitido validar el sistema según los requisitos marcados. IK4-Tekniker ha presentado este novedoso dispositivo en SolarPACES, el congreso de referencia a nivel mundial en materia de concentración de energía solar y sistemas de energía química, celebrado entre los días 26 y 29 de septiembre en Santiago de Chile y organizado por la Agencia Internacional de la Energía (AIE).

En el marco del evento, el centro tec-



Esquema del colector de reducido tamaño desarrollado para ser utilizado en las centrales termoeléctricas de torre. Imagen: IK4-Tekniker/Cener.

nológico dio a conocer, además del sistema de los heliostatos, otras soluciones que ha llevado a cabo en este ámbito, como un novedoso procedimiento de limpieza de heliostatos y un nuevo formato de reflectores solares anti-suciedad, entre otros. Entre las alternativas tecnológicas que ofrece en la actualidad el sector termoeléctrico, gran parte de los expertos opinan que las centrales solares de torre se encuentran un paso por delante en la lucha por convertirse en el sistema que acapare el mercado en los próximos años.

Frente a otros sistemas, como las plantas de colectores cilindro-parabólicos (CCP) o las de colectores Fresnel, la tecnología de las centrales de torre es capaz de alcanzar ratios de concentración superiores y, por lo tanto, mayores temperaturas. Gracias a ello, el dispositivo de almacenamiento es más competitivo, ya que el coste por unidad de energía

almacenada es menor.

Además, el circuito térmico y el receptor no están distribuidos a lo largo del campo solar, sino confinados en la torre, lo que reduce drásticamente el tamaño de esta parte crítica y, en consecuencia, también los costes, las pérdidas térmicas y los riesgos de operación ligados a la congelación del fluido que transporta el calor.

## Fluidos de sales fundidas

Asimismo, en la mayor parte de los casos, los fluidos utilizados como medio de almacenamiento y transporte en estos sistemas de torre son sales fundidas. Esto evita el uso de un intercambiador adicional como ocurre en otras configuraciones y, en consecuencia, permite una reducción de las pérdidas térmicas, un esquema de planta más sencillo y una reducción de costes.

Fuente: IK4-Tekniker.



# LINDE AG Engineering se beneficia de la HP PageWide XL



Thomas Riedl,  
Mánager del Departamento de Reprografía en Linde AG

**La instalación de una impresora HP PageWide XL 8000 con carpeta en línea ha permitido a Linde AG Engineering decir adiós a un proceso de impresión caro y con el que se perdía mucho tiempo. Con la HP PageWide XL, los costes totales para imprimir documentos de gran formato se han podido reducir un 40%.**

Antes de instalar la impresora multifuncional HP PageWide XL 8000 con carpeta en línea en octubre de 2015, la empresa utilizaba tres impresoras de gran formato para gestionar su volumen de impresiones, que en horas punta podía llegar hasta los 10.000m<sup>2</sup> al mes. Se utilizaba una impresora LED en blanco y negro para imprimir páginas y se necesitaban dos impresoras adicionales de color basadas en la impresión con perlas cera de tóner para imprimir un número de

páginas a color que incrementaba continuamente. “En el pasado los dibujos técnicos se solían imprimir solo en blanco y negro, pero últimamente hemos visto un aumento significativo de las páginas en color” comenta Thomas Riedl, Mánager del Departamento de Reprografía en la sede central de Linde en Pullach, Alemania.

## La importancia del color

*“Hace ya cinco años que soñábamos con una impresora de gran formato que pudiese producir páginas en blanco y negro y a color en una sola operación. Sin embargo, las soluciones disponibles en aquel momento no cumplían nuestras expectativas en términos de costes-calidad”, recuerda Riedl.*

Se ha demostrado que es más fácil comprender los documentos en color y que los niveles de información que se retiene son mayores comparados con los documentos monocromáticos – esto puede reducir los niveles de errores humanos <sup>1)</sup>.

## Importantes ahorros desde el primer día

La fusión de las antiguas impresoras en una HP PageWide XL 8000 con carpeta en línea se ha amortizado rápidamente: el departamento de reprografía interno ha podido reducir sus costes totales de impresión en gran formato en un 40%. Además, Linde AG está muy satisfecha con que ya no exista un compromiso mínimo de compra.

*“El precio por metro cuadrado es muy competitivo y hemos ganado mucha flexibilidad”. Otro aspecto positivo es el bajo consumo energético comparado con la tecnología LED. “Somos muy conscientes de nuestro impacto medioambiental, incluyendo el consumo de energía, recursos y materiales” confirma Riedl.*

## Integración sin problemas con el sistema de gestión de salida ya existente

Otro argumento a favor de la solución de HP fue la integración sin dificultades en el sistema de gestión de salida de Linde, denominado Plossys Netdome. El sistema ahora cumple con los requisitos de Linde en lo que respecta a las impresiones de toda la empresa y la distribución de documentos e información.

La impresora HP PageWide XL 8000 ofrece la impresión de gran formato más rápida disponible en color y en blanco y negro, con velocidades de hasta 30 impresiones de tamaño A1/D por minuto, además de dos cartuchos de tinta de 775 mililitros por color <sup>2)</sup>.

La tecnología HP PageWide está compuesta por más de 200.000 boquillas incluidas en una barra de impresión estática que abarca todo el ancho de la página, permitiendo alcanzar grandes velocidades de impresión. Un tiempo ampliado entre los ciclos de servicio de la estación también permite obtener una excelente y prolongada capacidad de rendimiento.

**Más información:** [www.linde.com](http://www.linde.com) • [www.hp.com/go/pagewidexl](http://www.hp.com/go/pagewidexl)

<sup>1)</sup> De acuerdo con “Why Color Matters,” de Jill Morton, 2010. <sup>2)</sup> Imprimiendo hasta 30 páginas de tamaño A1/D por minuto y hasta 1500 páginas A1/D por hora, la impresora HP PageWide XL 8000 es más rápida que las alternativas para la impresión de gran formato –incluidas las impresoras LED de 36 pulgadas de ancho (que imprimen hasta 22 páginas A1/D por minuto) y las impresoras basadas en la tecnología Memjet (que imprimen hasta 800 páginas de tamaño A1/D por hora)– de documentos técnicos, mapas GIS y pósters para puntos de venta (PDV) por menos de 200.000 USD en marzo de 2015. De acuerdo con pruebas internas de HP realizadas a la impresora HP PageWide XL 8000 en el modo de impresión de dibujo lineal sobre papel bond no recubierto imprimiendo en tamaño A1/D en horizontal.

# Juan Crespo

Ingeniero técnico industrial y director del Aeropuerto de Sabadell

## “Un aeropuerto eficiente, sostenible y con un alto nivel de calidad es lo que nos tiene que definir”

### Joan Carles Ambrojo

Juan Crespo es ingeniero técnico industrial e ingeniero en organización industrial por la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). También ha realizado el Máster en Gestión y Dirección Aeroportuaria y Aeronáutica del Aeronautical Business School. Desde el pasado 15 de septiembre, es director del Aeropuerto de Sabadell. Anteriormente desempeñó funciones como ejecutivo de servicio en el Aeropuerto de Barcelona-El Prat desde marzo de 2012 hasta junio de este año. En 2001 se incorporó a Aena en el Departamento de Ingeniería y Mantenimiento de la infraestructura barcelonesa, donde realizaba gestiones relacionadas con el área de energía y balizamiento. Su vocación es la gestión aeroportuaria.

**Ha evolucionado desde la ingeniería técnica industrial a la dirección de aeropuertos, una trayectoria profesional poco común.**

Inicié mi formación en el aspecto técnico con una ingeniería y la complementé con la Ingeniería de Organización Industrial, enfocando mi futuro al ámbito de la gestión. Dicha formación me ha permitido ir asumiendo responsabilidades en Aena como la de ejecutivo de Servicio y posteriormente la dirección de aeropuerto.

**¿Cómo fueron sus inicios en Aena y qué formación complementaria ha realizado?**

Mi primer puesto en Aena fue el de técnico de mantenimiento aeroportuario. Lo compaginaba con mis estudios de ingeniería. Aena es una compañía que vela por la formación específica de sus empleados, por lo que en función de la responsabilidad que he asumido, he recibido la formación adecuada.

**En Aena ha desempeñado funciones muy distintas. ¿Cómo ha vivido profesionalmente tan diferentes cometidos? ¿Cuáles son las situaciones más**



Juan Crespo.

**complejas experimentadas durante su actividad aeroportuaria?**

Me siento muy agradecido por la oportunidad de progresar que me ha ofrecido mi compañía. Con cada cambio, la motivación era mayor, por lo que ha sido muy enriquecedor haber podido desempeñar mi labor en áreas completamente distintas. Como *etapa compleja* no puedo clasificar ninguna dentro de Aena ya que, como he mencionado anteriormente, me siento muy agradecido y satisfecho con el trabajo realizado, la formación recibida y la trayectoria lograda.

**¿Los ingenieros técnicos industriales**

**tienen en la actualidad mayor cabida en el sector aeroportuario o es un mercado laboral de menor importancia?**

Un aeropuerto es una infraestructura multidisciplinar, por lo que no considero que sea un mercado laboral de menor importancia para este tipo de profesionales.

**¿Qué es un director de aeropuerto? ¿Cuál es el perfil profesional más adecuado? ¿Qué valores de los ingenieros técnicos industriales son más útiles para el desempeño de su cargo?**

El director de aeropuerto asume la máxi-

ma responsabilidad de la gestión y operativa de la infraestructura, en todos sus niveles. Considero que para dirigir un aeropuerto es imprescindible una buena capacidad de gestión, así como una implicación total para lograr objetivos. Es muy importante contar con equipos formados y motivados. La parte técnica tiene un gran peso en una infraestructura de esta naturaleza con instalaciones de todo tipo.

### ¿Cómo es un día de trabajo y qué decisiones debe tomar?

Cada día es imprevisible y las decisiones que tomo intento consensuarlas, en función de su naturaleza o implicación, con los responsables departamentales del aeropuerto o de mi compañía.

**Su nombramiento para el aeropuerto de Sabadell es reciente. El plan director iniciado en 2016 tiene como objetivo su remodelación y modernizar su equipamiento. ¿Qué actuaciones se plantea realizar, teniendo en cuenta que el aeropuerto de Sabadell es la segunda infraestructura catalana en número de operaciones?**

Estamos trabajando para progresar en

todos los ámbitos. Fijese que en lo que va de año, el aeródromo ha registrado un aumento considerable respecto al mismo periodo de tiempo de 2016. Por otro lado, se ha incrementado la actividad de las escuelas, más particulares salen a volar, etc.

### ¿Cuáles son sus prioridades? ¿Calidad de los servicios, seguridad, rentabilidad, eficiencia, fiabilidad?

La seguridad operacional es el principal objetivo. Un aeropuerto eficiente, sostenible y con un alto nivel de calidad es lo que nos tiene que definir.

### El AVE ha afectado el escenario del transporte. ¿Cuáles son los retos y asignaturas pendientes que debe afrontar el sector aeroportuario español?

El sector tiene un gran potencial futuro porque el transporte aéreo es un valor en permanente revisión que cumple con todas las garantías exigidas.

### ¿Y qué papel tiene el primer aeroclub de España, el Aeroclub Barcelona-Sabadell?

Es un cliente muy importante dentro del

Aeropuerto de Sabadell. Colaboramos en diferentes aspectos enriquecedores para ambas partes.

### Cada vez más, los aeropuertos dependen de las nuevas tecnologías, que proporcionan grandes oportunidades, pero también representan grandes riesgos. ¿Cuáles son las innovaciones más positivas que existen en el entorno aeroportuario y cómo se pueden evitar los peligros?

Insisto en que es imprescindible un análisis de puntos fuertes y débiles a la hora de tomar decisiones e implementar nuevos sistemas, pero gracias a esas nuevas tecnologías nos mantenemos pioneros dentro de la industria y mantenemos estándares altos de calidad.

**Fernando Echegaray, también ingeniero técnico industrial, fue director del aeropuerto de El Prat y responsable de la Dirección de Red de Aeropuertos de Aena. Ahora es el director de Aéroports de Paris. ¿Cuál es su meta profesional?**

Mi principal objetivo, en el que centro todos mis esfuerzos, es realizar una buena labor en el Aeropuerto de Sabadell.

## Dilatada historia

Barcelona, 1910. Se celebra el primer vuelo con motor. En Sabadell se despierta el entusiasmo y diversos aficionados de esta ciudad catalana organizan una exposición aeronáutica. El alcalde de Sabadell solicita a la Asociación de Locomoción Aérea (ALA) que visite la ciudad para ubicar en ella un aeródromo. El proyecto no pasa de ahí. En 1919, se produce la primera operación de un avión en Sabadell: un aterrizaje de emergencia. Entre 1925 y 1927, se construye el primer campo de vuelo, al nordeste de la urbe. Comienzan a utilizarlo el piloto Joan Bonamusa con su biplano Harriot y entusiastas del vuelo sin motor. El 2 de agosto de 1931, con motivo de la fiesta mayor, se celebra el primer festival aéreo en el Camp N'Oriac. Un grupo de apasionados forman el Aeroclub de Sabadell del Vallés; su primer presidente, Antonio Campmajó, acomete el viejo proyecto de un nuevo campo de aviación de mayores dimensiones. El alcalde Salvador Ribé lo impulsa y, en 1932, ofrece al Ministerio de la Guerra los terrenos necesarios para establecer un campo de aviación. En 1933, con la autorización gubernamental bajo el brazo, el comandante de Ingenieros Miguel Ramírez de Cartagena diseña el proyecto técnico. Tras explanar y nivelar el terreno, se celebra un gran festival aéreo, organizado por el Aeroclub de Sabadell.

El 1 de agosto de 1934, se inaugura oficialmente el aeródromo de Sabadell para usos militares y de aviación civil. Entre los días 12 y 19 de agosto, 36 aparatos participan en la III Semana de vuelo sin motor, organizada por la Federación Catalana de Vela. Comenzada la guerra civil, se instalan en Sabadell los talleres de la Aeronáutica Naval, en los que se terminan de construir los primeros 230 aviones Polikarpov I-15 de una serie de 300. Los restantes aparatos se terminan en la posguerra. En esas instalaciones también se revisan y reparan los I-15 del Ejército del Aire hasta la década de 1950.

En 1949, celebra el Festival Aéreo Internacional. En 1953, la instalación del Aeroclub Barcelona-Sabadell, fruto de la fusión de los aeroclubes de ambas ciudades, genera una mayor actividad aeronáutica. En 1954, el Ministerio del Aire acepta oficialmente la cesión del aeródromo, con una extensión de 76 hectáreas. El campo está destinado inicialmente a la aviación militar. Para este fin se habían construido dos hangares, un taller de reparaciones, almacenes, depósitos de combustible, alojamientos para los oficiales y la tropa, así como un edificio principal en el que estaba situada también la torre de control.

En 1963, se establecen las servidumbres aeronáuticas, modificadas al año siguiente con la puesta en servicio de la pista 12-30. En enero de 1979, se abre al tráfico aéreo nacional e internacional.



# La necesidad del aseguramiento de la responsabilidad profesional del ingeniero y las pólizas de responsabilidad civil de los colegios

Francisco Javier Muñoz Villarreal

En los últimos años hemos podido comprobar como en el ramo de actividad de la ingeniería el abanico de supuestos en los que un ingeniero puede verse involucrado en un siniestro de responsabilidad civil profesional se ha abierto como consecuencia de los cambios normativos más recientes.

Sin olvidar nuevos escenarios de responsabilidades como las derivadas de la protección de datos, riesgos cibernéticos, etc., centrándonos en las responsabilidades clásicas: responsabilidad extracontractual, responsabilidad contractual y la consabida Ley de Ordenación de la Edificación, nos podemos encontrar con un supuesto de responsabilidad en las diversas actividades que dentro de sus competencias pueden realizar, como son con carácter enunciativo:

- a. La redacción y firma de proyectos de construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de bienes muebles o inmuebles, en sus respectivos casos, tanto con carácter principal como accesorio, siempre que queden comprendidos por su naturaleza y características en la técnica propia de cada titulación.
- b. La dirección de las actividades objeto de los proyectos a que se refiere el apartado anterior, incluso cuando los proyectos hubieran sido elaborados por un tercero.
- c. La realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos.
- d. El ejercicio de la docencia en sus diversos grados en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente.

e. La dirección de toda clase de industrias o explotaciones y el ejercicio, en general respecto de ellas, de las actividades a que se refieren los apartados anteriores.

Todo ello, sin olvidar su intervención como peritos, bien por designación de parte bien por insaculación judicial, con las obligaciones y sanciones que prevé el ordenamiento jurídico.

En nuestra opinión se advierte una futura mayor intensidad de las reclamaciones en número (debido lógicamente, por un lado, al actual mayor volumen de obra y trabajo) y sus cuantías sobre todo en los accidentes de trabajo debido a la aplicación habitual por parte de los juzgados del denominado baremo, más teniendo en cuenta el aumento de los accidentes de trabajo con respecto al año pasado.

## “Las pólizas colectivas de colegios profesionales cuentan con una serie de valores añadidos”

Por tanto, es un requisito más que deseable que el ingeniero cuente con el debido aseguramiento de su actividad bien sea por cuenta propia, por cuenta ajena o como funcionario.

Y en este sentido, las pólizas colectivas de colegios profesionales cuentan con una serie de valores añadidos que hay que tener en cuenta a la hora de adherirse a las mismas como colegiado:

- Contratación automática mediante visado frente a la cumplimentación de cuestionarios de actividad.
- Facilitar la cobertura gratuita de los colegiados que cesen la actividad, de

forma definitiva por incapacidad profesional, jubilación o retiro, si mantienen la condición de asegurado.

- Amplía y complementa o incluso puede asegurar igualmente la responsabilidad civil de la empresa del propio colegiado o la empresa para que la presta su trabajo por cuenta ajena, sin perjuicio de que el seguro del colegio siempre estará activo frente a los avatares que cualquier empresa y su seguro pueden sufrir.
  - Las amplias coberturas indemnizatorias por siniestro, así como franquicias ajustadas.
  - Los gastos de defensa y fianzas suelen estar incluidas.
  - Su retroactividad ilimitada cubriendo cualquier error siempre que no haya sido reclamado antes de la vigencia de la póliza.
  - Son pólizas muy trabajadas en cuanto a condicionados por la especialidad tanto del tomador del seguro (colegios) como de los corredores especializados en colegios profesionales.
  - Suele ser uno de los productos mejor valorados por los colegiados y de los que más importancia tienen a la hora de visar los trabajos en los colegios.
- Por tanto, y resumiendo, la actividad profesional de los ingenieros se está viendo expuesta a nuevos y mayores riesgos, lo que hace su aseguramiento un requisito casi *sine qua non* de su actividad. Y son las pólizas de seguros de responsabilidad civil profesional contratadas por los colegios profesiones un producto muy atractivo por los motivos expuestos.

---

Francisco Javier Muñoz Villarreal es socio y director del área de Responsabilidad Civil y Área de Colegios Profesionales de Muñoz Arribas Abogados, S.L.P.

# COGITI TOOLBOX

El portal de gestión de licencias de software para colegiados

[www.toolbox.cogiti.es](http://www.toolbox.cogiti.es)



Desde el Consejo General y los Colegios Oficiales de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España presentamos el renovado PORTAL COGITI TOOLBOX donde encontrarás el mejor Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción.

PROMOCION  
especial



dmELECT  
Software de Instalaciones

PACK COMPLETO  
dmELECT

77%

Descuento

Instalaciones

- en Edificación
- en Urbanización
- Térmicas

~~P.V. 2.100€ + IVA~~

495€ + IVA



ALP CMAT AIRECOMP RSF



CT ABAST CATE REFRIGERANTE



SOLTE CIEBT ALCAN REDBT



GASCOMB IPCI RENOVABLES CONDUCTOS



REDAT SANEA FONTA CMBT



VIVI



# La ingeniería de lo cotidiano

Detrás de servicios tan básicos como la electricidad, el agua, el gas, el alumbrado público, la calefacción, el aire acondicionado y la seguridad, entre otros, está el trabajo de un ingeniero del ámbito industrial. Y es que la ingeniería es una profesión desafiante y gratificante a la vez, que contribuye a mejorar la vida de las personas. Estos profesionales aplican sus conocimientos técnicos para concebir, diseñar e implementar nuevos procesos, productos y sistemas que nos facilitan nuestra vida cotidiana

## Mónica Ramírez

En los últimos números de *Técnica Industrial* dedicamos dos extensos reportajes a los graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales que desarrollan sus exitosas carreras profesionales tanto en la función pública como en el mundo empresarial, logrando situarse en ambos casos en la cima de la profesión, ya sea con cargos relevantes en la Administración, o como destacados directivos y emprendedores.

En esta ocasión, nos centramos en otro ámbito fundamental para estos profesionales: el ejercicio libre de la profesión. Se denomina así el conjunto de actividades desarrolladas por el ingeniero a terceros, en función de las atribuciones profesionales y competencias que las leyes les confieren, y las limitaciones que el propio encargo especifique. En la actualidad, a tenor de los datos recogidos por los colegios en sus respectivas memorias anuales, entre un 15% y un 20% de estos profesionales se dedican al ejercicio libre de la profesión.

Hablar de las atribuciones profesionales propias de los graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales nos lleva a referirnos también a los tipos de trabajos que pueden desarrollar estos ingenieros, como se recoge en la *Ley 12/1986, de 1 de abril, sobre regulación de las atribuciones profesionales de los arquitectos e ingenieros técnicos*.

En este sentido, estos profesionales se ocupan principalmente de funciones relativas a la redacción y firma de proyectos que tengan por objeto la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje, explotación de bienes muebles o inmuebles, en sus respectivos casos, tanto con carácter principal como accesorio, siempre que queden comprendidos por su naturaleza y caracte-

ísticas en la técnica propia de cada titulación; así como a la dirección de las actividades objeto de los proyectos citados anteriormente, incluso cuando estos hubieran sido elaborados por un tercero. A todo ello tenemos que añadir la realización de mediciones, cálculos, memorias técnicas, valoraciones, legalizaciones, licitaciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos.

## La gran polivalencia de los ingenieros de la rama industrial les lleva a desarrollar su trabajo en una amplia variedad de áreas

El mercado al que se dirigen estos profesionales dedicados a los servicios de ingeniería, de forma independiente o como parte de equipos multidisciplinares, también es sumamente variado, y abarca una amplia gama de sectores como clientes a nivel particular, la Administración (central, autonómica y local), industrial y sus auxiliares, promoción privada y pública, oficinas y gabinetes técnicos de ingeniería, estudios de arquitectura, interioristas y paisajistas, empresas instaladoras/mantenedoras, asesorías, gestorías, administraciones de fincas, gabinetes periciales, etc.

### Áreas de trabajo

La gran polivalencia de los ingenieros de la rama industrial les lleva a desarrollar su trabajo en una amplia variedad de áreas. Una forma de conocer los principales trabajos que desempeñan es a través de los visados colegiales. El visado colegial es un acto de control sujeto al derecho administrativo y realizado por los colegios en ejercicio de una fun-

ción pública atribuida por ley, mediante el cual se comprueba la adecuación de cualquier tipo de proyecto o trabajo profesional de un colegiado a la normativa general o corporativa que lo regula, así como el cumplimiento de los requisitos subjetivos de su autor para suscribirlo y asumir ante el Estado y la sociedad la responsabilidad facultativa dimanante, todo ello en garantía de los intereses de los clientes y del interés público en general.

En 2016, los colegios de graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales visaron en total más de 230.000 trabajos, lo que significa una media de 18 trabajos por ejerciente libre al año. Con relación a la actividad de visados correspondiente al pasado año, el ámbito más mayoritario fue el de la energía, con un 35,51% del total de los trabajos visados, y dentro de este, el sector de las instalaciones eléctricas de "baja tensión" recoge el mayor número de ellos, seguido del de las instalaciones de "alta tensión". A continuación le sigue el área de la distribución, y a gran distancia el de las centrales. El otro ámbito de la energía que acapara un considerable número de trabajos visados es el del gas, y por último el de las energías renovables (fotovoltaicos, solar térmica, eólicos, etc.).

El segundo grupo más numeroso es el correspondiente a los visados concernientes a la seguridad (19,76%), especialmente los dedicados a seguridad y salud (planes, estudios, coordinaciones, etc.), seguido de la relacionada con incendios, emergencias y medioambientales. En tercera posición, se sitúan los visados relacionados con la realización de instalaciones en las industrias: eléctrica, naves, gas, automoción, agroalimentarias, petrolíferas, madera, infraestructuras, química, textil, electrónica, etc. Este campo representa el 18% de los trabajos visados.



Foto: Shutterstock.

En cuarto lugar, y a gran distancia, encontramos el campo de actuación en los vehículos, con un 9% y, a continuación, el área de climatización y acondicionamiento (5,95%), donde el mayor número de visados se registra en el sector de la calefacción, seguido del aire acondicionado, fontanería, frío industrial, ventilación-extracción y solar térmica, entre otros.

En el siguiente gran bloque, encontramos los visados del ámbito de obra civil (3,47%), grúas (3,12%) y medio ambiente (2%). Por último, otras áreas, pero con un número considerablemente inferior, son las concernientes a las comunicaciones, aparatos de presión, alumbrado público y aparatos de elevación y transporte. Entre todas ellas suman un 3,14%.

### Principales actividades de visado

También resulta muy significativo el índice de actividades que realizan estos profesionales. En primer lugar, destacan las certificaciones, con un 35,11%; seguido de la dirección de obra, 21,67%; licencias de actividad, 13,52%; instalaciones temporales, 2,58%; fin de obra, 2,51%; pericias, 0,7% y otras áreas, 23,92%.

### Situación actual y nuevos retos

El pasado 27 de septiembre se presentaba el I Barómetro Industrial 2017, elaborado por el Cogiti, en colaboración con los colegios de graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales, donde se recogían interesantes datos acerca de la percepción de los ingenieros sobre el sector industrial, a través de sus repuestas a una amplia encuesta realizada.

**En 2016, se visaron en los colegios más de 230.000 trabajos, lo que representa una media anual de 18 trabajos por ejerciente libre**

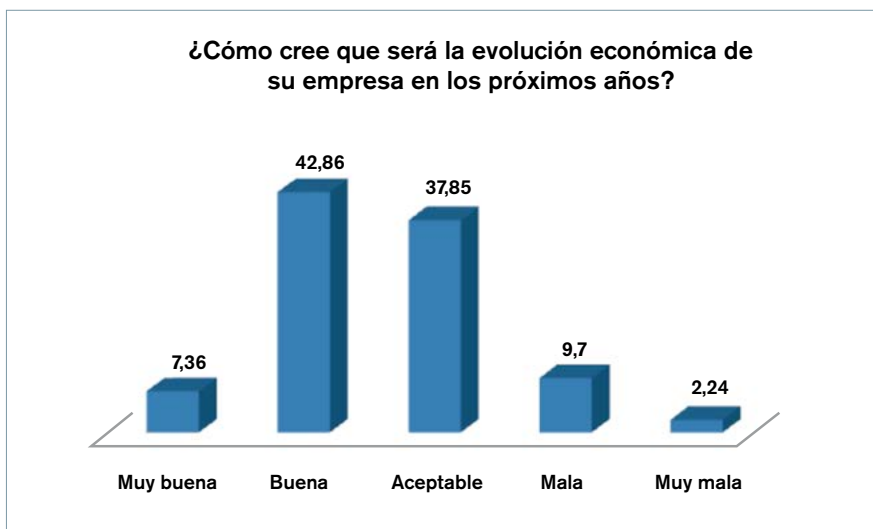
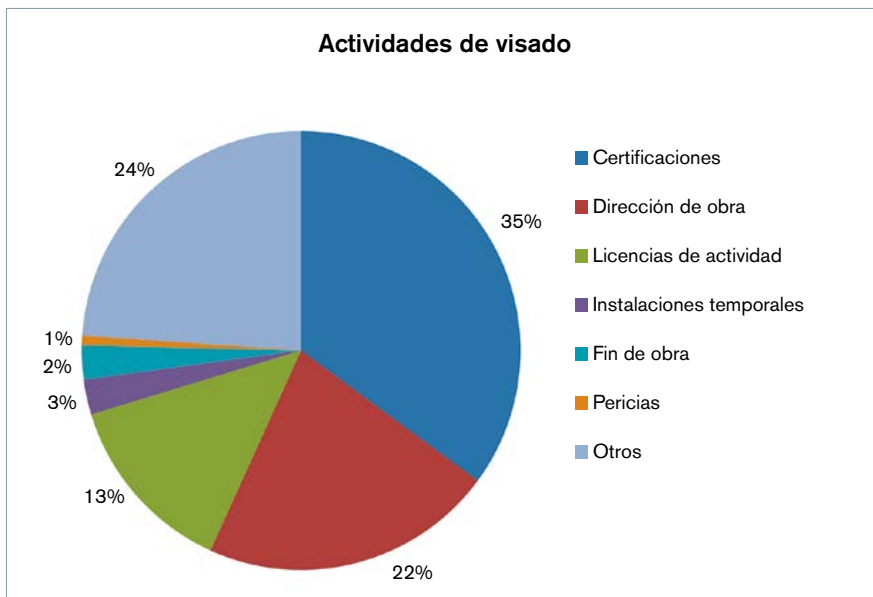
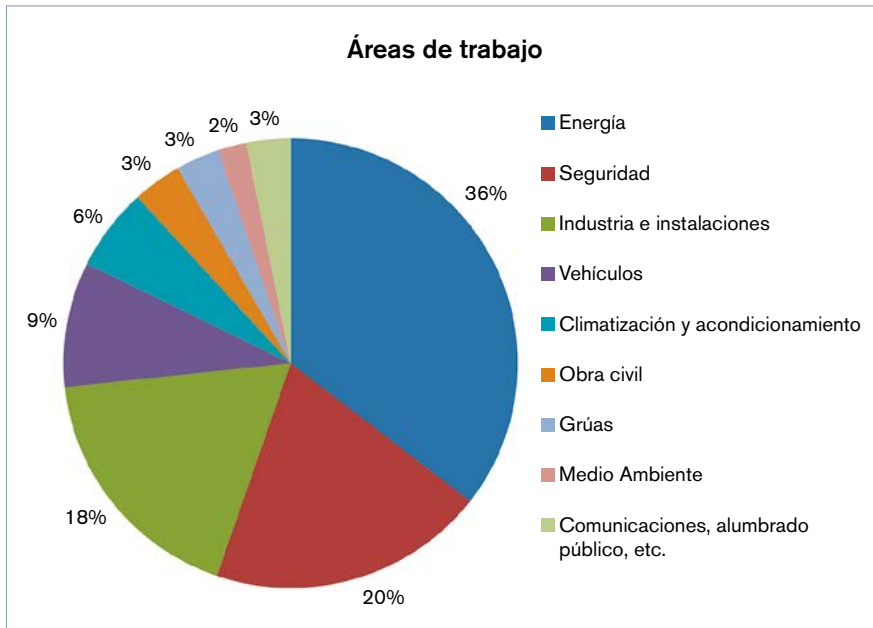
De este modo, el informe aporta la visión de los ingenieros sobre la situación en la que se encuentran las empresas del ámbito industrial, así como de los profesionales que trabajan en ellas y las perspectivas que muestran ante la evolución de la economía, en general, y del sector industrial, en particular. También opinan sobre las actuaciones llevadas a

cabo por las Administraciones estatal, autonómicas y europea y realizan una valoración sobre las medidas que se podrían adoptar para mejorar el sector industrial, entre otras cuestiones.

En el caso de los trabajadores por cuenta propia (empresario o autónomo), la opinión sobre la situación económica de su empresa es claramente positiva, ya que así lo opina el 75,28% de los encuestados, frente al 24,74% que la califica como mala. En cuanto a la evolución económica de la misma en los próximos años, la mayoría piensa que va a ser sobre todo aceptable y bastante buena (37,85% y 42,86% respectivamente), mientras que el 7,36% considera que será muy buena, y en el lado opuesto, un 9,70% cree que será mala y un 2,24% muy mala.

Otro factor importante, a la hora de valorar la situación de los autónomos o de sus empresas, es la previsión de contratación de personal en los próximos meses. A este respecto, la percepción de los empresarios o autónomos es notablemente negativa, ya que el 62,26% no valora esa posibilidad, frente al 37,74% que sí se lo ha planteado.

De igual modo, en cuanto a la previ-



sión de facturación de su empresa en los próximos meses, la tendencia es claramente positiva, ya que casi la mitad de los ingenieros encuestados, un 43,18%, la valoran en una escala intermedia, a lo que hemos de sumar un 32,62% de ingenieros encuestados que consideran que dicha previsión es buena y muy buena. Por su parte, un 24,2% opina que es mala o muy mala. En esta misma materia, se preguntaba a los ingenieros acerca del nivel de facturación que estiman tener de cara a 2020; concretamente, si pensaban que esta podría aumentar en un 50%. Las respuestas fueron bastante equilibradas, con un 40% que opinaba que sí lo veía factible, y una cifra prácticamente similar, el 39,13%, que pensaba que no. Por su parte, un 20,79% se mostraba indeciso, al indicar la opción de "No sabe/no contesta".

De igual forma, y en cuanto al posicionamiento de su empresa en el mercado a lo largo de 2017, el 45% de los ingenieros encuestados piensan que es aceptable; el 26,76% cree que es buena y el 3,94% muy buena. Por el contrario, el 17,70% considera que es malo, y un 6,61% muy malo.

**Hacia la industria 4.0**

En lo que respecta al aspecto tecnológico, uno de los principales retos a los que tendrán que hacer frente tanto las empresas como los libre ejercientes es la implantación del nuevo modelo de la industria 4.0, que marcará un antes y un después en la forma de competir. A pesar de que las empresas van asumiendo que esta 4ª revolución industrial puede ayudarles a ser más competitivas, nos encontramos con que la mayor parte de ellas no la han introducido todavía en sus planes estratégicos. El estudio "España 4.0", realizado por la consultora Roland Berger, afirmaba que a finales de 2016 solo un 10% de las industrias y un 15% de las empresas de infraestructuras disponían realmente de una estrategia en el ámbito de la digitalización. En la mayoría de los casos, se trata de multinacionales del sector del automóvil o aeroespacial. Por lo tanto, queda todavía un largo camino para situar a nuestro país en la senda adecuada en lo que a industria 4.0 se refiere, y que sin duda cambiará el paradigma del sector industrial, con la introducción de nuevas tecnologías digitales y con todos los procesos de fabricación interconectados.

Por lo tanto, hablar de industria co-

## Requisitos para el ejercicio libre de la profesión

Todo ingeniero técnico industrial o graduado en ingeniería de la rama industrial que desee dedicarse al ejercicio profesional de forma independiente, por cuenta propia, debe cumplir una serie de requisitos:

- Estar colegiado (colegiación obligatoria).
- Disponer de un seguro de responsabilidad civil profesional. *Los colegios disponen de un seguro colectivo específico, con unas primas muy ventajosas, especialmente diseñado para el ejercicio profesional y con coberturas elevadas.*
- Visar los trabajos profesionales que realice, en los casos que legalmente proceda, mediante un visado obligatorio o voluntario de acuerdo con el Real Decreto 1000/2010, de 5 de agosto. *Este hecho dependerá de la comunidad autónoma en la que tenga lugar la obra o instalación, etc., de los diversos organismos y/o departamentos de la Administración, del cliente del colegiado y, en último lugar, de la compañía de seguros por la que haya optado el colegiado para cubrir su responsabilidad civil profesional.*
- Estar habilitado, es decir, que no haya sido sancionado ni tenga incompatibilidades que le incapaciten o impidan ejercer la profesión.
- Estar dado de alta en el impuesto de actividades económicas (IAE), en la actividad profesional sección 2 grupo

321, epígrafe correspondiente a “ingenieros técnicos industriales”.

- Estar dado de alta en un sistema de previsión social; régimen especial de trabajadores autónomos (RETA) o Mutualidad de Previsión Social de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales a Prima Fija (Mupiti) alternativo al RETA.
- El profesional colegiado realizará un contrato de servicios profesionales de acuerdo con la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio para cada encargo profesional.
- Los trabajos profesionales que realice el colegiado estarán dentro de sus atribuciones profesionales, de acuerdo con la Ley de Atribuciones Profesionales (Ley 12/1986, de 1 de abril, sobre regulación de las atribuciones profesionales de los Arquitectos e Ingenieros técnicos), y la Ley de Ordenación de la Edificación (Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación).
- El colegiado cumplirá con la normativa laboral y fiscal relativa al ejercicio profesional.

Además de estos requisitos, también hay que añadir otros tantos, no menos importantes, como el cumplimiento del código deontológico profesional, y en otro ámbito, la necesidad de formación continua de los ingenieros y la acreditación profesional del desarrollo profesional continuo.

nectada es hablar de nuevas formas de relacionarse con clientes y proveedores, de nuevos productos y modelos de negocio y, de este modo, de una transformación completa de la industria a partir de las posibilidades de la tecnología. Las nuevas oportunidades para los profesionales vienen relacionadas con el diseño de nuevos procesos de fabricación, nuevas formas de comercialización, concepción de productos industriales digitales, etc. En este sentido, los profesionales deben estudiar primero sus necesidades y objetivos para evaluar la tecnología que necesitan. Por otra parte, es importante replantear, además, las políticas educativas, es decir, dotar a los jóvenes de competencias técnicas y al mismo tiempo fomentar el espíritu emprendedor.

Debido a la importancia del tema, en la encuesta del I Barómetro Industrial 2017 se preguntaba a los ingenieros autónomos o empresarios si conocían el modelo de industria 4.0 y el grado de implantación del mismo en su caso. En este sentido, es cuando menos llamativo que el 47,87% respondiera que no lo

habían implantado y tampoco tenían previsto hacerlo, frente a un escaso 10,89% que sí lo ha llevado a cabo. Por su parte, resulta significativo que un 41,15% de los encuestados no se haya planteado ni si quiera esta posibilidad, al menos a corto plazo (NS/NC).

La esencia del ingeniero es utilizar su “ingenio” para buscar soluciones a los problemas que se pueda encontrar en el desarrollo de su carrera profesional, su capacidad de proponer soluciones innovadoras; en definitiva, ser ingeniero es encontrar respuestas a los desafíos que afronta la sociedad. La industria 4.0 también pretende responder a las problemáticas actuales, especialmente referidas tanto al ahorro de energía como a la gestión de recursos naturales y humanos. Ante este panorama resulta fundamental formar ingenieros 4.0, capaces de afrontar con éxito la evolución hacia la nueva ingeniería.

### Grupo de trabajo de ejercicio libre

Con el objetivo principal de dar apoyo y facilitar la actividad profesional de to-

dos los colegiados que la desarrollan bajo las responsabilidades inherentes a las atribuciones profesionales como ingenieros técnicos industriales, el Cogiti constituyó hace algún tiempo el grupo de trabajo de ejercicio libre, entre cuyas funciones se encuentran la optimización de los recursos y esfuerzos que cada colegio gestiona y aporta de forma individual. Dentro del marco de las funciones establecidas en los estatutos generales, destacan las de trabajar en la mejora y defensa de la actividad del ejercicio libre de la profesión.

En este sentido, uno de los problemas más acuciantes detectado por estos profesionales es el rechazo de trabajos que en ocasiones se produce en organismos oficiales, sobre todo por parte de los ayuntamientos, y ello debido a causas relacionadas con las competencias; lo que lleva a los colegios profesionales a trabajar para combatir esta problemática.

Otras situaciones a las que tienen que hacer frente los ejercientes libres de la profesión son la competencia desleal y el intrusismo profesional.

# Reflexiones sobre el ejercicio libre de la profesión

Los vocales y responsables de los diversos colegios ofrecen a continuación una breve reflexión o sinopsis de su experiencia en el ejercicio libre de la profesión de ingeniero técnico industrial.



**Macario Yebra Lemos**

Decano de A Coruña

“El ejercicio libre de la profesión de ingeniero técnico industrial es enormemente satisfactorio, al ser la más cercana al ciudadano y, en conjunto, la que resuelve en plenitud sus necesidades cotidianas.”



**Jesús Noha Boreku**

Vocal de Ejercicio Libre de Aragón

“El ejercicio libre es la manera más generalista de desarrollar nuestra profesión. Permite realizarte en múltiples disciplinas de la ingeniería, obligándote a una actualización permanente.”



**Alberto Martínez Martínez**

Decano de Álava

Desde el punto de vista profesional, la pequeña empresa (actividades en naves industriales entre 250-500 m<sup>2</sup>) ha sido fundamental en nuestro trabajo. Sin embargo, en estos momentos está en declive como consecuencia de una serie de factores (falta de emprendedores, recursos económicos, trabas en las gestiones administrativas, etc...). Si no hay regeneración industrial, no hay profesión.



**Argimiro Gómez Martín**

Vocal de Ejercicio Libre de Ávila

“Concienciado de que la mejor carta de presentación es la calidad de los proyectos, lo que requiere un estudio y análisis de la mejor configuración, de acuerdo con la normativa, para resolver el proyecto en cuestión.”



**Andrés Cuerda Mora**

Vocal de Ejercicio Libre de Albacete

“Desde un punto de vista genérico de la Comisión de Ejercicio Libre del Cogiti Albacete, la cual represento, y en general por los problemas expuestos por los colegiados de ejercicio libre, en la mayoría de las ocasiones, para un mismo tipo de instalación no existe unanimidad en las tramitaciones en cuanto a registros de estas en los órganos competentes. Existe, por tanto, una gran diferencia entre las comunidades autónomas para el registro de un mismo tipo de instalación.”



**Junta Rectora de la Comisión. De izquierda a derecha: Francisco J. Andrés (vicepresidente), Laia Liébana (secretaria) y Sergi Bolea (presidente)**

Comisión de Ejercicio Libre de Barcelona

La Comisión de Ejercicio Libre del Colegio de Ingenieros Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona está formada por más de 100 ingenieros, profesionales que trabajan en campos tan diversos como las licencias de actividades, dirección de obra, instalaciones de todo tipo (baja tensión, climatización, gas, etc.). Se comparten experiencias, se intercambia información sobre la normativa vigente y se promueven cursos. Se trata de un espacio de unión y apoyo entre compañeros, así como una herramienta útil de crecimiento profesional para los colegiados.



**Armando Botella Balaguer**

Vocal de Ejercicio Libre de Alicante

“En los últimos años el ejercicio libre ha sufrido la crisis a través de la competencia desleal y un marco regulatorio que en vez de liberalizar el mercado, lo ha desprovisto de los mecanismos de control necesarios. El futuro cercano es optimista, el sector industrial se está recuperando y las nuevas tecnologías nos dan nuevos nichos de negocio a los que nuestro sector debe adaptarse.”



**Juan Antonio Palacino Suárez**

Vocal de Ejercicio Libre de Badajoz

“El amplísimo campo de actuación de la ingeniería técnica industrial sitúa a nuestros profesionales a la cabeza en la prestación de servicios polivalentes ante las actuales demandas de usuarios y sociedad.”



**Rafael del Barrio Moreno**

Vocal de Ejercicio Libre de Burgos

“Aprendizaje continuo: constancia, innovación y sacrificio.”



**Joan Gutiérrez**

Vocal de Ejercicio Libre de Girona

“La defensa diaria y constante de nuestra profesión y el traspaso de los conocimientos a futuras generaciones son objetivos muy importantes en nuestro colectivo para así tener un valor en alza en nuestra sociedad cada día más marcada por un valor económico que por la calidad de los trabajos.”



**Alejandro Javier Marrodán Madera**

Vocal de Ejercicio Libre de Cáceres

Experiencia en la realización de proyectos de diferentes instalaciones, especialmente en lo concerniente a instalaciones eléctricas, tanto en alta como en baja tensión y en prevención de riesgos laborales.



**Modesto López Gallego**

Vocal de Ejercicio Libre de Granada

“Una experiencia por la que todos los ejercientes libres deberían pasar. Responsabilidad, servicio y altruismo en beneficio de nuestra profesión.”



**Juan Izquierdo**

Vocal de Ejercicio Libre de Cádiz

“El ejercicio libre ha sido y es la mejor fuente de conocimientos y desarrollo técnico, empresarial y social del ingeniero técnico industrial. Fe de ello dan mis más de 32 años dedicados al ejercicio libre y a sectores empresariales diversos.”



**Miguel Jesús del Castillo Borda**

Vocal de Ejercicio Libre y vicedecano de Guadalajara

“He ejercido como ingeniero técnico industrial del Ayuntamiento de Guadalajara desde 1982, y soy miembro de la Comisión Saneamiento Guadalajara perteneciente a la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y he desarrollado el ejercicio libre de la profesión desde 1973.”



**Vicente J. Prats Roca**

Vocal de Ejercicio Libre de Castellón

“Si bien la innovación y la creatividad definen al ingeniero, es en el ejercicio libre de la profesión cuando estas llegan a su máxima expresión, al analizar todas las necesidades y aportar las soluciones técnicas oportunas que permitan el mejor desarrollo de un proyecto, ya sea en el campo social o de la industria.”



**Enrique Moral González**

Vocal de Ejercicio Libre de Jaén

“Trabajar como libre ejerciente es una motivación diaria, un aprendizaje continuo de nuevas tecnologías, y disfrutar del trato humano con las diferentes personas o empresas que dan forma al proyecto que con tanta ilusión realizas.”



**José Antonio Valera Moya**

Vocal de Ejercicio Libre de Ciudad Real

Ingeniero técnico industrial con más de 25 años de experiencia como gerente en Oria Ingeniería SL, desarrollando proyectos y direcciones técnicas. Es también coordinador de riesgos laborales en obras de construcción.



**Rocío Pereira Gutiérrez**

Vocal de Ejercicio Libre de Huelva

“Llevo más de siete años de experiencia en la empresa Protécnica SL como especialista en acústica y desmantelamientos. Nuestro trabajo nos ha permitido desarrollarnos en diferentes ámbitos y sectores de la ingeniería.”





**Jorge Corcuera Arriola**

Vocal de Ejercicio Libre de La Rioja

“Mediante la profesión del ejercicio libre de la ingeniería, el ingeniero desarrolla su vida laboral en un ámbito multidisciplinar que le aporta grandes conocimientos en un elevado número de áreas de la profesión de la ingeniería, formándolo como profesional cualificado y más importante aún... como persona”.



**Tomas Alberto Caballero Sanguino**

Vocal V y miembro de la Comisión de Ejercicio Libre de Málaga

“Defender el ejercicio libre de la profesión conlleva gran parte de trabajo y responsabilidad dentro de los colegios profesionales, siempre compensada por las grandes y necesarias consecuencias para nuestra profesión.”



**José Antonio Cuba Cal**

Vocal de Ejercicio Libre de León

Ingeniero técnico industrial por la Universidad de Vigo (1984), es director gerente de la empresa de ingeniería Oficina Técnica de Proyectos AMG SL. Ha desempeñado diversos cargos en la junta de gobierno del colegio y es responsable de la Comisión de Ejercicio Libre desde el año 2003.



**María Inés Lumbreras Panadés**

Responsable de Ejercicio Libre de Manresa

“Dedicarse al ejercicio libre es muy gratificante ya que te dedicas a lo que de verdad te gusta e hizo que escogieras los estudios de ingeniería técnica. Es un camino difícil, pero como todo en esta vida, lo gratificante no está al final del camino fácil.”



**Nicanor Piñeiro Sampedro**

Vocal de Ejercicio Libre de Lugo

“El desarrollo de la ingeniería como arte liberal me da una gran satisfacción al ver como la aplicación del conocimiento se transforma en algo práctico que incrementa la calidad de vida de la sociedad.”



**Luis Maestu**

Vocal de Ejercicio Libre de Navarra

“Toda mi vida profesional la he dedicado al ejercicio libre, desde 1978. Durante este tiempo ha habido para nuestra profesión múltiples amenazas, sobre las atribuciones profesionales y nuestras atribuciones. A pesar de ello, hemos seguido adelante, con fuerza, ya que nuestro trabajo especializado es apreciado por la sociedad a la que servimos. Si volviera a comenzar, elegiría el mismo camino profesional, que, si bien es muy exigente por la necesidad continua de formación y actualización, nos compensa con la satisfacción de los trabajos realizados.”



**Jesús E. García Gutiérrez**

Decano de Madrid

“Durante los tres años que llevo desempeñando la responsabilidad del ejercicio libre de la profesión, ha sido una gran satisfacción para mí luchar por resolver los problemas y conseguir las metas y objetivos de nuestro colectivo dedicado a ejercer nuestra profesión, abriendo siempre nuevas puertas y estrechando relaciones institucionales.”



**Martín José Abril Bienzobas**

Vocal de Ejercicio Libre de Palencia

“Como aspecto positivo del ejercicio libre está el desarrollo profesional y personal. El lado negativo es la situación actual, la feroz competencia y el intrusismo.”



**José María Gómez Bravo de Mansilla**

Vocal III y miembro de la Comisión de Ejercicio Libre de Málaga

“La defensa del ejercicio libre de la profesión es un punto de encuentro entre los compañeros, que compartimos y vemos que no estamos solos en el camino de la profesión de ingeniero.”



**Diego Pérez Muñiz**

Responsable de Ejercicio Libre del Principado de Asturias

Procede del mundo de la empresa consultora como supervisor de diversos proyectos para la Administración. Actualmente como gerente en empresa constructora y promotora controla los proyectos de las obras e instalaciones en edificación y mantiene relación con los Ayuntamientos y las Administraciones.



### Santiago Criado Morán

Vocal de Ejercicio Libre de Salamanca

“Lo que destacaría de la profesión libre es la gran variedad de trabajos que podemos desarrollar, haciendo que cada nuevo proyecto sea un reto.”



### Francisco José Moreno

Vocal de Ejercicio Libre de Toledo

“Nosotros somos el eslabón más débil de la cadena de construcción en general según nos ven, pero para mí deberíamos ser uno de los más importantes. De nosotros depende la seguridad, el bienestar, la comodidad, la economía del edificio, etc.”



### Antonio Rodríguez Hernández

Vocal de Ejercicio Libre y decano de Santa Cruz de Tenerife

“Los compañeros dedicados al ejercicio libre deben ser los primeros responsables en dignificar la profesión, y ahí los colegios siempre apoyan con formación continua, asesoría técnica y, sobre todo, con el seguro de responsabilidad civil.”



### Ricardo Ruiz

Vocal de Ejercicio Libre de Valencia

“Para poder prestar un servicio de calidad al cliente es imprescindible que el técnico se mantenga en una formación continua en aquellas áreas en las que desarrolla su trabajo.”



### Rodrigo Gómez Parra

Responsable de Ejercicio Libre de Segovia

Ingeniero técnico industrial y graduado industrial. Tiene 20 años de experiencia en el ejercicio libre en diversos campos, desde realización de proyectos de construcción, instalaciones, hasta control y supervisión en dirección de obras. Es especialista en organización industrial y mejora de procesos productivos en industrias (lean manufacturing).



### Pedro Rodríguez Seoane

Responsable de Ejercicio Libre de Vigo

La ingeniería, en su ejercicio Libre, es el avance tecnológico multidisciplinar que da soluciones a las necesidades e ideas de la sociedad adaptándose a cada momento y renovándose constantemente. I+D+I



### Luis Esporri Fortit

Vocal de Ejercicio Libre de Tarragona

“Con los años de experiencia en el campo del ejercicio libre llegamos a la conclusión de que cada vez será más necesaria nuestra presencia en el mercado dada la abundancia y complejidad que ofrecen las legislaciones y Administraciones.”



### Marcel Costa Solé

Vocal de Ejercicio Libre de Vilanova i La Geltrú

“Ejercer la profesión de ingeniero técnico en la modalidad de ejercicio libre implica la constante formación y actualización de conocimientos técnicos para ofrecer el mejor servicio y asesoramiento al cliente.”



### Ana Pilar Izquierdo Sierra

Vocal de Ejercicio Libre de Toledo

“Aunque llevo poco tiempo en la junta directiva del Colegio de Ingenieros Técnicos de Toledo, he tenido la oportunidad de realizar labores propias de vocal responsable de la Profesión Libre, asistiendo a las reuniones del consejo y propias de nuestro colegio, además de colaborar con el personal del colegio y de la junta para temas relacionados con la profesión libre. Me parece muy interesante esta experiencia, ya que a través de estas reuniones podemos ser conocedores de los problemas con los que se enfrenta nuestra profesión e inquietudes del colectivo y, de esta manera, intentar resolverlos de la mejor manera posible.”



### Abraham Sergio Álvaro Jiménez

Vocal de Ejercicio Libre de Zamora

“Para mí, la profesión libre ha supuesto el poder poner en práctica todas aquellas disciplinas en la fuimos formados los ingenieros de nuestra generación. Es un orgullo poder pertenecer a este colectivo.”

# José López Padrón

Coordinador del Grupo de Trabajo de Ejercicio Libre del Cogiti

## “La industria 4.0 posiciona a los ejercientes libres ante un escenario de enorme esfuerzo adaptativo”

**Mónica Ramírez**

José López Padrón es, desde el pasado mes de mayo, el coordinador del Grupo de Trabajo de Ejercicio Libre del Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti), por lo que conoce bien las preocupaciones e inquietudes de los profesionales que se dedican al ejercicio libre de la profesión. Consciente de los nuevos retos y obstáculos a los que se enfrentan, manifiesta su plena confianza en la capacidad de adaptación de todos ellos, y afronta el futuro con gran optimismo e ilusión, “del que me gustaría que fuesen partícipes todos los compañeros, para que juntos lo veamos muy prometedor”.

### ¿Cuál es su percepción sobre la situación actual de los ingenieros que llevan a cabo el ejercicio libre de la profesión?

El ejercicio libre es una de las actividades significativas de nuestra profesión. La mayor parte de los problemas que le afectan no son de su exclusividad, sino comunes a otras actividades del ejercicio profesional que se realizan por cuenta ajena. El extenso ámbito de trabajo de nuestra profesión, se traslada también al ejercicio libre, lo que no hace fácil contestar a esta pregunta desde una perspectiva general, pero creo que hay tres aspectos que afectan a todos los sectores en los que actúan los compañeros que lo llevan a cabo. El primero es el económico, que como en la mayor parte de los sectores, sigue marcado por los efectos de la crisis que, aunque mitigados, todavía le afectan claramente. La recuperación de actividad varía en las distintas zonas del territorio estatal. En las que tienen menor tirón industrial y de más lenta reactivación es en las que todavía no se percibe una recuperación significativa de la actividad en el ejercicio libre.

Otro aspecto importantísimo está en el ámbito social, concretamente en la percepción que la sociedad tiene de nosotros. En general creo que es buena, pero



José López Padrón.

quizás debamos ser algo autocríticos y considerar el hecho de que gozamos de una inercia positiva, fruto no solo del buen hacer de generaciones anteriores de compañeros, sino del gran reconocimiento social de nuestra profesión inherente al contexto social de dichas épocas. En el contexto actual, creo que la situación ha cambiado notablemente, ya que el peso inherente a las titulaciones ha perdido protagonismo frente al buen hacer profesional de los titulados. Por ello, es inevitable la mejora continua en nuestras actuaciones profesionales e imprescindible transmitir a la sociedad el beneficio que para esta suponen.

Por último, y no por ello menos importante, está el aspecto tecnológico. Las disposiciones legales son cada vez más exigentes en lo que se refiere a justificaciones técnicas, tanto a las que se establecen de forma prescriptiva como a las que los ingenieros puedan aportar como soluciones alternativas. Esta realidad unida a la denominada cuarta revolución industrial o industria 4.0 posiciona a los

ejercientes libres y a la profesión en general ante un escenario de enorme esfuerzo adaptativo. No debemos fiarnos del tímido arranque que ha tenido dicho escenario, debido sobre todo a los efectos de la crisis ya que, con toda seguridad, en el futuro más cercano el desarrollo será exponencial, y las mejores bazas presentes y del futuro no van a ser solamente leyes o decretos que nos favorezcan, sino el ser los mejor formados.

### ¿Y cómo piensa que evolucionará esta situación a corto y largo plazo?

Inevitablemente será una evolución paralela a la económica, pero dejando los pronósticos a los economistas, tengo confianza plena en que sea cual sea el escenario, nuestro colectivo va a estar bien posicionado. Esta confianza se sostiene en la capacidad de adaptación que hemos demostrado en las situaciones adversas que nuestra profesión se ha ido encontrando y superando en sus muchos años de existencia. A corto plazo, creo que los esfuerzos que se están realizando en muchos colegios y en el Cogiti conseguirán consolidar las herramientas, procedimientos y estrategias comunes en formación continuada, acreditaciones y competencias, que serán las que a largo plazo consigan que estemos mejor organizados y posicionen a nuestro colectivo en situación ventajosa frente a otros con los que inevitablemente deberemos competir en un escenario legal claramente tendente a garantizar la unidad de mercado.

### Por su experiencia como coordinador de los grupos de trabajo de Ejercicio Libre y de los Comités de expertos del Cogiti, ¿Cuáles son los principales problemas e inquietudes con los que se encuentran estos ingenieros?

Uno de los problemas importantes es el rechazo de trabajos en organismos oficiales, sobre todo ayuntamientos, por motivos de competencias; es una lucha continua en la que es clave que optimi-

comos nuestras organizaciones para ser más eficaces en la defensa de cada caso particular.

También es especialmente relevante la competencia desleal y el intrusismo profesional, asuntos en los que todos debemos estar vigilantes, poniendo en conocimiento de los colegios situaciones que, consideremos, puedan atentar contra nuestros intereses profesionales.

Entre las inquietudes, citaría la de aumentar la participación y el peso del colectivo en los procesos de elaboración de legislación y normativas técnicas. También la de potenciar las relaciones intercolegiales y la integración en la plataforma web del Cogiti de documentos y procedimientos unificados, que faciliten las actuaciones de los compañeros en todo el territorio.

#### **¿Y los nuevos retos que tendrán que afrontar?**

Aunque conocidos desde hace algún tiempo y ralentizados por la crisis, no podrá demorarse por más tiempo la adopción de nuevos sistemas y herramientas de trabajo en el sector de la ingeniería de proyectos (BIM, *software* de simulaciones en PCI y sistemas energéticos, etc.). Tampoco admite más demora nuestra mejora en "saber vendernos" y por supuesto "vendernos bien". Esta es una labor que, con perspectivas de futuro, debería comenzarse en las escuelas. No es un reto menor el de concienciarnos de la inevitable necesidad de formación continua, derivada de la imparable y constante evolución tecnológica.

#### **La industria 4.0, concepto relativamente reciente, que se refiere a la denominada cuarta revolución industrial, constituye una oportunidad clave para la mejora de la competitividad de la industria española en un mercado cada vez más global. ¿Cómo piensa que está siendo su implantación en las empresas de ingeniería?**

Como comenté anteriormente, la implantación se ha ralentizado por los efectos de los últimos años. No obstante, creo que la situación no admite mucha más demora, ya que la evolución más significativa en otros sectores obligará a su pronta y paulatina implantación.

#### **¿Es necesario cambiar de estrategia?**

La cuarta revolución industrial afectará a todos los sectores y, cómo no, al de la ingeniería en el ámbito del ejercicio libre,

pero de momento más que un cambio de estrategia, creo que es necesario tener clara la necesidad de formación en este nuevo campo, en el que intervendrán y serán competencia otros profesionales de la ingeniería (informática, telecomunicaciones y demás), que nos permitirá una clara ventaja al continuar siendo imprescindible el conocimiento que nos es propio en materia de procesos e instalaciones industriales y en los sistemas e instalaciones asociadas al sector terciario y residencial.

#### **La formación siempre ha sido fundamental en el desarrollo profesional de los ingenieros. En este sentido, ¿ha detectado determinadas necesidades formativas para estos profesionales?**

Antes de mi incorporación como coordinador del grupo de trabajo de Ejercicio Libre del Cogiti, en mi etapa como miembro de la junta de gobierno del Colegio de Ourense, desempeñé, entre otras responsabilidades y durante varios años, la del área de formación, incluso en la actual etapa de convivencia con la plataforma de formación del Cogiti.

Creo que la puesta en marcha de la plataforma, asociada al contexto actual, hace que esta se haya convertido en una potentísima herramienta formativa que permite una oferta y disponibilidad inimaginables hace pocos años. Es evidente que no se cubre con la misma la parte de relaciones humanas que propiciaba la formación presencial, y quizás sea esta una de sus desventajas, que aunque para nada desvirtúa las ventajas citadas, habría que evaluar, ya que son varios los compañeros que así lo han manifestado.

Respecto de la oferta de la plataforma, de momento y quizás por el poco tiempo transcurrido desde mi incorporación como coordinador, no me consta requerimiento de necesidades formativas específicas relacionadas con el ejercicio libre.

#### **Junto a la plataforma de formación e-learning, una de las principales herramientas competitivas que ofrece el Cogiti es la acreditación del desarrollo profesional continuo. ¿En qué medida considera que estas herramientas competitivas ayudan a los ingenieros en su desarrollo profesional?**

Según lo ya manifestado respecto a mi creencia sobre la necesaria formación continua y la obligatoriedad de acreditación profesional que las tendencias futuras impondrán, la plataforma de formación y nuestro sistema de acreditación no solo

serán herramientas de inestimable ayuda, sino que se convertirán en imprescindibles, y les deberemos demandar su continua mejora en calidad y competitividad.

#### **¿Cómo se estructuran las reuniones de los grupos de trabajo de ejercicio libre de la profesión?**

Se han establecido la celebración de cuatro reuniones anuales. Dos por videoconferencia y dos en la sede del Cogiti. Desde el grupo de trabajo hemos desarrollado y consensuado un reglamento para el funcionamiento del propio grupo y de sus reuniones, operativo tras su aprobación reciente por la junta ejecutiva del Cogiti. En él también se regula el funcionamiento de los comités de expertos.

Entre otros aspectos, en el reglamento se han estructurado los tiempos de convocatoria y propuestas para las reuniones para que estas se desarrollen de forma ágil. Se han creado seis subgrupos de trabajo que se encargan de profundizar en los asuntos que el grupo decide. Los acuerdos del grupo de trabajo no tienen carácter ejecutivo, y son elevados a la Junta del Cogiti, que tiene la última palabra sobre los mismos.

#### **¿Cómo ve el futuro de la profesión de ingeniero técnico industrial?**

Basándome en las repuestas anteriores, reiterando mi confianza en nuestra capacidad de adaptación y siendo consciente de que no será un futuro exento de obstáculos, lo afronto con pleno optimismo e ilusión, del que me gustaría fuesen participes todos los compañeros, para que juntos lo veamos muy prometedor.

#### **¿Qué diría a los jóvenes ingenieros que están pensando en adentrarse en el ejercicio libre de la profesión?**

La respuesta está en la pregunta. *¡Jóvenes e ingenieros, adelante!* Si veis en el ejercicio libre un camino en el que os gustaría desarrollar la profesión, no lo dudéis. A pesar de los miedos que tengáis y las dificultades que os puedan surgir, por mi parte solo os puedo animar con mi experiencia personal y positiva en estas lides. Pero recordad que seréis ingenieros toda la vida pero no jóvenes. Aprovechad el momento, vuestra ilusión y empuje para emprender. Nuestra sociedad necesita emprendedores y tanto si es en el ejercicio libre como en otro ámbito de la ingeniería, sed bienvenidos, y sabed que desde nuestras instituciones contaréis con el máximo apoyo.

## SANTIAGO DE CHILE

### >> Matelec y Genera Latinoamérica cierran con éxito su segunda y tercera edición

Las ferias Matelec, de soluciones para la industria eléctrica y electrónica, y Genera, de energías renovables y eficiencia energética, que se celebraron del 4 al 6 de octubre en Santiago de Chile, cerraron sus segunda y tercera edición, respectivamente, tras cosechar un gran éxito entre los profesionales del sector. Un total de 5.287 profesionales visitaron las dos ferias, organizadas de nuevo conjuntamente por Ifema y FISA. Entre ambas, acogieron más de 300 reuniones de negocios y un total de 68 empresas, procedentes de 12 países, como Alemania, Colombia, Chile, España, Eslovenia y Reino Unido, consiguiendo reunir a miles de profesionales del sector energético y permitiendo a cada uno de ellos centrarse en los ámbitos más adecuados para su trabajo al tener la posibilidad de elegir entre los eventos y actividades programadas para estas dos ferias.

Durante las ferias, también jugó un papel muy importante el conocimiento, ya que se llevaron a cabo multitud de encuentros y jornadas para analizar la actualidad del sector energético y la energía fotovoltaica, presentando también atención a las previsiones generales de futuro. Entre estos encuentros destacó el seminario *Desafíos y escenarios energéticos, Chile 2030*, que tuvo lugar el 5 de octubre, y en el que se abordaron cuestiones como los avances en política energética, o las tendencias del sector eléctrico, electrónico y automatización 2017, entre otros aspectos.

## FRANCFORT

### >> La próxima edición de Light + Building centra su atención en la tecnología de seguridad

La próxima edición de la feria Light + Building, que se celebrará en Frankfurt del 18 al 23 de marzo de 2018, convocará a expertos de los sectores de productos de la automatización de casas y edificios, así como de la tecnología de seguridad eléctrica. El resultado es la creación de un punto de encuentro común, un foro central de la tecnología de edificaciones integrada, que ofrecerá al visitante una visión global de todo el abanico de productos de la automatización de casas y edificios, así como de la tecnología de seguridad eléctrica. La nueva superficie de exposición del pabellón se beneficia con la exposición especial "Secure! Connected Security in Buildings" y con el foro que se celebrará durante cinco días paralelamente a la feria Intersec Forum.

La automatización de casas y edificios controla, regula y mide todos los componentes e instalaciones importantes, y conecta todos los sistemas técnicos de un edificio. Como elemento integrado de la tecnología de edificaciones tiene una función clave importante también en el funcionamiento energéticamente eficiente de un edificio. La seguridad en edificios es, a su vez, un componente fundamental e importante de la



tecnología de edificaciones inteligente, tanto en el ámbito de los edificios residenciales como en el de los no residenciales. Los sistemas de la tecnología de seguridad se fusionan cada vez más con otros sistemas de la tecnología de edificaciones, sistemas que hasta la fecha trabajaban de forma totalmente independiente. Esto es lo que refleja exactamente Light + Building poniendo en el

punto de mira la tecnología de edificaciones integrada en el marco de un concepto unificado, y en concreto los sistemas de la tecnología de seguridad y de la automatización de edificios.

Como complemento a la oferta de productos de los expositores, la exposición "Secure! Connected Security in Buildings" mostrará a los visitantes cómo aumentar la rentabilidad de un edificio a través de la aplicación de soluciones técnicas y cómo tener en cuenta los requisitos de seguridad a la par de las necesidades individuales del usuario. A diferencia de las presentaciones de los expositores de Light + Building, todas las tareas se fusionan en una unidad a partir de tres ámbitos de aplicación concretos (hotel, oficina, industria) desde la perspectiva de la seguridad y de las interfaces de usuarios.

## VALENCIA

### >> El encuentro Conama Local Valencia se cierra con un debate sobre las ciudades sostenibles

El cierre del encuentro Conama Local València 2017, celebrado los días 27, 28 y 29 de noviembre, fue un diálogo abierto con el público en el que participaron Luis Andrés Orive, director del Centro de Estudios Ambientales de Vitoria-Gasteiz; Yayo Herrero, directora de Fuhem; Roberto Jaramillo, concejal



d' Innovació i Energies Renovables i Canvi Climàtic de València, y Alicia Torrego y Gonzalo Echagüe, por parte de la Fundación Conama. Fue un debate cargado de esperanza, pues a pesar de las dificultades, la transición hacia un modelo más sostenible ya está en marcha y las ciudades tienen una llave importante para conseguirlo. La sesión fue transmitida en vídeo en directo y el vídeo completo de la sesión, está alojado en el canal de YouTube de Las Naves Espacio de Innovación de València, la sede de Conama Local València 2017.

El lema de esta edición fue "Las ciudades conectan naturalmente". Este lema hace referencia a la necesidad que tienen las ciudades de conectar, sintonizar y armonizar su relación con el medio ambiente, tanto mejorando sus intercambios de energía y materiales con el exterior como reforzando las propias condiciones ambientales de ellas mismas. Además, un punto esencial es la puesta en marcha de una relación armónica de la ciudad con su entorno más cercano, que permita la regeneración ambiental del ámbito periurbano y consolide una relación sostenible de la urbe con su territorio circundante.

## BARCELONA

### >> El espacio Industrial Biotech destaca las ventajas de la biotecnología para la industria

El espacio Industrial Biotech habilitado en la feria Expoquimia, que se celebró en Barcelona a principios de octubre, acogió una serie de sesiones en las que diversos ponentes explicaron la biotecnología aplicada a los procesos industriales y pusieron de manifiesto las múltiples ventajas económicas y medioambientales que comporta apostar por esta nueva forma de producción. En este sentido, la directora de EuropaBio, Joanna Dupont-Ingliš, señaló que la "biotecnología industrial podrá reciclar los 270 millones de toneladas de residuos agrícolas que Europa producirá en 2020 y convertirlos en productos químicos, biomateriales y biocombustibles". Dupont-Ingliš avanzó que la "biotecnología industrial aportará más de 57.000 millones de euros y la creación de entre 900.000 y 1,5 millón de empleos en 2030 en la Unión Europea" y afirmó que "es necesario reforzar las sinergias y la conexión entre bioeconomía y economía circular con unas políticas de apoyo a la bioindustria coherentes y holísticas a toda la cadena de valor". La biotecnología es el conjunto de técnicas y procesos que usan organismos vivos o partes de ellos para elaborar productos.

Albert Jané de Vytrus Biotech dio a conocer el potencial de las células vegetales como biofactorías para la obtención de todo tipo de productos y comentó que "con la biosíntesis en células vegetales reducimos en un 99% el uso de agua y de suelo que requieren los métodos de producción tradicionales". Por su parte, François Monnet de Solvay presentó la experiencia de esta multinacional en la fabricación de productos químicos de base biológica (*biobased chemicals*) y remarcó la necesidad de reducir costes económicos, señalando la volatilidad de los precios de las materias primas como, por ejemplo, el del azúcar, base del etanol.

# El poder en sus manos

HP ha reinventado la productividad en impresión de gran formato con la impresora HP PageWide XL 5000 para que usted tenga la posibilidad de potenciar su ahorro. Use el mismo dispositivo para trabajos en blanco y negro o en color. Y con una velocidad de hasta 14 páginas A1 por minuto, podrá imprimir con los mismos costes o costes más bajos que con las impresoras LED comparables<sup>1</sup>.

Más información:

+34 930 031 133

[www.hp.com/go/pagewidexl/5000series](http://www.hp.com/go/pagewidexl/5000series)



1. Basado en los costes de suministros y de mantenimiento. Costes de impresión en blanco y negro de documentos técnicos para impresoras LED comparables de volumen medio basados en impresoras para impresión en gran formato de documentos técnicos a velocidades de entre 8 y 13 páginas D/A1 por minuto a fecha de abril de 2015, y que representan más del 80 % de la cuota de impresoras LED de volumen medio en EE.UU. y Europa en 2015, según IDC. Costes de impresión en color de documentos técnicos para impresoras en color comparables de volumen medio basados en impresoras capaces de imprimir 4 páginas D/A1 por minuto o más y de menos de 50.000 USD para la impresión en gran formato de documentos técnicos a fecha de abril de 2015, y que representan más del 80 % del mercado en EE. UU. y Europa en 2014, según IDC. Para consultar los criterios de prueba, véase [hp.com/go/pagewidexlclaims](http://hp.com/go/pagewidexlclaims).

# Nueva normativa anticontaminante en vehículos diésel Euro 6

## *New anti-pollution regulation for Euro 6 diesel vehicles*

Juan Manuel Luján Martínez<sup>1</sup>, Vicente Dolz Ruiz<sup>1</sup>, Javier Monsalve-Serrano<sup>1</sup>, Juan Antonio López Cascant<sup>1</sup>

### Resumen

Investigaciones realizadas en los últimos años demuestran que las emisiones contaminantes y el consumo de los vehículos diésel en el mundo real suelen superar los niveles alcanzados en los procesos de homologación. Mediante mediciones de emisiones a bordo de los vehículos, se ha demostrado que los óxidos de nitrógeno (NOx), uno de los gases emitidos más nocivos, superan ampliamente el límite impuesto por la norma Euro 6 en su proceso de homologación. Así, con el objetivo de complementar el ciclo de homologación actual (WLTC), se introduce el ciclo de emisiones en conducción real (RDE), a partir del 1 de septiembre de 2017.

En este artículo se analizan los resultados de las mediciones a bordo de las emisiones de NOx de un vehículo diésel Euro 6 en una prueba de conducción real utilizando un sistema portátil de medición de emisiones. Las características de esta ruta de prueba siguen los requisitos impuestos por la regulación RDE. El análisis de los resultados de emisiones muestra que la mayor cantidad de NOx por kilómetro recorrido se emite durante la sección urbana de la prueba. Generalmente, en tramos a bajas velocidades con aceleraciones y deceleraciones bruscas. Por el contrario, en tramos con aceleraciones más suaves y con periodos mantenidos a velocidades intermedias este parámetro es mucho menor. Puede llegar a ser cinco veces menor que en el caso de los tramos con las tasas de NOx más altas.

### Palabras clave

Emisiones en condiciones reales de conducción, Sistema portátil de medición de emisiones, Euro 6, motor diésel, automóvil.

### Abstract

*Recent research shows that pollutant emissions and fuel consumption of diesel vehicles in the real world often exceed the levels achieved in the homologation processes. By means of a portable emissions measurement system (PEMS), nitrogen oxides (NOx) were measured. These tests show as NOx emissions exceed the limit imposed by the Euro 6 norm. Thus, in order to complete the current homologation cycle (WLTC), the real driving emissions regulation (RDE) has been introduced, starting on September 1, 2017.*

*This paper shows an analysis of NOx emissions on-board measurements in a Euro 6 diesel vehicle during an actual driving test by using a portable emissions measurement system (PEMS). The characteristics of this test route follow the requirements imposed by the RDE regulation. The analysis of emission results shows that the greatest amount of NOx per kilometer is emitted during the urban part of the test. Generally, in sections at low speeds with abrupt accelerations and decelerations. On the other hand, in sections with smoother accelerations and with periods maintained at intermediate speeds, this parameter is much lower. It can be 5 times lower than in the case of the sections with the highest NOx rates*

### Keywords

*Real driving emissions (RDE), portable emissions measurement system (PEMS), Euro 6, Diesel engine, automobile.*

Recibido / received: 18.07.2017. Aceptado / accepted: 29.10.2017.

<sup>1</sup>CMT Motores Térmicos. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia.

\*Autor para correspondencia / corresponding author: Vicente Dolz Ruiz (vidolrui@mot.upv.es).



Foto: Fotoeventis / Shutterstock

### Introducción

Los vehículos de automoción desempeñan un papel muy importante en el desarrollo de las sociedades actuales, permitiendo cubrir necesidades fundamentales como el transporte de personas y mercancías<sup>1</sup>. En consecuencia, la flota de vehículos en todo el mundo ha aumentado exponencialmente en las últimas décadas<sup>2</sup>. Entre las diferentes plantas motrices para este tipo de vehículos, los motores de combustión interna son la tecnología más utilizada y son la fuente de energía de alrededor de 90,5 millones de vehículos producidos en 2014<sup>3</sup>.

Con el objetivo de reducir el impacto medioambiental del uso de estos vehículos, se están introduciendo continuamente regulaciones, cada vez más estrictas, en todo el mundo<sup>4</sup>. La normativa actual sobre emisiones de estos vehículos se basa en la medición de las emisiones contaminantes emitidas por un vehículo durante un ciclo de conducción definido por la normativa<sup>5</sup>, que pretende representar las condiciones dinámicas experimentadas durante el uso de estos vehículos en la vida real. En el año 2000, para la introducción de la normativa europea Euro 3, se definió el denominado *New European Driving*

*Cycle* (NEDC) como parte del proceso de homologación de vehículos en Europa<sup>6</sup>. Aunque este ciclo de prueba se desarrolló para reproducir las condiciones reales de conducción urbana y extraurbana, muchos estudios han demostrado que las características de conducción propuestas por el NEDC están muy lejos de las experimentadas durante las condiciones de conducción en el mundo real<sup>7</sup>. Este ciclo, diseñado antes del año 2000, reproduce un patrón de aceleraciones suaves, velocidades de cruceo constantes y muchos periodos al ralentí. Sin embargo, en condiciones reales de conducción, las aceleraciones son más bruscas, debido, en parte, al aumento de potencia en los motores actuales. Estas suaves condiciones de aceleración propuestas por el NEDC conducen a emisiones de NOx notablemente inferiores a las encontradas durante las mediciones a bordo en condiciones de conducción real<sup>8</sup>. Además, la diferencia entre las cifras de consumo de combustible homologadas y las reales aumentaron del 8% en 2001 al 21% en 2012 y al 40% en 2014<sup>9</sup>.

Con el objetivo de aproximar al mundo real las condiciones del proceso de homologación de estos vehí-

culos, la Comisión Europea elaboró en 2015 el *Worldwide harmonized Light vehicles Test Cycle* (WLTC)<sup>6</sup>. Para desarrollar este nuevo ciclo de pruebas, se recopilaban y analizaban alrededor de 765.000 km de datos de conducción del mundo real de cinco regiones (Europa, India, Japón, Corea y Estados Unidos)<sup>10</sup>. Como resultado, el ciclo WLTC amplía notablemente las condiciones de conducción en términos de aceleración, aumentando la cobertura del mapa del motor en comparación con el NEDC<sup>11</sup>. A pesar de ello, se ha descubierto que existen algunas características de conducción del mundo real que faltan en el ciclo WLTC, así como diferentes factores del mundo real como el tráfico, las condiciones ambientales, los comportamientos de conducción y las dificultades de la ruta, que se traducen en niveles de emisiones contaminantes más bajos que en condiciones reales<sup>12</sup>.

Por otro lado, antes de las pruebas de homologación en laboratorio, se realiza una prueba de conducción real que determina el valor de carga que introducir en el laboratorio donde se simulará el ciclo de conducción. Los fabricantes de vehículos se aprovechan de la flexibilidad de la norma





Figura 1. Nissan Pulsar con motor diésel K9K 1.5 dCi con el sistema portátil de medición de emisiones Horiba OBS-ONE-GS12.

para obtener resultados que minimicen el consumo y las emisiones contaminantes<sup>13,14</sup>. Estas prácticas incluyen la retirada de todos los equipos opcionales para reducir el peso del vehículo, aumentar la presión de los neumáticos para reducir su rozamiento, usar neumáticos con muy baja resistencia a la rodadura y realizar la prueba en pistas con temperaturas ambiente altas y con asfalto de baja resistencia a la rodadura. Por otro lado, en la prueba de laboratorio<sup>13,14</sup>, entre otras prácticas, los fabricantes suelen cargar la batería al máximo y permitir la descarga de la batería durante la prueba desconectando el alternador, minimizar el peso del vehículo, usar lubricantes especiales que no se suelen utilizar en la vida real, por ser excesivamente caros y desconectar el sistema de climatización.

Como consecuencia de estas prácticas, algunos estudios de consultores de la Comisión Europea concluyen que la reducción de emisiones contaminantes entre 2002 y 2010 no derivó de la mejora de la tecnología empleada en estos vehículos, sino del uso de las flexibilidades que permitía la prueba de homologación<sup>14</sup>.

Con el objetivo de minimizar estas discrepancias entre los ciclos de homologación establecidos por las normativas y los niveles de emisiones en el mundo real, en septiembre de 2017, se ha introducido recientemente el procedimiento *Real Driving Emissions* (RDE)

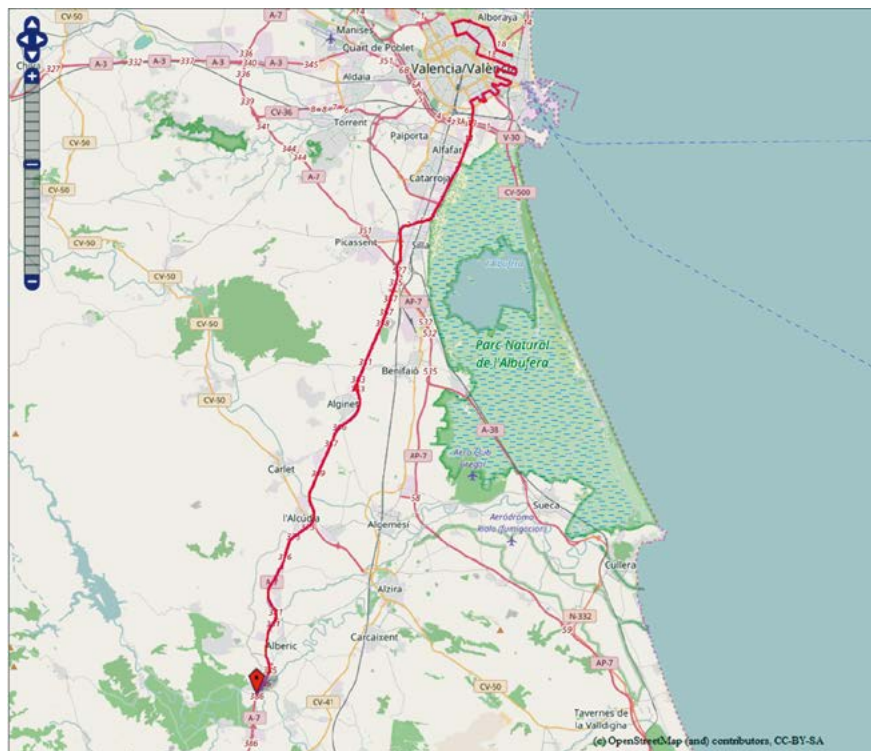


Figura 2. Trazado de la prueba de RDE realizada.

como complemento del ciclo WLTC de la normativa actual<sup>15</sup>. El objetivo de este nuevo método de ensayo es controlar los niveles de emisiones en condiciones de conducción real de los vehículos mediante sistemas portátiles de medición de emisiones (PEMS)<sup>16</sup>. Para ello, las rutas de prueba deben cumplir algunas características en términos de condiciones ambientales, condiciones dinámicas, comportamiento de conducción y precisión del equipo de medida de emisiones, entre otras, todas ellas descritas en el procedimiento RDE<sup>15</sup>.

En este artículo, se evalúan las emisiones a bordo de un vehículo diésel Euro 6 representativo del mercado europeo mediante este nuevo procedimiento, RDE, que se ha introducido en la normativa. Para ello, se utilizará un sistema portátil de medición de emisiones acoplado al vehículo en una ruta de prueba que cumpla los requisitos impuestos por el RDE.

### Test de conducción real

Para el presente trabajo, se ha utilizado un Nissan Pulsar como vehículo representativo para realizar las mediciones de emisiones en conducción real de la prueba de RDE. El vehículo equipa un motor diésel K9K 1.5 dCi

turboalimentado de cuatro cilindros, de 1,5 litros de cilindrada, con sistema de postratamiento con filtro de partículas NOx (LNT) y filtro de partículas (DPF). El vehículo fue homologado según la norma Euro 6 en enero de 2016. Tiene una transmisión manual de seis velocidades, sistema de Start-Stop y al principio de la prueba había recorrido 9.800 km. Este vehículo fue equipado para la prueba con el sistema portátil de medición de emisiones (PEMS) Horiba OBS-ONE-GS12 que puede verse en la figura 1. Como permite el procedimiento RDE, el sistema Start-Stop fue desconectado antes de iniciar la prueba y se verificó que no se produjo ninguna regeneración de DPF durante la ruta.

La prueba de emisiones en carretera del presente trabajo se llevó a cabo en Valencia siguiendo la ruta que se muestra en la figura 2. Esta ruta fue diseñada para cumplir con las restricciones impuestas por el procedimiento RDE, en el que se diferencia entre zonas urbanas (de 0 a  $\leq 60$  km/h), rurales ( $>60$  a  $\leq 90$  km/h) y de autopista ( $>90$  km/h)<sup>15</sup>. La figura 3 muestra el perfil de velocidad del vehículo en la prueba de RDE en comparación con el NEDC y el WLTC. Como se puede ver, el tiempo total de la prueba de

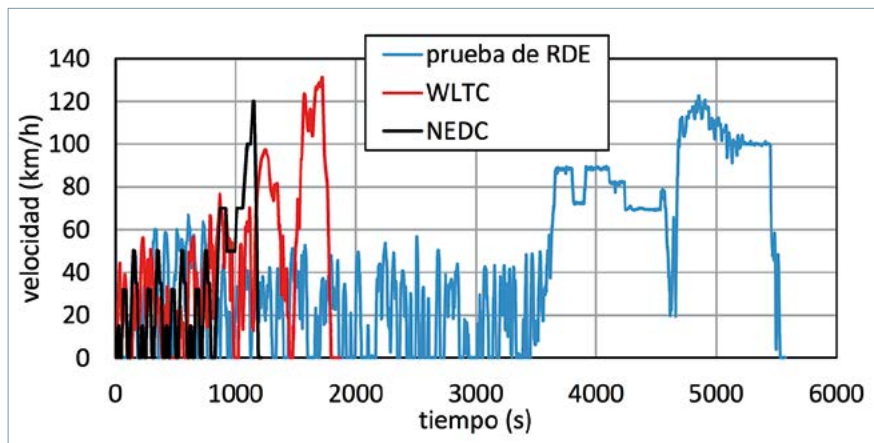


Figura 3. Comparación del ciclo NEDC, WLTC y prueba de RDE.

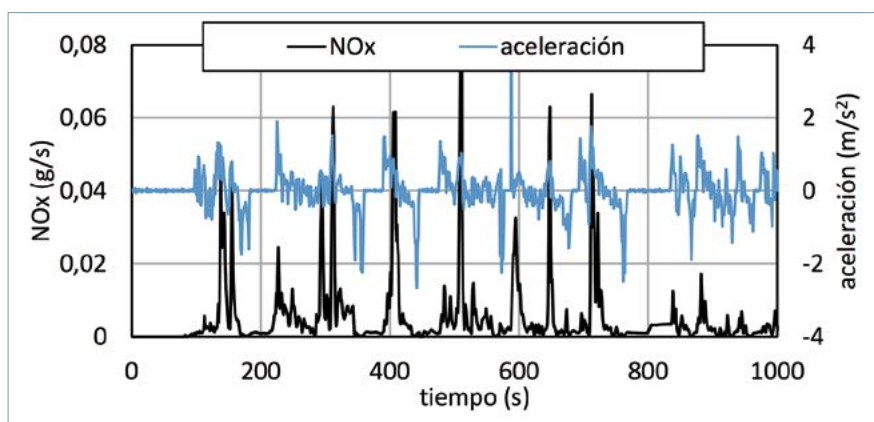


Figura 4. Aceleración del vehículo y emisiones de NOx durante los primeros 1.000 segundos de la prueba de RDE.

RDE es muy superior al de los ciclos NEDC y WLTC. Además, el número de aceleraciones durante la fase urbana es sustancialmente mayor. La ruta de la prueba se realizó en un área relativamente plana (la variación de elevación es inferior a 50 m en los 68 km de la prueba), de manera que el efecto del gradiente de la ruta es despreciable en este estudio. La ganancia de altitud positiva, calculada siguiendo el procedimiento de RDE, es de 321 m/100 km, cumpliendo así los requisitos de regulación ( $<1.200$  m/100 km). La temperatura ambiente del aire fue de 15-20 °C a lo largo de la prueba.

Como se comentó con anterioridad, un sistema portátil de medición de emisiones Horiba OBS-ONE-GS12<sup>17</sup> ha sido utilizado para medir las concentraciones de emisiones gaseosas (CO, CO<sub>2</sub>, THC, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>). Este equipo ha sido diseñado para cumplir los requisitos oficiales impuestos por los procedimientos de certificación de vehículos en condiciones de conducción real. Además, se controlaron

otros parámetros como la relación aire-combustible, caudal de gases de escape, condiciones ambientales (temperatura, humedad y presión) y datos GPS (velocidad del vehículo, latitud, longitud y altitud) para calcular las emisiones del motor. Estos datos de condiciones ambientales, se adquieren con sensores específicos que van conectados al OBS. La energía eléctrica necesaria para la operación del sistema portátil de medición de emisiones es suministrada por dos baterías externas, de manera que los parámetros del motor dependientes de la tensión de la batería no se ven afectados por el consumo eléctrico del sistema portátil de medición de emisiones. El peso de la unidad principal del sistema portátil de medición de emisiones es de unos 45 kg, más 36 kg adicionales de las baterías. Se espera que este peso adicional afecte moderadamente a las emisiones y los valores de rendimiento si se compara con un caso con un solo ocupante (conductor del vehículo). No obstante, este aumento de masa global

del vehículo todavía representa una condición realista, como sería la de conductor más ocupante adicional en el vehículo.

El sistema portátil de medición de emisiones utiliza la detección de ionización de llama (FID) para mediciones de hidrocarburos (HC), infrarrojo no dispersivo (NDIR) para mediciones de CO y CO<sub>2</sub> y detección de quimio-luminiscencia (CLD) para mediciones de NO, NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>. El caudal de escape se mide mediante un tubo de Pitot. Todas las emisiones se midieron a una frecuencia de adquisición de 10 Hz sobre una base húmeda, de modo que no se requieren correcciones para el análisis.

## Resultados

El ciclo de conducción se realizó en unas condiciones ambiente con unos 18 °C de temperatura, 1,01 bares de presión y, aproximadamente, el 60% de humedad relativa. Como se comentó con anterioridad, las aceleraciones bruscas del vehículo son la causa principal de las emisiones de NO<sub>x</sub> en condiciones reales de conducción. Esto se puede confirmar mirando la figura 4, que muestra las emisiones de NO<sub>x</sub> y el perfil de aceleración del vehículo durante los primeros 1.000 segundos de la prueba de RDE. Como puede verse en la figura, los picos de emisiones de NO<sub>x</sub> están claramente relacionados con los picos de aceleración del vehículo.

La figura 5 compara las condiciones dinámicas de la prueba de RDE con los ciclos NEDC y WLTC. Para diferenciar estas condiciones dinámicas, la normativa divide la ruta de prueba en diferentes subciclos. Un subciclo se define como cualquier parte de la prueba comprendida entre dos periodos en los cuales la velocidad del vehículo es inferior o igual a 2 km/h durante un periodo de al menos 5 segundos. Por lo tanto, la duración de los subciclos y su número de estos pueden variar para diferentes pruebas de RDE, ya que dependen de las características de la ruta y la situación del tráfico. En el caso de la prueba de RDE realizada, se han definido 41 subciclos. La figura 5 muestra la aceleración positiva relativa (RPA) para cada una de estas fases individuales (subciclos) de los ciclos NEDC, WLTC y la prueba de RDE. La aceleración positiva relativa es un parámetro ampliamente utilizado para

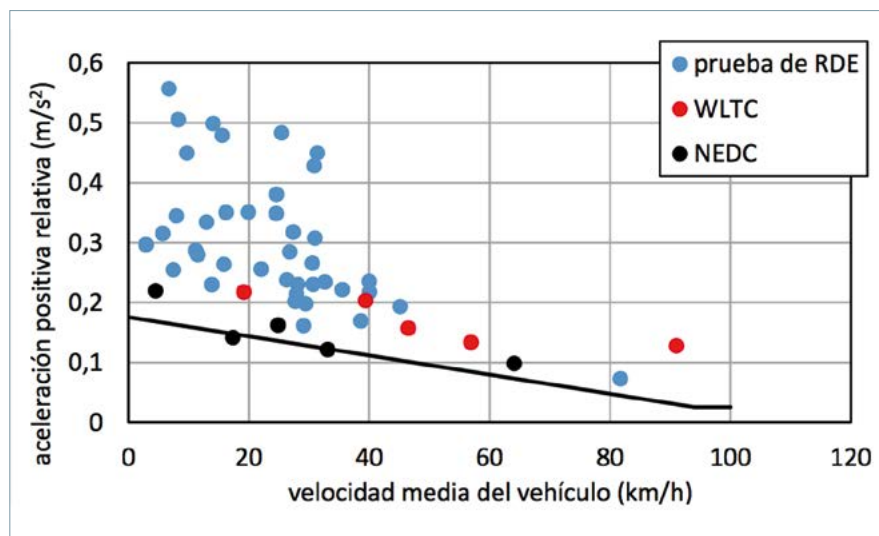


Figura 5. Distribuciones de la aceleración positiva relativa para el NEDC, WLTC y la prueba de RDE.

caracterizar las condiciones dinámicas en ciclos de vehículos de motor. Este parámetro cuenta las aceleraciones positivas del vehículo durante un subciclo, ponderadas con la distancia recorrida, el tiempo de conducción y la velocidad del vehículo. Por tanto, la aceleración positiva relativa aumenta cuando las características de conducción propuestas incluyen aceleraciones importantes, lo que conduce a aumentar tanto las emisiones de escape y el consumo de combustible. El cálculo de este parámetro también es obligatorio para comprobar la validez de la ruta de conducción de acuerdo con los requisitos del procedimiento RDE.

El valor mínimo de aceleración positiva relativa (RPA) impuesto por el procedimiento RDE se representa en la figura 5 mediante una línea negra continua. Este límite varía dependiendo de la velocidad media como indican las siguientes ecuaciones:

$$RPA > (-0,0016 \cdot \bar{v} + 0,1755) \text{ para } \bar{v} \leq 94,05 \text{ km/h}$$

$$RPA > 0,025 \text{ para } \bar{v} > 94,05 \text{ km/h}$$

Como se puede ver en la figura 5, todos los valores de aceleración positiva relativa para la prueba de RDE están por encima del mínimo propuesto por el procedimiento RDE. La mayoría está dentro del rango de 0,2-0,5 m/s<sup>2</sup> con velocidades medias menores de 40 km/h. De esta forma, la prueba de RDE tiene un rango de aceleraciones positivas relativas a bajas velocidades notablemente más amplio si se compara con los ciclos NEDC y WLTC. Los ciclos NEDC y

WLTC se caracterizan por unos valores de aceleración positiva relativa bajos, cercanos a los valores de mínimo definidos para el procedimiento RDE, con valores entre 0,1-0,2 m/s<sup>2</sup>. Así, a pesar de que la conducción durante la prueba de RDE no fue agresiva, se observa que los ciclos NEDC y WLTC no captan las características típicas de conducción a bajas velocidades del vehículo. En estas condiciones, que ocurren durante la conducción urbana, los valores de aceleración positiva relativa para los ciclos WLTC y NEDC son hasta tres veces inferiores a los encontrados en la prueba de RDE. Por tanto, es de esperar que las emisiones de NO<sub>x</sub> sean más altas en el último caso debido a los mayores rangos de aceleración del vehículo. El cambio del comportamiento de conducción hacia un comportamiento exageradamente relajado, con aceleraciones muy suaves, podría ayudar a reducir los valores de este parámetro de aceleración positiva cerca del límite mínimo impuesto por la regulación RDE, contribuyendo así a reducir las emisiones de NO<sub>x</sub>. Sin embargo, esta tarea puede no ser fácilmente alcanzable teniendo en cuenta las condiciones impuestas por el tráfico real.

Las emisiones de NO<sub>x</sub> son las más perseguidas en vehículos diésel, debido a sus efectos perjudiciales sobre la salud. Como se pudo ver en la figura 4, las emisiones de NO<sub>x</sub> en condiciones reales de conducción son consecuencia principalmente de las aceleraciones bruscas de los vehículos. Esta afirmación se puede corroborar en la figura 6, en la que las

emisiones de NO<sub>x</sub> para los 41 subciclos de la prueba de RDE se representan en función de la aceleración positiva relativa y de la velocidad media del vehículo en ese subciclo. Las áreas de burbujas varían con la tasa de emisiones de NO<sub>x</sub>, y los valores máximo y mínimo son 2,22 g/km y 0,27 g/km, respectivamente.

En los primeros subciclos de la prueba, tiene lugar el periodo de arranque en frío y calentamiento del motor. Esto se debe a que el motor se encuentra frío en las primeras fases de la ruta, empieza a calentarse y, en consecuencia, su temperatura va aumentando progresivamente. En estas condiciones, la temperatura en la línea de escape es inferior a la temperatura de activación del filtro de partículas NO<sub>x</sub>(LNT), aumentando así las emisiones de NO<sub>x</sub>. Estos subciclos aparecen destacados en la figura 6 (burbujas negras). Se puede observar que en estas primeras fases de la prueba, las tasas de NO<sub>x</sub> (área de las burbujas) son mayores que en los subciclos circundantes, los cuales tienen condiciones similares pero en condiciones de motor caliente. Las emisiones de NO<sub>x</sub> para estos primeros subciclos se sitúan entre los 0,79 g/km y los 1,16 g/km.

Una vez superada esta primera fase de calentamiento, que la normativa permite desestimar, empieza la fase urbana propiamente dicha. En la figura 6, se observa que las cinco mayores tasas de emisiones de NO<sub>x</sub> (burbujas rojas) en estos subciclos se producen generalmente a velocidades bajas (<30 km/h) y con elevadas tasas de aceleración. La única excepción, en la que la tasa de aceleración es menor, dentro de estos cinco casos, es la del subciclo con mayores emisiones (2,22 g/km). Este caso representa un ciclo de corta duración, 37 segundos, en el cual el vehículo aceleró hasta los 42 km/h y volvió a decelerar rápidamente sin recorrer mucha distancia. Este tipo de subciclos está muy relacionado con las condiciones del tráfico real cuando se realiza la prueba y no se incluyen en los ciclos de homologación actuales. Las emisiones de NO<sub>x</sub> para estos cinco subciclos con mayores emisiones se sitúan entre 1,33 g/km y 2,22 g/km. Por otro lado, las cinco menores tasas de emisiones de NO<sub>x</sub> (burbujas azules) en estos subciclos ocurren generalmente a velocidades medias, entre 30 km/h y 40 km/h y con tasas de aceleración suaves. Las emisiones de NO<sub>x</sub> para estos cinco subciclos con menores

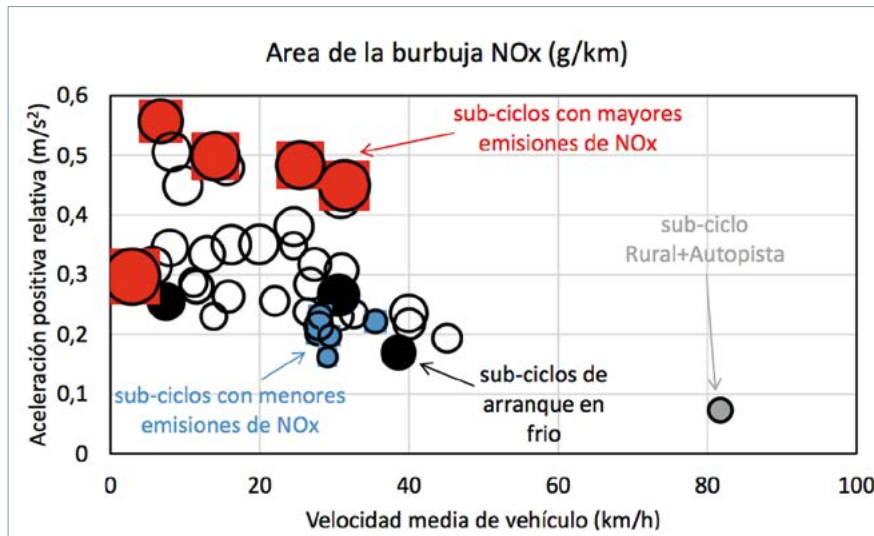


Figura 6. Emisiones de NO<sub>x</sub> para cada subciclo en función de la aceleración positiva relativa y de la velocidad media.

emisiones se sitúan entre los 0,27 g/km y los 0,39 g/km. Finalmente, el último subciclo que comprende las fases rural y de autopista muestra condiciones de conducción de alta velocidad media de vehículo y baja tasa de aceleración, lo que conduce a una baja tasa de emisión de NO<sub>x</sub> (0,4 g/km).

### Conclusiones

En este estudio se han presentado y analizado las emisiones de NO<sub>x</sub> en un vehículo diésel Euro 6 a través de una ruta de prueba que cumple con los requisitos impuestos por la nueva regulación RDE que entró en vigor en septiembre de 2017. Como se ha podido ver, la menor cantidad de NO<sub>x</sub> se emite durante la sección urbana de la ruta, en subciclos con velocidades medias elevadas y con tasas de aceleración pequeñas. Estos casos presentan una ratio de emisiones de NO<sub>x</sub> que pueden llegar a ser del orden del 20% de las emisiones que se producen en los subciclos con mayores tasas de NO<sub>x</sub>. Estos subciclos con emisiones más elevadas se suelen dar con velocidades medias menores y tasas de aceleración muy elevadas. Se puede observar también que las secciones rural y de autopista implican generalmente condiciones de funcionamiento de motor a velocidades constantes y más elevadas en las cuales la tasa de emisión de NO<sub>x</sub> es más reducida.

Todas estas características de la prueba, que marcan las velocidades del vehículo y las tasas de aceleración, vienen determinadas por el estilo de conducción y por las condiciones del tráfico

real. Esto hace que ciclos predefinidos como el NEDC o el WLTC tengan una representatividad limitada a la hora de evaluar lo que sucede durante la conducción real del vehículo. Pruebas como la que regula la normativa RDE pueden ser muy interesantes para estimar el consumo y las emisiones del vehículo en la vida real, no solo al principio para su homologación, sino también a lo largo de toda su vida útil.

Hay que tener en cuenta que desajustes entre las condiciones de homologación y las condiciones de conducción real pueden llevar a que el consumidor perciba un aumento en el consumo de su vehículo respecto a los valores que establece su homologación, a limitar los esfuerzos por disminuir las emisiones nocivas de los vehículos y por reducir la dependencia de los combustibles fósiles y, en último lugar, aumentar la desconfianza del consumidor hacia los fabricantes de vehículos.

### Agradecimientos

El coautor J. Monsalve-Serrano agradece el apoyo financiero de la Universitat Politècnica de València bajo la beca Ayudas para la Contratación de Doctores para el Acceso al Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación.

### Bibliografía

1. Araghi Y, Kroesen M, Van Wee B. (2017). Identifying reasons for historic car ownership and use and policy implications: An explorative latent class analysis. *Transport Policy*, Volume 56, p. 12-8.
2. González J, Otsuka Y, Araki M, Shiga S. (2017). Impact of new vehicle market composition on the light-duty vehicle fleet CO<sub>2</sub> emissions and cost. *Energy Procedia*, Volume 105, p. 3862-7.
3. The Automobile industry Pocket Guide 2015-2016. (2016). European Automobile Manufacturers' Association's (ACEA). Brussels.

4. Fontaras G, Dilara P. (2012). The evolution of European passenger car characteristics 2000-2010 and its effects on real-world CO<sub>2</sub> emissions and CO<sub>2</sub> reduction policy. *Energy Policy*, Volume 49, p. 719-30.
5. Myung C-L, Jang W, Kwon S, Ko J, Park S. (2017). Evaluation of the real-time de-NO<sub>x</sub> performance characteristics of a LNT-equipped Euro-6 diesel passenger car with various vehicle emissions certification cycles. *Energy*, Volume 132, p. 356-69.
6. Commission Regulation (EC) No 692/2008 of 18 July 2008 implementing and amending Regulation (EC) No 715/2007 of the European Parliament and of the Council on type-approval of motor vehicles with respect to emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 5 and Euro 6) and on access to vehicle repair and maintenance information. *Off. J. Eur. Union* L199, 1-136. European Commission, 2008.
7. Sileghem L, Bosteels D, May J, Favre C, Verhelst S. (2014). Analysis of vehicle emission measurements on the new WLTC, the NEDC and the CADC. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 32, p. 70-85.
8. Degraeuwe B, Weiss M. (2017). Does the New European Driving Cycle (NEDC) really fail to capture the NO<sub>x</sub> emissions of diesel cars in Europe? *Environmental Pollution*, Volume 222, p. 234-41.
9. Stephen E. Plotkin (2007). *Examining Fuel Economy and Carbon Standards for Light Vehicles*. Discussion Paper No. 2007-1. OECD-ITF Joint Transport Research Centre, ed.
10. Tutuianu M, Bonnel P, Ciuffo B, et al. (2015). Development of the World-wide harmonized Light duty Test Cycle (WLTC) and a possible pathway for its introduction in the European legislation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 40, p. 61-75.
11. Ko J, Jin D, Jang W, Myung C-L, Park S. (2017). Comparative investigation of NO<sub>x</sub> emission characteristics from a Euro 6-compliant diesel passenger car over the NEDC and WLTC at various ambient temperatures. *Applied Energy*, Volume 187, p. 652-62.
12. Pathak S, Sood V, Singh Y, Channiwalla S. (2016). Real world vehicle emissions: Their correlation with driving parameters. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 44, p. 157-76.
13. Peter Mock, John German, Anup Bandivadekar, Iddo Riemersma (2012). Discrepancies between type-approval and "real-world" fuel consumption and CO<sub>2</sub> values. *International Council on Clean Transportation*, ed.
14. Dings, John (2013). *Mind the Gap! Why official car fuel economy figures don't match up to reality*. *Transport and Environment*, ed.
15. Commission Regulation (EU) 2016/427 of 10 March 2016 amending Regulation (EC) No 692/2008 as regards emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 6). *Off. J. Eur. Union* L82, 1-98. European Commission, 2016.
16. Kousoulidou M, Fontaras G, Ntziachristos L, Bonnel P, Dilara P. (2013). Use of portable emissions measurement system (PEMS) for the development and validation of passenger car emission factors. *Atmospheric Environment*, Volume 64, p. 329-38.
17. On-board Emissions Measurement System OBS-ONE GS Unit, HORIBA (2016). <http://www.horiba.com/automotive-test-systems/products/emission-measurement-systems/on-board-systems/details/on-board-emissions-measurement-system-obs-one-gs-unit-23645/> (Consultado el 26 de junio de 2017).

# The Smartphone as a Sound Level Meter: Visualizing Acoustical Beats

*El teléfono inteligente como instrumento de medida del nivel sonoro: visualización del batido acústico*

I. Salinas<sup>1</sup>, M. H. Giménez<sup>1</sup>, J. C. Castro-Palacio<sup>2</sup>, J. A. Gómez-Tejedor<sup>3</sup>, J. A. Monsoriu<sup>4</sup>

## Abstract

Acoustics is a topic in first year Physics courses for engineering students. In this respect, we present in this work a simple experiment to study acoustic beat phenomenon. The superposition of sound waves of slightly different frequencies is captured with the microphone of a smartphone which is placed equidistantly from two speakers which are connected at the same time to AC generators. The smartphone is used here as a measuring instrument. Data registered from the sound level versus time were collected and exported to a «.csv» file for further analysis by means of a free Android application. Based on these data and applying a simple graphing analysis the frequency of the beat was determined and compared with the frequency difference set at the AC generators. Percentage discrepancies within 1% were obtained. This indicates the efficacy of the method used.

## Keywords

Sound level, smartphones, acoustic beats.

## Resumen

*En este trabajo presentamos un nuevo experimento de acústica para estudiantes de primer año de ingeniería. Hemos diseñado un montaje muy simple para estudiar la superposición de ondas de sonido de frecuencias ligeramente diferentes (batido acústico). Hemos utilizado el micrófono del teléfono inteligente para captar las ondas de sonido emitidas por dos altavoces ubicados a ambos lados del mismo y a distancias equidistantes. Los altavoces a su vez están conectados a generadores de corriente alterna. En esta experiencia, el teléfono es utilizado como instrumento de medida. Los resultados del nivel sonoro (en dB) en función del tiempo se exportaron a un fichero “.csv” a través de una aplicación libre para Android. A partir de los datos registrados y un análisis gráfico sencillo, se obtuvo la frecuencia del batido. El valor determinado de este modo se comparó con la diferencia de frecuencias entre los generadores y se obtuvo una discrepancia porcentual menor del 1%. El buen acuerdo alcanzado indica la eficacia del experimento presentado para el estudio docente de este fenómeno acústico*

## Palabras clave

*Nivel sonoro, teléfonos inteligentes, batido acústico.*

Recibido / received: 26.07.2017 . Aceptado / accepted: 10.11.2017.

<sup>1</sup>Departamento de Física Aplicada, Universitat Politècnica de València. Camí de Vera s/n, 46022 València, Spain

<sup>2</sup>Department of Earth Sciences and Engineering, Faculty of Engineering, Imperial College London, London SW7 2AZ, United Kingdom.

<sup>3</sup>Centro de Biomateriales e Ingeniería Tisular, Universitat Politècnica de València. Camí de Vera s/n, 46022 València, Spain.

<sup>4</sup>Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València. Camí de Vera s/n, 46022 València, Spain.

\*Autor para correspondencia / corresponding author: Juan Antonio Monsoriu (jmonsori@fis.upv.es).



Foto: TWStock / Shutterstock.

## Introduction

Portable devices' sensors offer a wide range of possibilities for the development of Physics teaching experiments in early years. For instance, digital cameras can be used to follow physical phenomena in real time since distances and times can be derived from the recorded video (Monsoriu 2005). Wireless devices such as wii mote have been also used in Physics teaching experiments (Tomarken 2012). The wii mote carries a three axis accelerometer which communicates with the console via Bluetooth™. More recently, smartphones have been incorporated to this variety of portable devices (Kuhn 2012, Castro-Palacio 2013). For instance, the acceleration sensor of the smartphones has been used to study mechanical oscillations, at both the qualitative (Kuhn 2012) and the quantitative levels (Castro-Palacio 2013). These works show very simple experiments in which the smartphone itself is the object under study. The acceleration data are captured by the acceleration sensor of the device and collected by the proper mobile application.

All smartphones are equipped with a microphone, which can be used to record sounds with a sample rate of

44100 Hz, and in some new devices up to 48000 Hz. This allows to analyze different acoustic phenomena with the smartphone microphone (Kuhn 2013a). The sound frequency spectrum captured by the smartphone microphone can be analyzed with a number of free applications, such as *Audio Spectrum Monitor* (Yamaoka 2017) and *Spectrum Analyzer* (Johnson 2017). Also, the fundamental frequency of a sound wave can be measured with very high precision, which allows to study a frequency-modulated sound in Physics laboratory (Gómez-Tejedor 2015) and the Doppler Effect for sound waves (Gómez-Tejedor 2014).

Using smartphone devices, several methods to measure the velocity of sound have been proposed. For instance, by means of the Doppler effect using ultrasonic frequency and two smartphones the speed of sound can be determined with an accuracy of about 5% (Klein 2014). Based on the distance between the two smartphones and the recording of the delay between the sound waves traveling between them, the actual speed of sound can be obtained (Parolin 2013). Using economic instruments and a couple of smartphones, it is possible to see nodes and an-

tinodes of standing acoustic waves in a column of vibrating air and to measure the speed of sound (Parolin 2015). By the study of destructive interference in a pipe it is also possible to adequately and easily measure the speed of sound (Yavuz 2016). A sonometer application can be used to measure the resonance in a beaker when waves with different wavelengths are emitted by the smartphone speaker. This application can also be used to measure and analyze Doppler effect, interferences, frequencies spectra, wavelengths, etc. or to study other phenomena in combination with some other fundamental physics laboratory equipment such as Kundt or Quincke tubes (González 2015). On the other hand, measurements with the smartphone microphone can be used to analyze physical process not directly related with acoustic. The sounds made by the impacts of a ball can be recorded with the microphone. The impacts result in surprisingly sharp peaks that can be seen as time markers. The collected data allow the determination of gravitational acceleration (Schwarz 2013).

In order to measure the acoustic beat, two mobile phones can be placed at a short distance from each other

and then play previously recorded tones with a constant frequency with the MP3 function. The signal can be captured using a microphone and by the line-in of a sound card in a computer, and then, the recorded signal can be analyzed with suitable audio software (Kuhn 2013b). In a similar way, three smartphones can be used to analyze the acoustic beat: two of them produce the sine tones with slightly different frequencies and the third device detects and analyzes the overlapping oscillation (Kuhn 2014). In this kind of experiments, oscillogrammes are recorded and the acoustic beats are derived from the varying envelope amplitude.

In the present work, a more intuitive procedure is presented in order to characterize acoustic beats with a smartphone. When two sound waves of very close frequencies are superimposed, a “vibrating” tone is perceived. This is the basic principle behind the tuning of musical instruments. Instead of using oscillogrammes, we propose to capture the perceived vibrating tone by using the smartphone as a sonometer. The sound waves are generated by two independent speakers connected to AC generators, although two other smartphones may be also used to generate the sine tones. By means of the free application *Physics Toolbox Sound Meter* (see Fig. 1) (Vieyra 2017), the students are able to measure the sound intensity (in dB) of the acoustic beats as a function of time.

The resulting sound intensity variations are directly displayed on the mobile screen and the frequency beat can be quantitatively obtained. Moreover, the recorded sound levels can be exported to a PC for a more quantitative analysis, i.e. by email, cable or Bluetooth connection. In this way, the varying intensity of the vibrating tone is derived from the sound level measurements and fitted to a harmonic function in order to accurately obtain the corresponding frequency beat. The results are compared with the frequency difference of the superimposing AC signals, and a very good agreement is obtained.

### Basic theory

Let  $x_1(t)$  and  $x_2(t)$  be two harmonic oscillations of equal amplitude  $A$ , very close frequencies  $f$  and  $f + \Delta f$ , and initial phases  $\varphi_1$  and  $\varphi_2$ ,

$$x_1(t) = A \sin[2\pi f t + \varphi_1] \quad (1)$$

$$x_2(t) = A \sin[2\pi(f + \Delta f)t + \varphi_2] \quad (2)$$

After some basic mathematical manipulations, the superposition of both oscillations gives rise to,

$$x(t) = x_1(t) + x_2(t) = A' \sin\left[2\pi\left(f + \frac{\Delta f}{2}\right)t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right] \quad (3)$$

The frequency of the resulting oscillation is the average value of the superimposing oscillations. The resulting amplitude is,

$$A' = 2A \cos\left(2\pi\frac{\Delta f}{2}t + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right) \quad (4)$$

The intensity of the wave resulting from the interference of the initial oscillations is proportional to the amplitude squared. Let us denote the proportionality factor as  $\lambda$ ,

$$I = \lambda A'^2 = 4\lambda A^2 \cos^2\left(2\pi\frac{\Delta f}{2}t + \frac{\Delta\varphi}{2}\right) = 2\lambda A^2 + 2\lambda A^2 \cos(2\pi\Delta f t + \Delta\varphi) \quad (5)$$

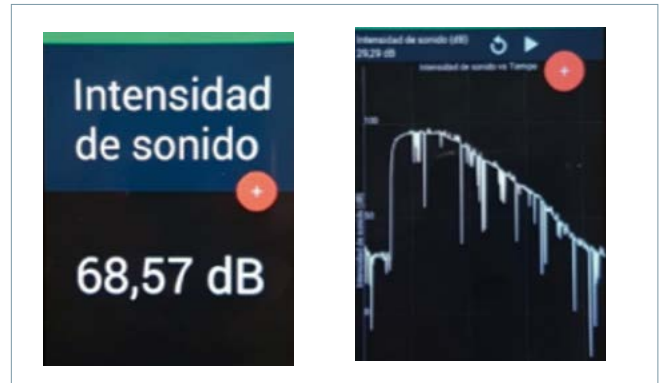


Figure 1. Screenshots of the Physics Toolbox Sound Meter App (Vieyra 2017). The application allows measuring the sound level instantaneously as shown in the image on the left. The application also allows recording the sound level as a function of time. As an example, the image on the right shows the evolution of the sound level produced by a tuning fork.

where  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ . Eq. (5) can be rewritten as,

$$I = \frac{I_{max}}{2} [1 + \cos(2\pi f_b t + 4\Delta\varphi)] \quad (6)$$

where  $f_b = \Delta f$  is the frequency beat and  $I_{max}$  is the maximum sound intensity. Figure 2 shows the example of  $x_1(t)$  and  $x_2(t)$  which are oscillations of the same amplitude,  $A = 1$  cm, close frequencies  $f = 10$  Hz and  $f + \Delta f = 10 + 1 = 11$  Hz, and initial phases  $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$  rad. The frequency of the amplitude squared  $A'$  (and so of the intensity  $I = \lambda A'^2$ ) is  $\Delta f = 1$  Hz. All the theory explained above is applicable to sound waves such as those generated by speakers placed at equal distances from the microphone of the smartphone. The speakers are fed with slightly different signals of same effective voltage from two independent AC generators.

### Experimental results

The experimental setup used to carry out the experiments is shown in Fig. 3. It consists of two AC generators (model 33120A of Hewlett Packard), two identical speakers (model AD70800/M4 from Philips) facing each other, and the

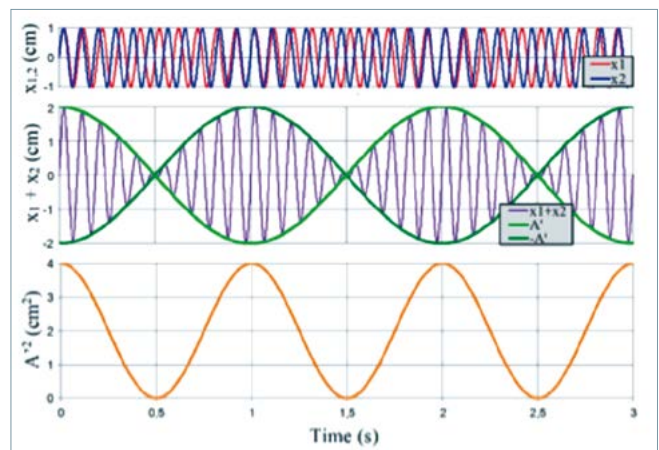


Figure 2. Superposition of two oscillations  $x_1(t)$  and  $x_2(t)$  of the same amplitude ( $A = 1$  cm) and close frequencies ( $f = 10$  Hz;  $f + \Delta f = 11$  Hz). The figure shows the two single oscillations ( $x_1$  and  $x_2$ ), the superposition of the oscillations and the envelope curve ( $x_1 + x_2$ ), and the amplitude squared ( $A'^2$ ).

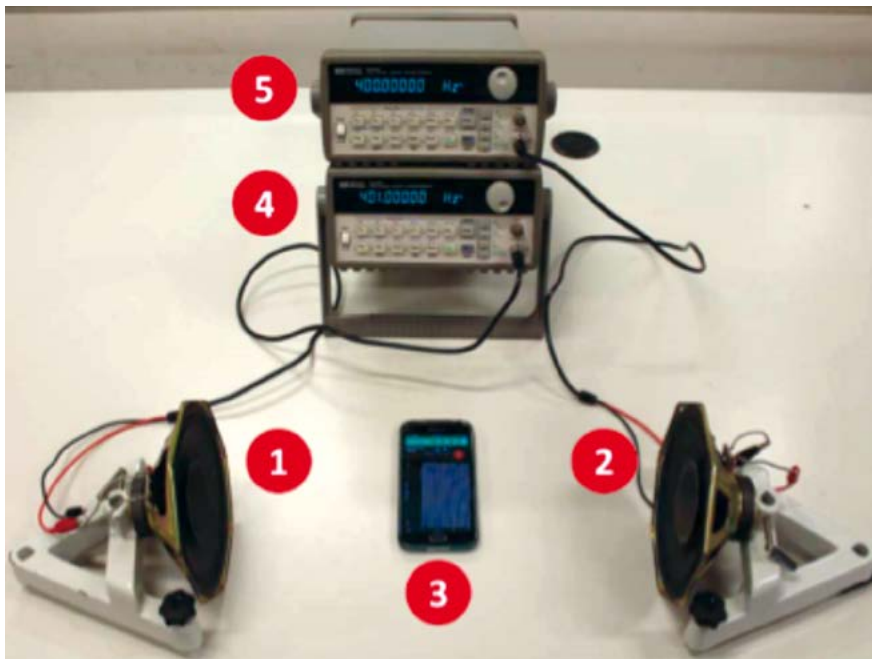


Figure 3. Photograph of the experimental setup: the speakers (1 and 2), the smartphone (3) and the AC generators (4 and 5).

necessary cables to get all appliances connected. Finally, the smartphone is placed in the mid-way between both speakers. Two other smartphones with an application for generating a sine tone, could be also used. The Android application *Physics Toolbox Sound Meter*, capable of measuring the sound level of the waves coming from the speakers, was previously installed on the smartphone. First, the same effective voltage is set at both AC generators. The speakers were fed with signals of similar frequencies and within the human audible range. We have used the frequencies 400 Hz and 401 Hz in the example shown in Fig. 3. After checking that the beat can be heard, the mobile application is turned on. The beat oscillations are then observed on the mobile screen (Fig. 4). It can be verified that, even when there is a small level of background noise, and the sampling frequency can not resolve the minimum values of the signal, the periodicity of the oscillations are still observed.

After recording the sound level for several seconds, the registered data, previously exported to a .csv file, can be sent to a PC for further analysis. For this purpose, different ways can be used, namely, cable connection, Bluetooth or email. In order to derive the

beat frequency, the first step is to convert the registered sound level  $\beta$  in dB to the sound intensity  $I$  in  $W/m^2$  using the following expression (Tipler 2015),

$$I = I_0 10^{\beta/10} \quad (7)$$

where  $I_0 = 10^{-12} W/m^2$  is the standard value of the intensity threshold of the audible range in humans. Later, an interval of 5 s is chosen from the central part of the time series recorded by the smartphone. This segment of data for  $I(t)$  is fitted using a least-squares algorithm to the Eq. (6). The only relevant quantity to this work is the beat frequency,  $f_b$ , although the other two parameters ( $I_{max}$  and  $\Delta\phi$ ) can be also obtained from the fitting procedure. The use of sine or cosine functions in the fitting does not make any difference since it affects only the initial phase and not the frequency of the acoustic beat which is our objective function. Based on the values of frequency obtained from the fitting, the frequency of the beat  $f_b$  can be determined and compared with  $\Delta f$  which is the difference of the frequencies from the AC generators.

Figure 5 shows the results for a frequency difference in the AC generator as 1 Hz. First, the central interval of the time series of the sound level (in



Figure 4. Variations of the sound level of the acoustic beat as shown on the smartphone's screen by the application *Physics Toolbox Sound Meter*.

dB), registered with the smartphone is represented in Fig. 5(a). The resulting beat frequency is  $f_b = 1.008$  (0.002) Hz with a regression coefficient  $R^2 = 0.90$ . The discrepancy with respect to the frequency difference in the AC generator is 0.8%.

In order to provide further verification of the experimental procedure, several combinations of close frequencies ( $f_b \approx \Delta f$ ) are used. For example, Figure 6 shows the results for frequency differences in the AC generators of  $\Delta f = 0.5$  Hz, with an experimental frequency beat of  $f_b = 0.5020$  (0.0004) Hz and a regression coefficient  $R^2 = 0.99$ . The quality of the fit can be seen in the value of  $R^2$  which is close to 1. In this case, the discrepancy with respect to the expected value is 0.4%.

We repeated the proposed experimental procedure to characterize the acoustic beats with frequency differences in the AC generator between 0.5 and 1.5 Hz and main frequencies between 400 and 700 Hz. In all cases, the discrepancies were lower than 1%. Therefore, the precision of the frequency measurements was reasonably enough to capture the acoustic beat phenomenon. Nevertheless, the aim of this work is to show a new Physics experiment based on a smartphone, a very familiar device to the students.



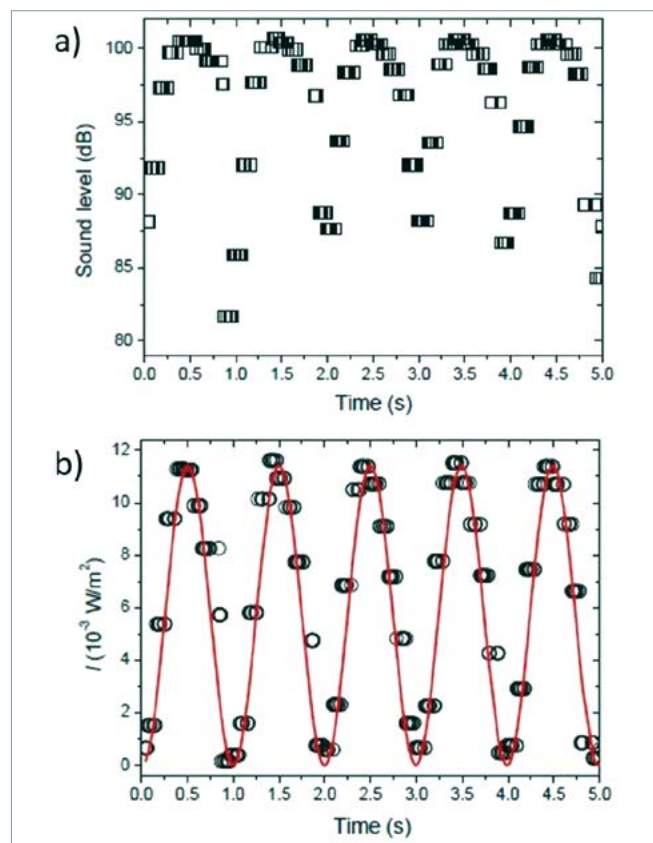


Figure 5. a) Time series of the sound level in dB ( $\beta$ ) (squares). b) Time series of the sound intensity ( $I|I|$  in Eq. [5]) (circles), along with the fitted function (red solid line). Results correspond to a frequency difference of 1 Hz in the AC generators.

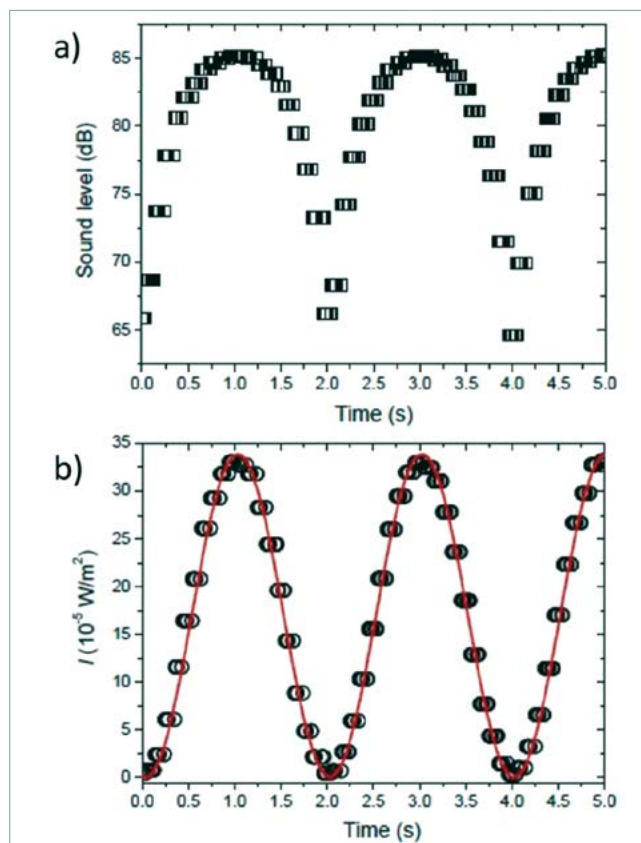


Figure 6. a) Time series of the sound level in dB ( $\beta$ ) (squares). b) Time series of the sound intensity ( $I|I|$  in Eq. [5]) (circles), along with the fitted function (red solid line). Results correspond to a frequency difference of 0.5 Hz in the AC generators.

## Conclusions

A new Physics teaching experiment for first years engineering students has been presented in this work. A smartphone with an Android™ application has been used as sonometer to measure the sound intensity of the beats formed by the superposition of sound waves generated at speakers connected to AC generators. The interfering waves had the same amplitude and very close frequencies. The time series generated from the measurements with the smartphone are further analyzed by the students in order to determine the frequency of the beats. The beat frequency obtained from the smartphone data reproduces the value calculated from the AC generators frequencies within 1%. The use of smartphones in Physics teaching experiments is a very motivating experience for the students.

## Acknowledgments

The authors would like to thank the Institute of Education Sciences of the Universitat Politècnica de València (Spain), for the support to the research groups on teaching innovation MoMa and e-MACAFI

and for supporting the Project PIME/2015/B18 which gave rise to this work.

## References

- Castro-Palacio JC, Velázquez-Abad L, Giménez MH, Monsoriu JA (2013). Using a mobile phone acceleration sensor in physics experiments on free and damped harmonic oscillations. *Am. J. Phys.* 81: 472-5.
- Gómez-Tejedor JA, Castro-Palacio JC, Monsoriu JA (2014). The acoustic Doppler effect applied to the study of linear motions. *Eur. J. Phys.* 35: 025006.
- Gómez-Tejedor JA, Castro-Palacio JC, Monsoriu JA (2015). Frequency analyser: A new Android application for high precision frequency measurement. *Comp. App. Eng. Educ.* 23: 471-6.
- González MA, Martín ME, Llamas C, Martínez O, Vegas J, Herguedas M, Hernández C (2015). Teaching and learning Physics with Smartphones. *J. Cases on Inf. Tech.* 17: 31-50.
- Johnson B (2017). Spectrum Analyzer. Available in: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.raspw.SpectrumAnalyze> (retrieved on July 26th, 2017).
- Klein P, Hirth M, Gröber S, Kuhn J, Müller A (2014). Classical experiments revisited: smartphones and tablet PCs as experimental tools in acoustics and optics. *Phys. Educ.* 49: 412-8.
- Kuhn J, Vogt P (2012). Analyzing spring pendulum phenomena with a smart-phone acceleration sensor. *Phys. Teach.* 50: 504-5.
- Kuhn J, Vogt P (2013a). Analyzing acoustic phenomena with a smartphone microphone. *Phys. Teach.* 51: 118-9.
- Kuhn J, Vogt P (2013b). Applications and examples of experiments with mobile phones and smartphones in physics lessons. *Frontiers in Sensors* 1: 67-73.
- Kuhn J, Vogt P, Hirth M (2014). Analyzing the acoustic beat with mobile devices. *Phys. Teach.* 52: 248-9.
- Monsoriu JA, Giménez MH, Riera J, Vidaurre A (2005). Measuring coupled oscillations using an automated video analysis technique based on image recognition. *Eur. J. Phys.* 26: 1149-55.
- Parolin SO, Pezzi G (2013). Smartphone-aided measurements of the speed of sound in different gaseous mixtures. *Phys. Teach.* 51: 508-9.
- Parolin SO, Pezzi G (2015). Kundt's tube experiment using smartphones. *Phys. Educ.* 50: 443-7.
- Schwarz O, Vogt P, Kuhn J (2013). Acoustic measurements of bouncing balls and the determination of gravitational acceleration. *Phys. Teach.* 51: 312-3.
- Tipler P A, Mosca G P (2005). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics. Sixth Edition*, Reverte, Barcelona (2005).
- Tomarken SL, Simons DR, Helms RW, Johns WE, Schriver KE, Webster MS (2012). Motion tracking in undergraduate physics laboratories with the Wii remote. *Am. J. Phys.* 80: 351-4.
- Vieyra, C, Vieyra R (2017). Available in: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.christianvieyra.physicstoolboxsuite> (retrieved on July 26th, 2017)
- Yamaoka T (2017). Audio Spectrum Monitor. Available in: <https://play.google.com/store/apps/details?id=my.sample> (retrieved on July 26th, 2017).
- Yavuz A, Temiz BK (2016). Detecting interferences with iOS applications to measure speed of sound. *Phys. Educ.* 51: 015009.

# COGITI TOOLBOX

El portal de gestión de licencias de software para colegiados

[www.toolbox.cogiti.es](http://www.toolbox.cogiti.es)



Desde el Consejo General y los Colegios Oficiales de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España presentamos el renovado PORTAL COGITI TOOLBOX donde encontrarás el mejor Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción.

PROMOCION  
especial

**cype**  
SOFTWARE

## PACK COMPLETO SOFTWARE CYPE

**87%**

Descuento

### ARQUÍMEDES

- + GENERADOR PRECIOS
- + MEDICIÓN AUTOMÁTICA

### CYPELEC REBT

- + IMPLANTACIÓN

### CYPECAD BASE LT30

### CYPECAD MEP CTE

### CYPECAD MEP CLIMATIZACIÓN

P.V. ~~7.812€ + IVA~~

**990€ + IVA**



Arquímedes  
Mediciones  
Presupuestos



CYPECAD BASE LT30  
Estructuras Hormigón  
Pilares



CYPELEC REBT  
Baja tensión Rebt



CYPECAD MEP CTE  
Cad BIM



CYPECAD Climatización  
Climatización RITE

# Influencia del grado de exigencia en las asignaturas sobre la valoración de la docencia por parte de los estudiantes de enseñanzas técnicas de la rama industrial

*Influence of the degree of requirement in the subjects on the assessment of teaching by technical education students in the industrial branch*

Luis Manuel Villa García<sup>1</sup>

## Resumen

En los diversos estudios existentes sobre metodología docente, nunca se ha tratado de correlacionar la valoración de la influencia del grado de exigencia en las diferentes asignaturas sobre la estimación de la docencia por parte de los estudiantes de enseñanzas técnicas, en este caso de la rama industrial. El ámbito de actuación del presente trabajo está formado por un espacio muestral constituido por estudiantes de diferentes ramas de ingenierías industriales, sobre diferentes planes de estudio y diferentes carreras. Se ha realizado sobre los contenidos de las materias de asignaturas relacionadas con estructuras, de las que se ocupa el área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras. Se verifica que para unos mismos contenidos impartidos (materias docentes), la valoración de la docencia es inversamente proporcional a la dificultad o grado de exigencia en la asignatura. Por otra parte, los resultados académicos de los alumnos que asisten regularmente a clase son hasta cuatro veces mejores.

## Palabras clave

Carreras técnicas, valoración, asignaturas, nivel de exigencia, enseñanza.

## Abstract

*In the various studies on teaching methodology, there has never been an attempt to correlate the assessment of the influence of the degree of demand in the different subjects on the estimation of teaching by technical education students, in the industrial branch. This work is formed by a sample space consisting of students from different branches of industrial engineering, on different curricula and different careers. It has been carried out on the content of subjects related to structures, and the area of Mechanics of Continuous Media and Theory of Structures deals with them. It is verified that for the same content taught (teaching materials) the assessment of teaching is inversely proportional to the difficulty or degree of requirement in the subject. On the other hand, the academic results of the students who attend class regularly are up to four times better.*

## Keywords

*Technical careers, assessment, subjects, level of demand, teaching.*

Recibido / received: 27.10.2017. Aceptado / accepted: 7.11.2017.

<sup>1</sup>Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, España

\*Autor para correspondencia / corresponding author:

Luis Manuel Villa García (villa@uniovi.es). Campus Universitario de Gijón, Edificio Departamental Oeste, Modulo 7. 33203 Gijón

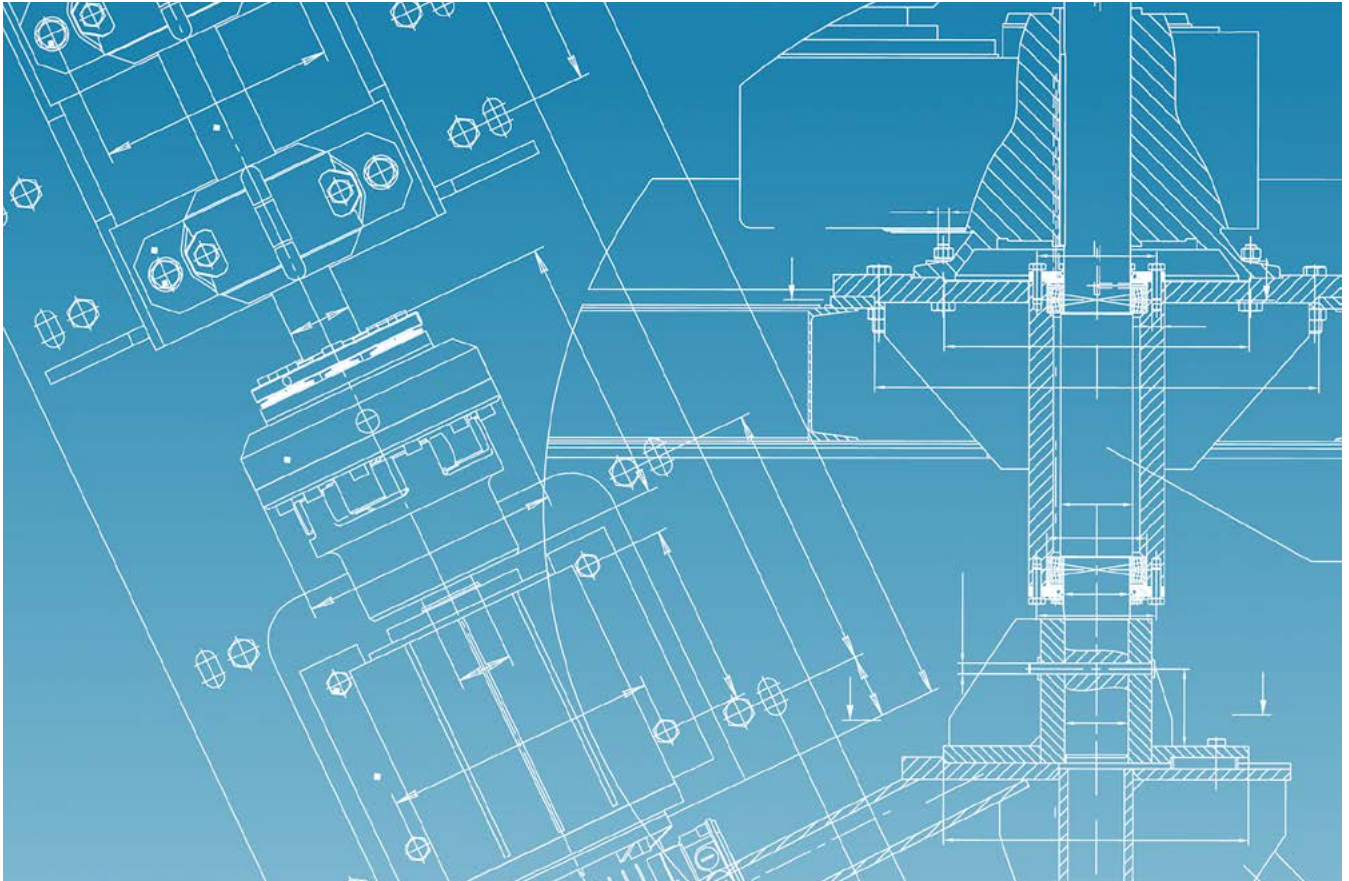


Foto: Bubushonok / Shutterstock

### Introducción y antecedentes

En octubre de 2014 se dio a conocer un informe interno, realizado por la Universidad de Oviedo sobre el rendimiento de los alumnos matriculados (UniOvi, 2014). Se elaboró a partir de los datos facilitados por todas las facultades y escuelas universitarias, por el entonces Vicerrectorado de Profesorado y Ordenación Académica. Fue el primero de esta tipología, una vez finalizadas las primeras promociones de estudios adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior (en adelante EEES).

La tabla 1 muestra el significativo incremento de los aprobados con los nuevos estudios del Plan Bolonia (como se conocen popularmente los estudios que han sustituido a las viejas licenciaturas), adaptados al EEES, debido al descenso en el nivel de exigencia. La comparación se realiza a través del denominado factor de tasa de rendimiento TR (relación porcentual entre el número total de créditos superados y el número total de créditos matriculados por la totalidad de los estudiantes). De esta manera, la tasa de rendimiento en los grados llega al 72,3%, frente al

60,2% de las extintas licenciaturas.

Por tanto, en el citado informe se pone de manifiesto que el rendimiento de los alumnos ha subido en más de 12 puntos porcentuales respecto a las extintas titulaciones (licenciaturas, diplomaturas, ingenierías, ingenierías técnicas, etc.). Aun así, el menor número de aprobados se sigue dando en las ingenierías, y el mayor es para los estudiantes de los grados vinculados a ciencias de la salud.

En su momento, los dirigentes académicos (guardianes de la ortodoxia docente, científica y técnica) vincularon esta mejoría a la mayor cercanía entre profesores y alumnos, que conlleva un trato más directo, y el incremento de las prácticas de laboratorio, y rechazaban su relación con el descenso del nivel de exigencia. Esto es difícilmente defendible en un contexto, el de los estudios adaptados al EEES, en el que se han reducido:

- El número de cursos, y por tanto de años de formación para obtener una titulación.
- El número de horas de docencia de clases expositivas o de teoría y de sus

correspondientes prácticas de aula.

• El grado de exigencia de manera forzosa, como consecuencia de la peor formación de los nuevos alumnos que acceden a la Universidad provenientes de la etapa de secundaria, tanto en bachiller, como en formación profesional.

Ahora bien, sería injusto no matizar las afirmaciones anteriores, aunque ello no sea falso (sino fácilmente contrastable y, por tanto, cierto), no constituye toda la verdad sobre el asunto. También es de justicia indicar que debido a los recortes de personal sufridos durante los cinco años anteriores a la realización del citado informe y que todavía persisten en buena medida, estaba previsto cuando comenzó la adaptación al EEES en la Universidad de Oviedo contar con 139 profesores más; finalmente se hizo con 249 menos.

Además de analizar la influencia del grado de exigencia de las asignaturas sobre la valoración de la docencia por parte de los estudiantes, como objetivo último se busca obtener información sobre la valoración de la actividad docente, para su autorregulación y mejora, por parte del profesor, con la fina-

Comparación de la tasa de rendimiento en la rama industrial entre las ingenierías técnicas e ingenierías superiores extinguidas y los nuevos grados			
Titulación extinguida	TR (2007-08)	Titulación adaptada al EEES	TR (2013-14)
Ingeniero industrial	62,9	Ingeniería de tecnologías industriales	62,1
Ingeniero técnico industrial (electricidad)	50,7	Ingeniería eléctrica	52,5
Ingeniero técnico industrial (electr. indus.)	51,3	Ingeniería electrónica industrial y automática	58,1
Ingeniero técnico industrial (mecánica)	52,4	Ingeniería mecánica	57,7
Ingeniero técnico industrial (quím. indus.)	54,7	Ingeniería química industrial	55,9
<b>Media de enseñanzas técnicas rama industrial</b>	<b>54,4</b>	<b>Media de grados en la rama industrial</b>	<b>57,3</b>
<b>Media de licenciaturas</b>	<b>60,2</b>	<b>Media de grados</b>	<b>72,3</b>

Tabla 1. Comparación de la tasa de rendimiento para las enseñanzas técnicas de la rama industrial.

lidad última de mejorar la calidad de la enseñanza impartida.

### Evolución de la formación, exigencia y selección de los alumnos

El saber requiere esfuerzo y dedicación. Sin embargo, se ha producido un cambio en la sociedad, ya que las nuevas generaciones desconocen la cultura del esfuerzo, a lo que hay que añadir que la universidad pública les resulta suficientemente barata, lo que da lugar a que no valoren su formación adecuadamente. En este sentido no tienen conciencia ni valoran el esfuerzo económico que hace el Estado para darles una formación de calidad.

La reducción, tanto del grado de la formación como del de exigencia de los estudiantes en su paso por la enseñanza secundaria (ya sea de bachiller o de formación profesional), en los ciclos previos a su acceso a la universidad es un hecho.

Las pruebas de acceso a la universidad muestran una gran disparidad entre los excelentes resultados de los estudiantes con índices de aprobados muy elevados, incluso mayores del 90%, y su posterior rendimiento negativo en la universidad. Este antagonismo de resultados es visible curso por curso, de manera sistemática. Este hecho constituye una paradoja probabilística contemporánea en la que se pone de manifiesto la posibilidad de engañar con la estadística, mostrando los datos más grandilocuentes. Por ejemplo, cuando se informa de los datos de accidentabi-

lidad de un fin de semana en las carreteras españolas, sin ponerla en relación con el resto de la semana.

También hay que reconocer que la bajada de la natalidad (y, por consiguiente, del número de posibles alumnos) trae consigo la reducción del nivel de acceso con el objetivo de conseguir más matriculaciones y garantizar la supervivencia de las titulaciones, e incluso de las escuelas donde se imparten.

Desde la época de la transición, todos los Gobiernos democráticos han ido progresivamente socializando la universidad, volviéndola más y más accesible para todo el mundo. Pero de ella también están saliendo gradualmente cada vez profesionales con menos capacidad tecnológica, cuando la universidad es elitista por su propia naturaleza. En este sentido se ha perdido el norte, pues actualmente el sistema considera válido a cualquier alumno para cualquier carrera.

Desde entonces, han germinado reformas educativas cada pocos años, pero con ellas no se ha llegado nunca a un cierto equilibrio y armonía; se vive en una incertidumbre académica/docente constante.

En síntesis, el vigente modelo formativo actual busca integrar a todos: todos los alumnos valen. Y quizá este sea uno de los motivos por el cual es más difícil mantener o alcanzar esa excelencia que antes alcanzaba una minoría reducida.

Los actuales titulados de bachiller presentan carencias formativas respecto a los de formación profesional

en sus propias ramas de conocimiento, en materias técnicas como tecnología, taller y dibujo técnico, y también en otras asignaturas técnicas como organización de la producción, legislación laboral, seguridad y salud en el trabajo. Y estas carencias formativas no las suplen en sus estudios universitarios, ya que la mayor parte del profesorado también accedió (en su día) a la universidad a través del bachiller.

Estos estudios de formación profesional de primer y segundo grado (de cinco años de duración en total en los planes más antiguos, y de cuatro en los actuales) componen la base tecnológica de las ingenierías. En opinión del autor, constituyen la vía natural de acceso a una carrera universitaria en el ámbito de las ingenierías de la rama industrial.

Sin embargo, la inmensa mayoría de los docentes provienen del bachiller, se han formado como ingenieros en su escuela, han hecho su tesis doctoral y nunca han salido del mundo académico universitario, ni han trabajado en la empresa industrial, y paradójicamente se les exige cada vez con mayor énfasis, para acceder a una plaza docente, mayores méritos de investigación frente a los de docencia. En consecuencia, esta última queda en un segundo plano y da lugar al incremento del desfase entre lo que demanda la industria a sus futuros técnicos y lo que ofrecen las escuelas.

Los profesionales que se forman en la década actual son peores que los de hace una década, y estos a su vez peores que los de la década anterior. Esto

es otro hecho. De continuar con esta espiral, la formación va a ser cada vez peor y cada vez más cara.

Esta situación pone de manifiesto el principal vicio del ingeniero: considerar muy importante lo que sabe, despreciando a su vez lo que no sabe y es ejecutado por personas menos cualificadas.

Estas carencias en la formación no se solucionan al final de la carrera, con un curso de formación rápida de unas cuantas horas de duración, que solo aporta un pequeño barniz en la formación del técnico y que no logra satisfacer las necesidades de una empresa particular. Como la formación de base no es lo suficientemente amplia y robusta, no se adapta la formación universitaria a la demanda empresarial.

Los docentes más veteranos, que han estado presentes no solo en la antigua PAU, sino en la selectividad de la década de 1990 e incluso en las pruebas PREU de la década de 1960 coinciden en afirmar que las pruebas evaluatorias actuales son más sencillas que las de antes. Valga citar que el nivel de abstracción que se requiere para resolver problemas del PREU es mayor que el que se requiere para las PAU.

Se ha publicado un estudio sobre el nivel de escolarización entre los años 1960 y 2011 de la población en España (Fuente, 2016). En 1960 la media de años de escolarización no llegaba a cinco (la educación primaria ya abarca seis años), mientras que en 2011, se acerca a 10. Es decir, se ha duplicado en solo medio siglo. Quizá esto sea un dato muy importante para comprender lo que ha pasado en España; hace décadas, la enseñanza, además de ser más selectiva, también era más selecta, pero no tantos podían acceder a ella. Con esta perspectiva, quizá no tendría sentido poner pruebas de alto nivel que dejen a muchos por el camino.

Los alumnos de ahora llegan en promedio a la universidad con una menor base formativa, a la que hay que añadir una menor capacidad de razonamiento y expresión, pero llegan más, dado que las PAU no seleccionan prácticamente nada (no ha seleccionado).

En el año 2016, la prueba de acceso a la universidad se despidió con la mayor tasa de aprobados y nota media más alta. El porcentaje de aptos rozó el 95% (en concreto fue del 94,47%) y la calificación media general alcanza el

7,0. Son las cifras de la última selectividad de la Universidad de Oviedo después de 40 años.

Por su parte, la Evaluación del Bachillerato para el Acceso a la Universidad (en adelante EBAU), que sustituye a la Selectividad tras la implantación de la LOMCE, mantiene las mismas características, y sus primeros resultados, en 2017, no muestran cambios significativos, ya que son semejantes a los de años precedentes. Esperemos que por el bien de los alumnos y del sistema de enseñanza español, el nuevo modelo EBAU (correspondiente a la LOMCE) y que sustituye a las PAU, se mantenga estable algunos años.

### Realidad docente contemporánea en la universidad

A día de hoy, los docentes universitarios disponen de menos horas lectivas en sus asignaturas, por lo que se ven obligados a concentrarse en los contenidos más fundamentales, aunque sus programas han ido actualizando sus contenidos en los correspondientes planes de estudios.

Cada plan de estudios más moderno se ha ido reduciendo materia paulatinamente, abandonando demostraciones y desarrollos teóricos, para centrarse solo en los conceptos fundamentales más reducidos. Estos no son suficientes para garantizar los conocimientos necesarios para resolver problemas por el futuro técnico.

A mediados de la década de 1990 se puso en marcha la distribución de la docencia en créditos, se incrementó el número de asignaturas, pero con una duración menor.

Con la implantación en la presente década del Plan Bolonia y la metodología de la evaluación continua, el examen ha perdido peso en cuanto a influencia en la nota final. Con la evaluación continua, además del examen, hay más tareas que evaluar:

- Controles a lo largo del curso.
- Prácticas de laboratorio o de campo.
- Trabajos del curso (finales o no).

Todos ellos son individuales y/o grupales, para los que el profesor debe buscar tiempo durante el curso (sin dejar de dar clase), para prepararlos y evaluarlos.

Es complicado que el profesor se implique en la evaluación continua, cuando la ratio de alumnos que tutorear por cada docente es elevado, y han

surgido un número de tareas burocráticas impuestas al profesorado: hace años, casi la única obligación burocrática para el profesorado era cubrir las actas. De esta forma, el docente estaba totalmente sumergido en la docencia. Como consecuencia de todo lo anterior, el grado de exigencia se ha relajado mucho.

Estaría bien que los que conciben, diseñan y crean los programas de convergencia de estructuras de enseñanza europeas, así como los planes de estudio, entrasen de vez en cuando en las aulas universitarias de primer curso a enfrentarse con lo que las correspondientes pruebas de acceso a la universidad seleccionan y experimentar la frustración que supone, un día tras otro, intentar explicar materias técnicas a quienes no saben despejar una incógnita de una ecuación, manejar relaciones trigonométricas fundamentales, utilizar conceptos elementales de física, etc.

A muchos estudiantes, por una preparación deficiente, los razonamientos generales, más o menos abstractos, universales, les aburren. El nivel de abstracción de los alumnos para resolver problemas ha disminuido mucho. En síntesis, gran parte de la formación que se presupone que les debería haber proporcionado la secundaria no la tienen. Y están ya en la universidad.

La educación española solía premiar la memoria frente a otras capacidades; el modelo actual infantiliza la universidad: premia a los alumnos por su asistencia sin más, se pasa lista a personas adultas, en lugar de preparar estudiantes autónomos y responsables. Es necesario enseñar a los estudiantes a pensar por sí mismos.

Sin duda, una cuestión de filosofía básica, que subyace en toda la enseñanza del sistema español (no solo la universitaria) es que el objetivo fundamental de la misma reside en que el alumno aprenda muchos conocimientos de memoria, en lugar de enseñar a los estudiantes a pensar por sí mismos. Esta afirmación, a pesar de ser una generalización, manifiesta una certeza.

Los estudiantes actuales (en lo que a capacidad de esfuerzo se refiere) están inmersos en un conflicto de una brusquedad terrible, entre la cultura académica y la del inmediatismo (redes sociales, Twitter, WhatsApp, etc.) por el que se ven afectados ellos mismos. Y las perspectivas futuras no son nada

optimistas; con las herramientas informáticas actuales, quieren resolverlo todo (y de manera integral) a golpe de clic. Si para comprobar un cálculo, realizado mediante ordenador, o finalizar partes y detalles del mismo, tienen que hacer un cálculo manual con bolígrafo, papel y calculadora, se ahogan en un vaso de agua.

Sin duda, a los alumnos de hoy les falta la pasión que tenían sus profesores por estudiar; están desilusionados y sin interés; es evidente que eso influye en su rendimiento.

Una vez con los alumnos ya dentro de la escuela, hay que ser consecuente con que ni el 1% de los graduados en ingeniería, en su labor profesional, se van a dedicar a la investigación. Por tanto, los objetivos fundamentales de las escuelas técnicas se reducen a:

- Enseñar conocimientos tecnológicos.
- Formar técnicos capaces de resolver problemas.

En los últimos años, el impacto de los recortes ha supuesto una gran pérdida en la financiación. Sin embargo, la universidad española parece haber manejado razonablemente la gestión de sus recursos, haciendo un gran esfuerzo por no hundir sus resultados. España está situada en la décima posición mundial en volumen de publicaciones: un gran esfuerzo y con un crecimiento de la producción científica superior a la media europea y mundial.

También hay que matizar que en ello ha tenido una gran influencia el sistema de acreditación español para la docencia universitaria, que exige a los candidatos a profesor universitario un elevado número de publicaciones en revistas indexadas, y valora en menor medida la docencia impartida. Por este motivo, el personal docente e investigador se centra en conseguir el mayor número de publicaciones (y a su vez, de mayor impacto) en revistas internacionales, dejando de lado la labor docente. Con todo lo que ello supone, como reducción del tiempo de preparación de clases, atención a los alumnos, evaluación continua, prácticas de laboratorio, exámenes, correcciones y, en general, todo el trabajo relacionado con la docencia, al mínimo posible para centrarse en la investigación. Y la publicación en revistas indexadas se ha convertido en un fin en sí mismo.

En este sentido, existe otro agravio comparativo que recae sobre los profes-

sores más jóvenes, adscritos a una gran área de conocimiento (en cuanto a número de profesores) y que se ven obligados a preparar varias asignaturas diferentes de un curso a otro, en algunas ocasiones un número elevado. Y este tiempo que invierten en varias asignaturas lo restan de la investigación y realización de méritos acreditables.

Es una pena que en su mayoría todo este trabajo de investigación quede ahí, publicado, muerto, sin que ninguna empresa privada, laboratorio o centro tecnológico se interese por ello y sin más utilidad que servir de méritos para la promoción académica de sus autores. Por no hablar del gran consumo de recursos económicos y públicos (los cuales han sido obtenidos en convocatorias competitivas).

Resulta una lástima visitar laboratorios de la universidad donde se acumulan equipos y máquinas adquiridos con la financiación de planes nacionales de investigación, año tras año, donde ninguna está en funcionamiento o quizá solo la adquirida en último lugar (y por un breve espacio de tiempo), mientras se hacen los ensayos asociados al proyecto que la generó. Todo este equipamiento es manejado, y en ocasiones también mantenido, por parte de becarios de universidad (sin lugar a dudas, como mano de obra barata). Los profesores titulares rara vez se involucran en aprender su funcionamiento y manejo. En este asunto hay muy poco control por parte de las universidades.

Es una pena que la investigación aplicada que se hace con fondos públicos en las escuelas técnicas, no llegue a la práctica. Quizá una posible forma de conseguirlo sería adaptando la investigación a las necesidades del mercado. Pero esto ya forma parte de otra historia diferente de la aquí tratada.

En el documento U-Ranking (indicadores sintéticos del sistema universitario español) 2017 se presenta la quinta edición de los resultados de las universidades en sus actividades propias (según sus resultados), ofreciendo una clasificación para las mismas (Pérez et al, 2017).

Valga citar como ejemplo ilustrativo de lo mencionado que la mejor calificación de la Universidad de Oviedo es en rendimiento investigador, en el puesto 23. En cambio, su posición en rendimiento docente desciende significativamente hasta el puesto 53 en una

clasificación formada por 61 instituciones universitarias.

En la quinta edición del U-Ranking de las universidades españolas se han incorporado a la clasificación varias universidades privadas, con un tratamiento homogéneo de los datos contrastados respecto a las públicas (en el cálculo de los indicadores sintéticos), pero solo cuando se dispone para aquellas de la información precisa y de la calidad apropiada. De esta forma, en la última edición del U-Ranking, se han incluido 13 universidades privadas que verifican el nivel de cantidad y calidad de la información contrastada, así como las 48 universidades públicas, con un total de 61 universidades analizadas.

De esta manera, si se tiene en cuenta el número de estudiantes de grado del sistema universitario español se ha analizado una porción del espacio muestral correspondiente al 93% del total. El citado estudio ha sido elaborado por el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas y la Fundación BBVA.

### Estudio experimental

En los diversos estudios existentes sobre metodología docente nunca se ha tratado de correlacionar la valoración de la influencia del grado de exigencia en las diferentes asignaturas sobre la tasación de la docencia por parte de los estudiantes de enseñanzas técnicas, en este caso de la rama industrial.

El ámbito de actuación del presente trabajo está formado por un espacio muestral constituido por estudiantes de diferentes ramas de ingenierías industriales sobre diferentes planes de estudio y diferentes carreras (tabla 2). Se ha realizado sobre los contenidos de las materias de asignaturas relacionadas con estructuras, de las que se ocupa el Área de Mecánica de Medios continuos y Teoría de Estructuras (UniOvi, 1972, 1979, 2000, 2001, 2010a y 2010b). Al objeto de cuantificar una serie de variables, se preparó un cuestionario con varias preguntas dirigidas a los alumnos, y se pide su opinión sobre ellas.

Sin embargo, la Universidad de Oviedo ya realiza su propia encuesta, aproximadamente a mitad de curso (en los planes de estudios más antiguos, en los que las asignaturas eran anuales), y también en cada uno de los cuatrimestres.

Evolución del carácter de las asignaturas de fundamentos de estructuras							
Enseñanzas no renovadas (carrera/año plan de estudios)				Enseñanzas renovadas: estudios adaptados al EEES (carrera/año plan de estudios)			
Asignatura	Ingeniero técnico industrial (1972)	Ingeniero industrial (1979)	Ingeniero técnico industrial (2000)	Ingeniero industrial (2001)	Asignatura	Graduado en ingeniería mecánica (2010)	Graduado en tecnologías industriales (2010)
Cálculo de estructuras	Obligatoria	-	-	-	Teoría de estructuras	-	Obligatoria
Teoría de estructuras	-	Troncal	-	Troncal	Teoría de estructuras y cons. indus.	Obligatoria	-
Teoría de estructuras I	-	-	Obligatoria	-	-	-	-
Teoría de estructuras II	-	-	Optativa	-	-	-	-

Tabla 2. Evolución en la clasificación de las materias de fundamentos de estructuras en las diferentes carreras y planes de estudios.

Así pues, el Vicerrectorado de Organización Académica de la Universidad de Oviedo tiene reconocido su Sistema de Gestión de la Calidad por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), registrado con el nº ER-1139/2005 y cumple por tanto los requisitos de la Norma Española UNE-EN ISO 9001:2008, que reconoce el alcance, entre otros, de la realización de la Encuesta General de Enseñanza (Aenor, 2008).

Por otra parte, la citada Encuesta General de Enseñanza (procesos PR-CA-02.1 y PR-CA-02.02 del Sistema de Gestión de la Calidad certificado) es auditada por AENOR, una vez al año desde 2006 con el siguiente alcance:

- Distribución.
- Aplicación de la encuesta.
- Envío de cuestionarios.
- Recepción de cuestionarios.
- Codificación y análisis de datos.

En cambio, en este trabajo la encuesta para la recolección de datos, se realiza al final de curso (siempre la última semana), pero, a diferencia de aquella, solo con los alumnos con los siguientes requisitos:

- Asisten durante todo el curso, ya sea con mayor o menor regularidad, pero han seguido la asignatura hasta el final.
- Han preparado progresivamente la misma para presentarse a la convocatoria ordinaria.

- Han realizado la encuesta de forma presencial, nunca por Internet, a fin de verificar lo anterior.

- Y, además, durante la vigencia de varios planes de estudio, y diferentes titulaciones (la recolección de datos mediante cuestionarios, se ha realizado entre los cursos 1998/99 y 2016/17).

#### Variables del estudio

Al objeto de disponer de una información de primera mano, sobre el seguimiento, avance y valoración del aprendizaje en la asignatura, se solicita la opinión del alumno sobre algunos aspectos de la misma, clasificándolas previamente, según su asistencia a clase en:

- Alta: si el alumno ha tenido una asistencia mayor del 75% de las horas lectivas impartidas.
- Media: entre el 50% y el 75%.
- Baja: menor del 50%.

Las cuestiones a las cuales han respondido los estudiantes en la encuesta versan sobre los siguientes aspectos (para cada una de ellas deben expresar su mayor o menor desacuerdo en una escala de 0 a 10, respectivamente).

- 1) Condiciones físicas de aula: equipamiento, ventilación, iluminación, calefacción, etc.
- 2) Programa de la asignatura: contenido del mismo, cumplimiento, criterios de evaluación.

- 3) Aplicación de la teoría disertada: cantidad y adecuación de las actividades y ejercicios realizados.

- 4) Comunicación profesor-alumno y asistencia a tutorías: cantidad de consultas y solicitudes de tutorías por parte de los alumnos.

- 5) Nivel de satisfacción general sobre las expectativas de la asignatura: valoración del aprendizaje en la asignatura.

- 6) Esfuerzo dedicado a esta asignatura en comparación con la media.

#### Análisis de resultados

Con todo ello, los cuestionarios son cubiertos por entre el 20% y el 40% de los matriculados; el nivel de absentismo es muy alto. Muchos jóvenes no asisten a las clases de su escuela, y preparan las asignaturas en academias, donde es posible que no les enseñen lo que se exige en la escuela.

Según la especialidad o intensificación escogida por el alumno dentro de su plan de estudios correspondiente, hay diversos tipos de asignaturas. Dentro de las enseñanzas no renovadas, cada asignatura se podía clasificar como: troncal, obligatoria u optativa, mientras que en las enseñanzas renovadas -es decir, las adaptadas al EEES- pueden ser: básicas, obligatorias, optativas y las denominadas de libre elección, también llamadas de libre configuración.



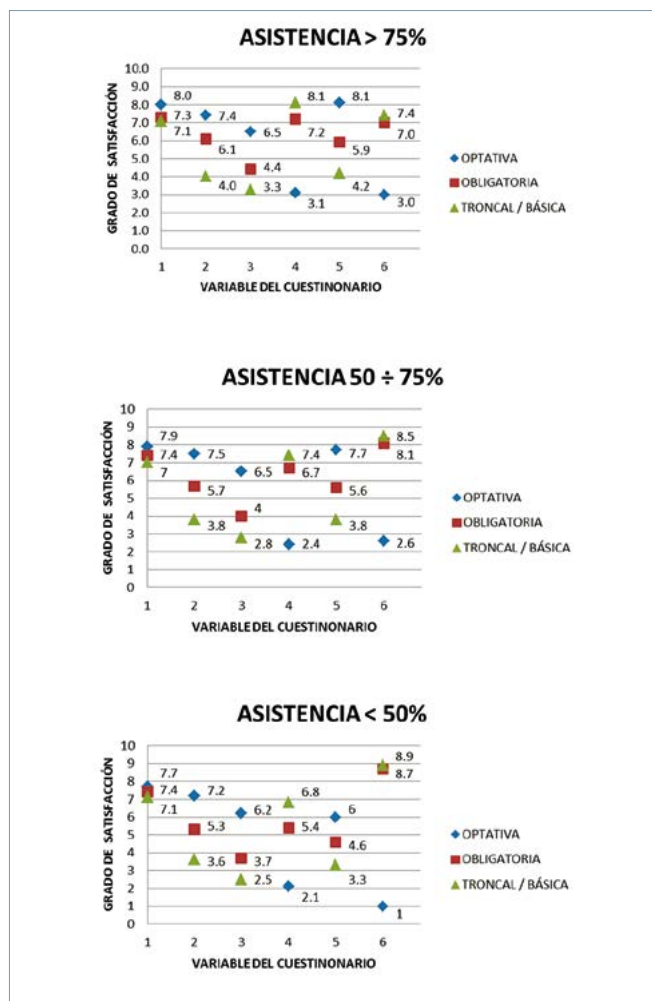


Figura 1. Grado de satisfacción para las distintas variables del cuestionario, según la asistencia a clase.

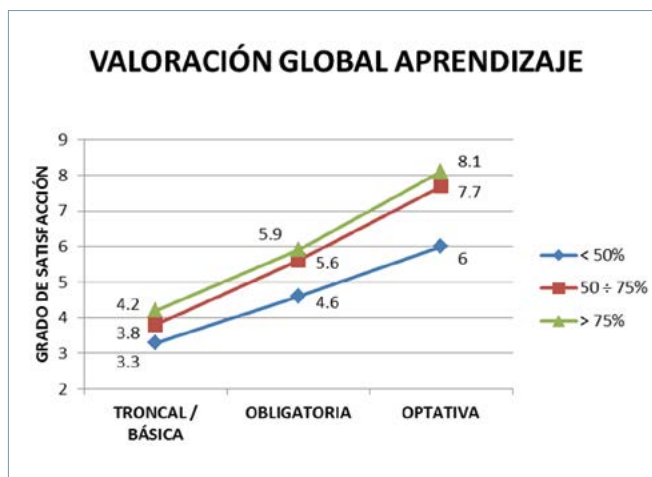


Figura 2. Valoración global de las enseñanzas recibidas, según el carácter de los diferentes tipos de asignaturas.

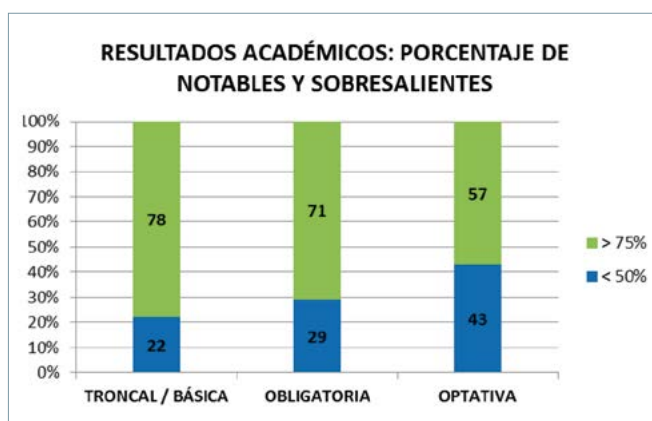


Figura 3. Porcentaje de notables y sobresalientes entre los grupos de alumnos con asistencia alta (>75%), frente a los de baja (<50%).

Las asignaturas troncales constituyen materias comunes para una misma titulación, independientemente de la escuela técnica en la que se impartan. Están establecidas por el Ministerio de Educación y tienen carácter ineludible, tanto para la universidad (figurar en el plan de estudios) como para el estudiante (que debe cursarlo).

Por su parte, las asignaturas obligatorias son fijadas por cada universidad. Por tanto, pueden ser diferentes entre las escuelas del país, y como su nombre indica, son obligadas para todos los alumnos que cursan ese plan de estudios.

Las asignaturas optativas son las elegidas por el alumno, entre las pertenecientes a una determinada especialidad o intensificación. Es en estas últimas en las que el grado de elección por el alumno es mayor.

Por su parte, las asignaturas de for-

mación básica contienen los aspectos básicos de una rama de conocimiento a la que pertenezca el título de grado y vienen a ocupar el lugar que correspondía a las troncales dentro de las enseñanzas no renovadas.

Por último, hace ya algunos años se crearon las llamadas asignaturas de libre elección, también conocidas como asignaturas de libre configuración, quizá con la intención de flexibilizar el currículum. Para ellas se pueden elegir:

- Asignaturas pertenecientes a otras carreras universitarias (diferente de la que se está cursando).
- Otras asignaturas optativas, de entre las ofertadas en la propia carrera.
- Incluso actividades extracurriculares que cada universidad tipifique como equivalentes a una serie de horas docentes de libre elección; entre las que se encuentran actividades tan variadas

como: un curso de inglés, asistir a seminarios y conferencias (no necesariamente programadas por la propia universidad), un curso de natación o de guitarra española, etc., es decir, como divertimento.

Por consiguiente, tanto las asignaturas troncales y de formación básica como las obligatorias deben ser cursadas forzosamente, a diferencia de las asignaturas optativas, en las que el alumno puede elegir según su preferencia cuales cursar.

Las materias fundamentales que forman parte de los contenidos de Teoría de Estructuras, (cuando se impartía como asignatura anual: a lo largo de todo el curso) son los siguientes:

1. Análisis estático clásico de sistemas de barras.
  - a) Principio de los trabajos virtuales.
  - b) Método de las fuerzas.
  - c) Método de los ángulos de giro.

- d) Método de Cross.
- e) Líneas de influencia.
- 2. Métodos energéticos: cálculo variacional.
- a) Método de Rayleigh-Ritz.
- b) Método de Galérkin
- 3. Análisis matricial de estructuras.
- 4. Análisis de estructuras por el método de los elementos finitos.
- 5. Análisis dinámico de sistemas.

Todos ellas estaban agrupadas en una única asignatura, cuando las denominadas Cálculo de Estructuras y Teoría de Estructuras (véase tabla 2) eran asignaturas anuales (se impartían durante todo el curso), y de carácter obligatorio y troncal, respectivamente.

Posteriormente, con la llegada de nuevas titulaciones, surgieron nuevos planes de estudio, y aquellos contenidos se fueron sesgando y agrupando, para dar lugar a asignaturas cuatrimestrales, y a su vez de distinto carácter, como ya se ha mencionado. Especial importancia, en este sentido, merecen los contenidos de Cálculo Matricial de Estructuras y de Dinámica de Estructuras, por haber ido ocupando paulatinamente asignaturas troncales, obligatorias y optativas, con la intención de apreciar su evolución en la valoración de los estudiantes.

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 1. En ella se presenta el resumen total de los datos extraídos de los cuestionarios. Existe más dispersión en las valoraciones en el caso de asignaturas optativas.

Los cambios introducidos en los nuevos contenidos de los programas de las asignaturas (que se modifican paulatinamente), así como las actualizaciones de los criterios de evaluación suelen pillar desprevenidos a los alumnos repetidores, con una asistencia más reducida. En algunos casos, pueden no ser variaciones muy acusadas, pero todas ellas apuntan a un cambio de tendencia, el cual queda reflejado en los datos de las medias de las clasificaciones según asistencia.

Así mismo, aquellos alumnos que asisten más regularmente consideran acertados y suficientes, en número e idoneidad, las actividades y ejercicios realizados durante las clases para lograr superar la asignatura. En concreto hay una diferencia porcentual de hasta ocho puntos según el grado de asistencia a la asignatura (troncales/básicas).

La valoración más positiva de las consultas concretas al profesor y las asistencias a tutorías aumentan hasta 13 puntos porcentuales si:

- Disminuye el carácter de la asignatura (más alto para las optativas).
- La asistencia es más elevada.

Obviamente, el esfuerzo dedicado a la asignatura en comparación a la media aumenta con el carácter de la misma (más alto para las básicas/troncales); pero mucho más cuando la asistencia es reducida (hasta 15 puntos porcentuales).

Para las asignaturas optativas, resulta notorio cómo desaparece o no existe la percepción de esfuerzo por parte de los alumnos para superar estas materias, a pesar de que la asistencia sea escasa.

Para el conjunto de materias o grandes capítulos, que se han ido impartiendo en asignaturas troncales, obligatorias y optativas, a lo largo de las diferentes carreras técnicas y planes de estudio, la valoración general (variable del cuestionario nº 5) da lugar a un gráfico de esta forma (figura 2). El nivel de satisfacción general sobre las expectativas de la asignatura, es decir, la valoración de lo aprendido en la misma, se incrementa cuando los conocimientos impartidos están muy especializados (asignaturas optativas) y alejados de la formación básica, así como con la asistencia.

En la figura 3 se muestran los resultados académicos, representando en porcentaje las calificaciones de notable y sobresaliente, en función de la asistencia. Se observa que una asistencia regular a clase da lugar a unos resultados académicos hasta cuatro veces mejores.

En este sentido, conviene destacar que en la preparación de asignaturas en academias, es posible que exista una cierta desviación entre lo que se exige en la escuela y la formación ofrecida por estas.

## Conclusiones

De la metodología seguida en el estudio experimental, y con los resultados extraídos de su análisis, se pueden desgranar las siguientes conclusiones:

- El porcentaje de asistencia a una asignatura aumenta con el grado de exigencia de las mismas.
- Las condiciones en las que se imparte la docencia (equipamiento, luz, acústica,

ventilación, calefacción, mantenimiento, estado general del aula, etc.) no influyen significativamente en la valoración de la misma.

• A medida que el porcentaje de asistencia a una asignatura aumenta, se incrementa la percepción positiva de importancia de la misma.

• Para unos mismos contenidos impartidos (materias docentes), la valoración de la docencia es inversamente proporcional a la dificultad/grado de exigencia de la asignatura.

• Los alumnos repetidores se matriculan de un mayor número de asignaturas porque creen que son capaces de afrontarlas todas, pero a medida que se acerca la evaluación disminuye su asistencia, no tienen capacidad de esfuerzo y abandonan.

• Los resultados académicos de los alumnos que asisten regularmente a clase son hasta cuatro veces mejores.

Finalmente, también hay que ser conscientes de que hay profesores más rigurosos, más comprometidos con la enseñanza y que, por tanto, se toman la docencia muy en serio. Como consecuencia (y de cara a las valoraciones de su docencia) no resulta muy favorable en las clasificaciones, máxime cuando en otras asignaturas no son tan rigurosos, y en sus correspondientes exámenes no son tan exigentes o corrigen al alza, lo cual también es cierto.

## Referencias

1. AENOR. Sistemas de Gestión de la Calidad, Requisitos. Norma Española UNE-EN ISO 9001:2008. Madrid: AENOR, 2008.
2. Fuente A, Doménech R. El nivel educativo de la población en España y sus regiones: 1960-2011. *Journal of Regional Research*. 2016;34:73-94.
3. Pérez F, Aldas J, Aragón R, Zaera I. *Indicadores sintéticos de las universidades españolas: U-Ranking 2017*. 5ª edición, junio 2017. Fundación BBVA - Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas. DOI: [http://dx.medra.org/10.12842/RANKINGS\\_SP\\_ISSUE\\_2017](http://dx.medra.org/10.12842/RANKINGS_SP_ISSUE_2017) (Consultado el 1 de julio de 2017).
4. Universidad de Oviedo, plan de estudios de Ingeniero Técnico Industrial (1972).
5. Universidad de Oviedo, plan de estudios de Ingeniero Industrial (1979).
6. Universidad de Oviedo, plan de estudios de Ingeniero Técnico Industrial (2000).
7. Universidad de Oviedo, plan de estudios de Ingeniero Industrial (2001).
8. Universidad de Oviedo, plan de estudios de Graduado en Ingeniería Mecánica (2010).
9. Universidad de Oviedo, plan de estudios de Graduado en Tecnologías Industriales (2010).
10. Universidad de Oviedo, Comparativa de aprobados entre las diplomaturas/licenciaturas extinguidas y los nuevos grados. Informe interno, 2014.

# Diseño y desarrollo de un espectrómetro óptico versátil de bajo coste

*Designing and developing a versatile low-cost optical spectrometer*

Vicente Ferrando<sup>1\*</sup>, Javier Monreal<sup>2</sup>, Walter D. Furlan<sup>3</sup> y Juan A. Monsoriu<sup>1</sup>

## Resumen

En este trabajo se detalla el proceso de diseño, desarrollo y prototipado de un sistema de medida del espectro visible. El objetivo que hay que cumplir es la obtención de un dispositivo reproducible, competitivo en el aspecto técnico con modelos comerciales de docencia actuales, y económico. El dispositivo resultante reúne las características de ser portátil, versátil, compacto, económico y con alta conectividad. El centro del proyecto es el *software*, que como característica clave permite ser utilizado prácticamente con cualquier cámara comercial y ser ejecutado desde distintos sistemas operativos. El prototipado se ha realizado con una cámara comercial con conexión USB con el fin de encontrar un equilibrio entre asequibilidad y resolución del producto final. Tiene un precio 20 veces más económico y una resolución similar al espectrofotómetro comercial utilizado como referencia.

## Palabras clave

Espectrofotómetro, red de difracción, impresión 3D.

## Abstract

*In this work, the processes of designing, developing and prototyping an instrument to measure the visible spectrum is shown in detail. The objective is to obtain a low-cost device, reproducible and technically competitive with the commercial docent models. The obtained device is portable, adaptable, compact, economic and with high connectivity. The core of the project is the software, and its key point is the compatibility with any commercial camera and it can be run in different operative systems. For this prototype a commercial camera with USB connection has been considered in order to find a balance between price and resolution for the resulting device.*

## Keywords

*Spectrophotometer, diffractive grating, 3D printing.*

Recibido / received: 5.10.2017. Aceptado / accepted: 11.11.2017.

<sup>1</sup> Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia (España).

<sup>2</sup> Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de Valencia, 46022 Valencia (España).

<sup>3</sup> Departamento de Óptica, Universitat de València, 46100 Valencia (España).

\*Autor para correspondencia / corresponding author: viferma1@upv.es

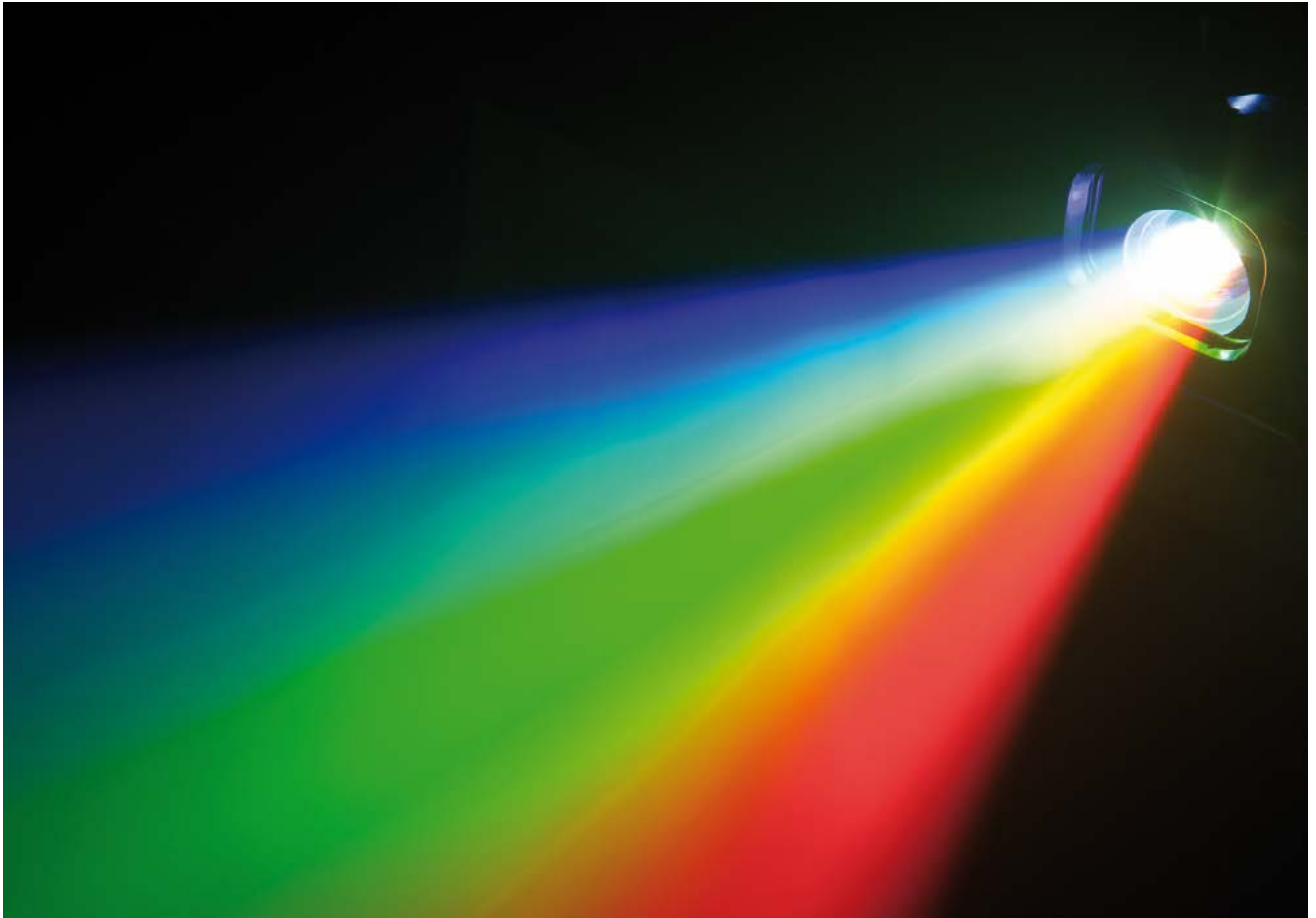


Foto: Shutterstock

## Introducción

La espectrofotometría es una técnica con un gran potencial de aplicación que ha permitido un fuerte desarrollo en los ámbitos industrial e I+D+i, pero su presencia en el ámbito docente, estudiantil, personal y *amateur* se ve limitada por su elevado coste, la especificidad de los equipos comerciales y la baja accesibilidad. Esta técnica tiene aplicaciones muy diversas que van desde la caracterización de cuerpos celestes en astronomía (Sterken, 1992) (Itoh, 2017) hasta la detección de componentes químicos en un laboratorio (Schwedt, 1997) (Binks, 2017), pasando por la caracterización y calibrado de pantallas led (Rodríguez-Vallejo, 2017).

Al ser una técnica con un amplio rango de aplicación, resulta curioso que muchos centros educativos no dispongan de espectrofotómetros para abordar la materia de forma empírica. Esto se debe, principalmente, al elevado coste de los sistemas comerciales

muy especializados en cada una de las aplicaciones y/o con prestaciones demasiado elevadas para el ámbito docente.

El objetivo de este trabajo consiste en diseñar y construir un espectrofotómetro de bajo coste, para lo que se han utilizado componentes muy extendidos. Adicionalmente, se ha desarrollado un *software* que permite el control del dispositivo, así como su puesta a punto.

## Material y métodos

El funcionamiento del sistema se basa en el fenómeno de la difracción producida por una red de difracción. Si iluminamos esta con un haz plano monocromático, parte de la radiación será transmitida con ángulos de salida,  $\theta$ , que cumplan la relación (Casas, 1995)

$$d \sin(\theta) = n \lambda, \quad (1)$$

donde  $d$  es la distancia entre las

rendijas de la red,  $\lambda$  es la longitud de onda incidente y  $n$  es el orden de difracción, que puede tomar cualquier valor entero, aunque nuestro sistema capturará solamente el primer orden de difracción ( $n = 1$ ). En esta relación observamos la dependencia directa del ángulo difractado con la longitud de onda, con lo que, bajo iluminación policromática, la red de difracción produce una separación angular de las diferentes longitudes de onda que se puede focalizar sobre el sensor de la cámara.

En la figura 1a se muestra un esquema del espectrómetro construido: la luz que se analiza es recogida por una fibra hasta el conector de entrada del dispositivo. Tras pasar una rendija, es colimada por una lente macro para *smartphone* (*disashop*) y el haz colimado incide sobre la red de difracción (Ventus Ciencia, 500 líneas/mm). Dado que nos interesa estudiar el rango visible del espectro (380-750 nm) y que para ello capturamos el primer orden de

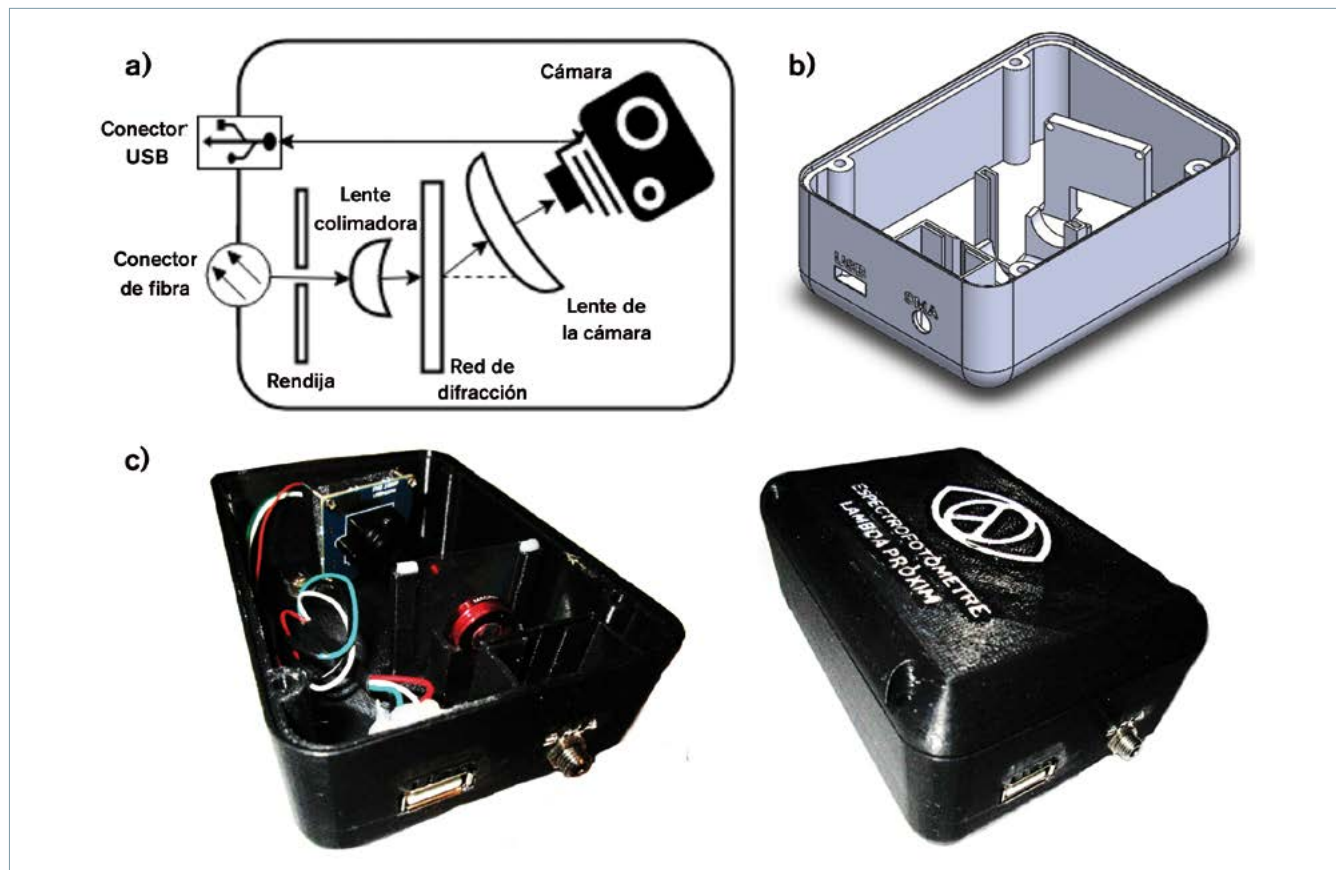


Figura 1. a) Esquema de espectrofotómetro desarrollado. b) Diseño de la caja construida mediante impresión 3D. c) Prototipo del espectrofotómetro abierto y con la tapa.

difracción, tendremos en cuenta que estas longitudes de onda son difractadas entre  $11^\circ$  y  $22^\circ$  -Ec. (1)-. La luz difractada se registra con una cámara comercial con conexión USB (ELP-USBFHD01M-L21-02-S, 1920 x 1080 píxeles) y, dado que necesitamos un campo de visión (CV) de al menos 11 grados, montamos en la cámara una lente (Uxcell, focal: 25 mm, montura M12) que nos proporciona un CV de 16,5 grados. Todos estos elementos se montan en una caja expresamente diseñada y fabricada en material Z-ULTRAT (ABS) mediante una impresora 3D (Zortrax M200). En la figura 1b se muestra el diseño de la caja impresa y en la figura 1c, el prototipo final.

Para que este dispositivo cumpla su función como espectrofotómetro se ha creado un *software* instalable multiplataforma. En la programación de este se ha desarrollado una interfaz gráfica mediante el lenguaje de programación gráfico LabView (Fig. 2), del que se han generado ejecutables que permiten controlar el espectrofotómetro desde los sistemas operativos Windows

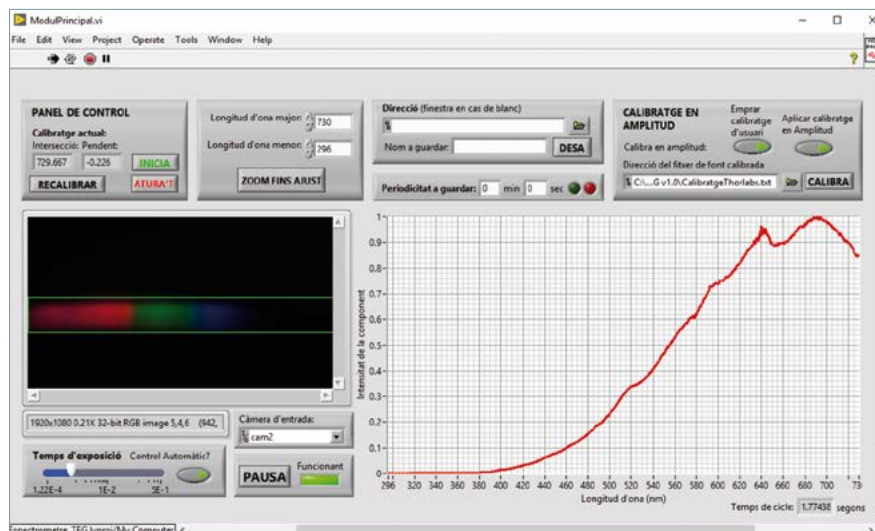


Figura 2. GUI desarrollada en LabView para controlar el dispositivo. Destacan la imagen capturada por la cámara (derecha) y el espectro que se obtiene de esta (izquierda).

y MacOS en los que no será la instalación del entorno de programación completo. En la figura 3 se representa el diagrama de flujo del programa principal. El funcionamiento de este programa parte de la captura de la luz

difractada mediante la cámara. En la figura 4 se muestran las imágenes capturadas para diferentes fuentes como una lámpara halógena, un puntero láser y un tubo fluorescente. El *software* transforma la imagen obtenida a esca-

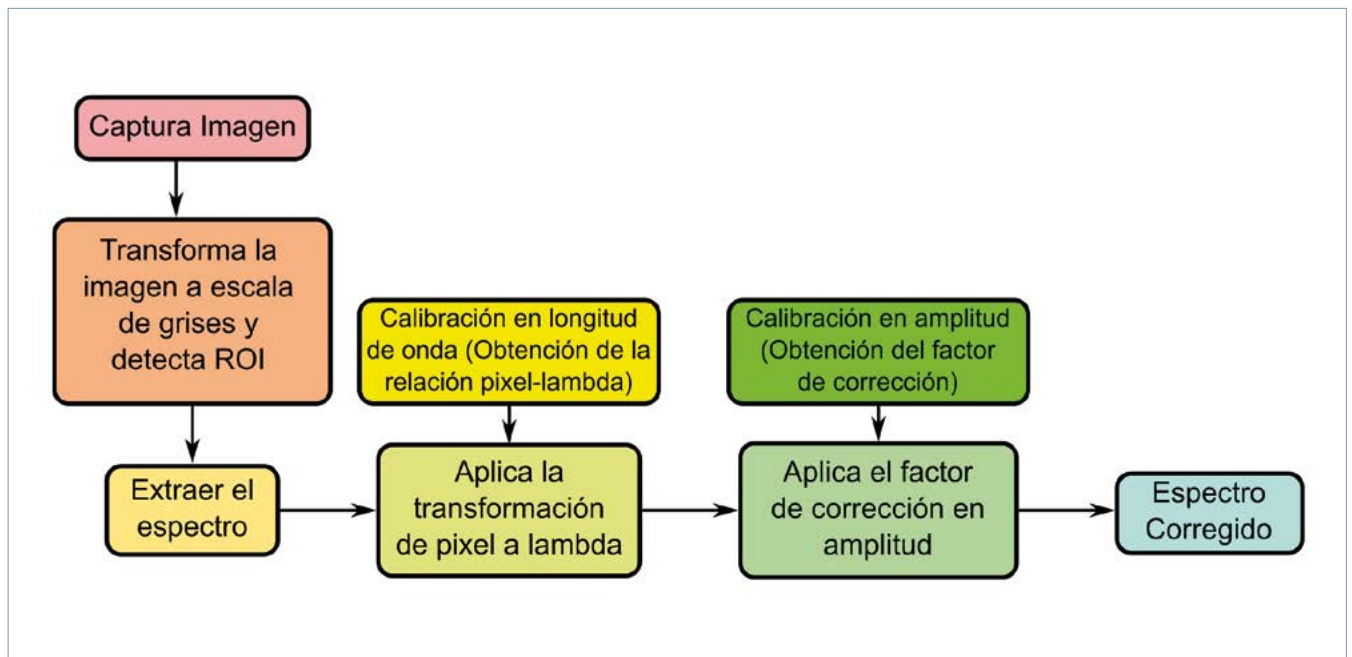


Figura 3. Esquema del funcionamiento del *software* desde la captura de la imagen en la cámara hasta que muestra el espectro corregido.

la de grises y se recorta para extraer la región de interés y obtener la curva del espectro.

Por otra parte, y con el objetivo de relacionar cada posición horizontal sobre el sensor con una longitud de onda, el *software* permite capturar el espectro de diferentes punteros láser (cuya longitud de onda necesitamos conocer previamente) y asignar el centroide del *spot* producido a su longitud de onda. Tras registrar al menos dos casos el programa nos muestra las curvas espectrales capturadas en función de la longitud de onda. Además, para asegurarse de que los espectros capturados no se ven afectados por la diferente sensibilidad para cada longitud de onda, el programa permite cargar el fichero con los datos del espectro para una lámpara de referencia y, comparándolo con el espectro capturado para la misma fuente, obtener los factores de corrección para cada longitud de onda. Como características adicionales, el *software* permite un autoajuste del tiempo de exposición del sensor y el análisis de transmitancias utilizando una fuente con un ancho de banda extenso en el rango visible.

Partimos de la imagen capturada por el sensor, que se transforma a escala de grises y de la cual se recorta la región de interés (ROI). A partir de estos datos se extrae la curva del es-

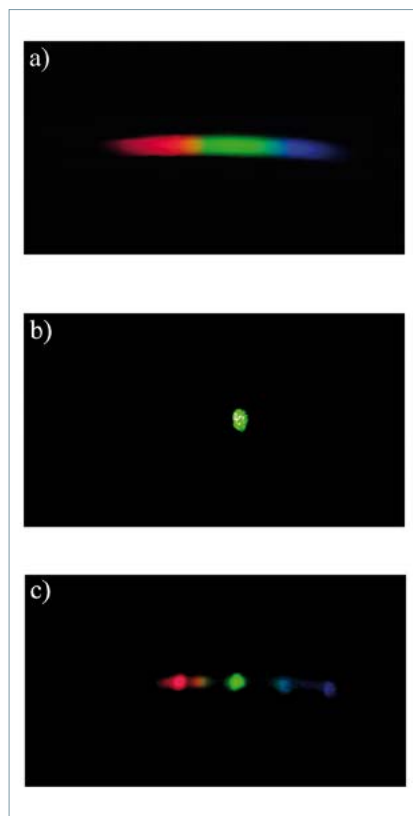


Figura 4. Imágenes capturadas por el dispositivo para diferentes fuentes estudiadas: a) lámpara halógena, b) puntero láser verde y c) tubo fluorescente.

pectro. Como no sabemos a que longitud de onda pertenece cada píxel de la captura, utilizaremos una calibración previa para hacer esta conversión.

Seguidamente se aplica un factor de compensación para la amplitud del espectro en función de la longitud de onda para corregir las inhomogeneidades de sensibilidad que pueda presentar el sensor. Finalmente, el programa muestra el espectro corregido y ofrece la posibilidad de guardar un fichero con los datos.

### Resultados

Para realizar la calibración en longitud de onda, aplicaremos diferentes fuentes monocromáticas de frecuencia conocida que generan un *spot* sobre el sensor. El *software* permite introducir el valor de la longitud de onda y detecta automáticamente el centroide de este *spot*. Mediante un ajuste lineal, el sistema relaciona cada posición del sensor con la longitud de onda correspondiente. Esta relación se guarda para ser utilizada automáticamente en las posteriores medidas. En este trabajo para calibrar el dispositivo se ha utilizado un conjunto de tres punteros láser con longitudes de onda de 405, 535 y 650 nm.

Para obtener el calibrado en amplitud utilizamos un espectrómetro comercial (Thorlabs CCS200) y una fuente con un ancho de banda extendido en el rango visible (lámpara halógena o linterna led blanca). Capturamos el espectro de la fuente con el

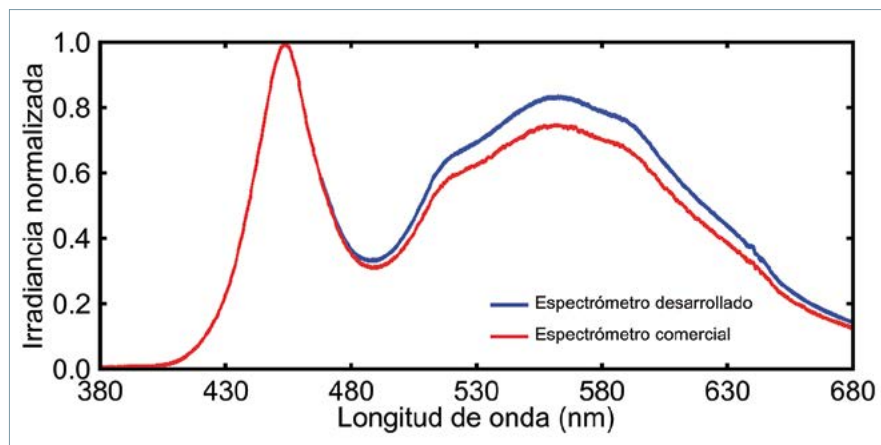


Figura 5. Comparación de los espectros obtenidos para una linterna led blanca mediante el espectrofotómetro desarrollado y un espectrofotómetro comercial (Thorlabs CCS200).

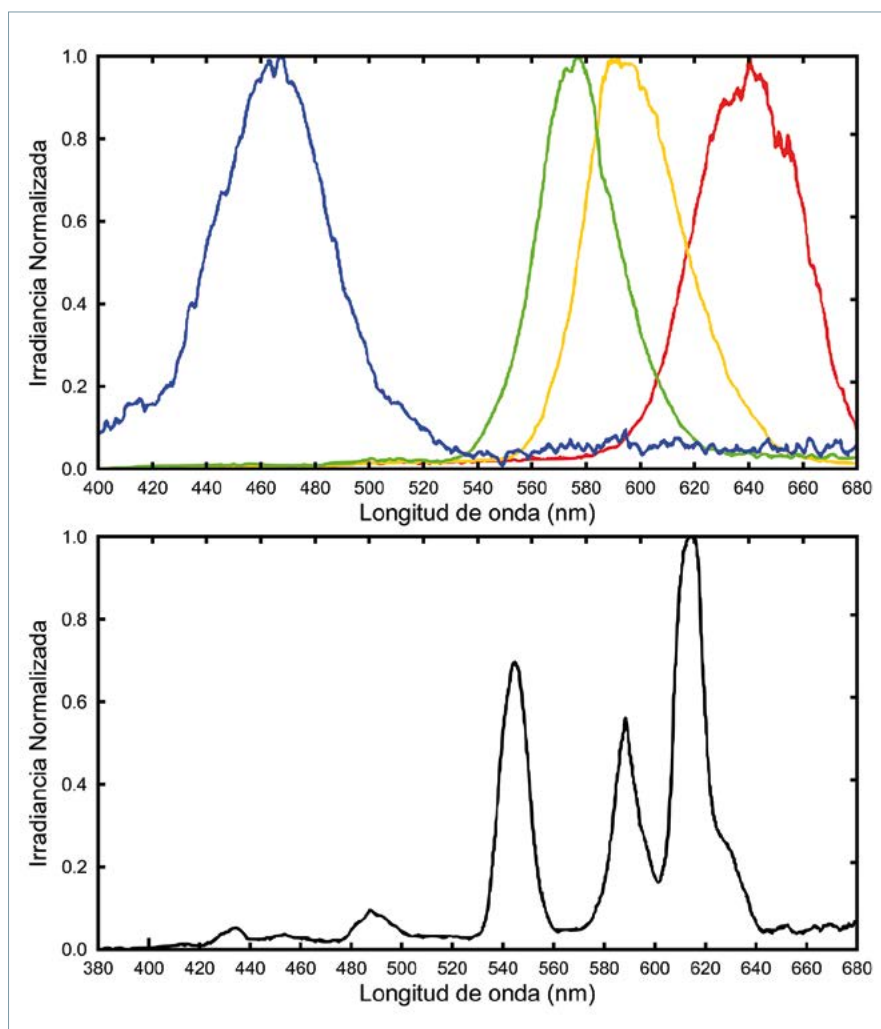


Figura 6. Espectros capturados para diferentes fuentes: a) Diodos led de diferentes colores y b) tubo fluorescente.

espectrómetro comercial y generamos un archivo con los datos. El *software* diseñado nos permite cargar dicho archivo y aplicar la calibración en amplitud capturando el espectro produ-

cido por la misma fuente con nuestro sistema. Tras comparar los resultados se registra el factor de corrección para cada longitud de onda que, posteriormente, se aplica al espectro capturado.

Una vez realizada la calibración del sistema, tanto en longitud de onda como en amplitud, mediremos el espectro de diferentes fuentes para comprobar el funcionamiento del dispositivo. En primer lugar, se han comparado los espectros de una misma fuente (una linterna led) capturados mediante el espectrofotómetro desarrollado y un espectrómetro comercial (Thorlabs CCS200). Estos resultados se muestran en la figura 5, en la que se observa la buena concordancia entre ambos espectros.

Además, en la figura 6 se muestran los espectros capturados de varios leds de diferentes colores, así como de un tubo fluorescente. Estas experiencias muestran el potencial docente de este sistema de bajo coste, ya que permite la captura digital del espectro con suficiente resolución para distinguir diferentes tipos de fuente.

### Conclusiones

Se ha diseñado y construido el prototipo de un espectrofotómetro de bajo coste y se ha desarrollado un *software* que permite su calibración y posterior uso. Varios espectros capturados por el sistema han sido comparados con los de un sistema comercial, y se ha obtenido muy buena concordancia. Además, se han capturado varios espectros representativos como el de un tubo fluorescente y leds de diferentes colores para mostrar el potencial docente del sistema desarrollado.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad y FEDER (Proyecto DPI2015-71256-R) y por la Generalitat Valenciana (Proyecto PROMETEOII-2014-072).

### Bibliografía

- Binks BP, Fletcher PDI, Johnson AJ, Marinopoulos I, Crowther, JM Thompson, MA (2017). "Spectrophotometry of Thin Films of Light-Absorbing Particles". *Langmuir*. 33: 3720-30.
- Casas, J (1995). *Óptica*. Librería General, Zaragoza. ISBN: 9788430024483.
- Itoh S, Matsuo T, Goda S, Shibai H, Sumi T (2017). "Pupil Masks for Spectrophotometry of Transiting Exoplanets". *Astronomical Journal* 154: 97.
- Rodríguez-Vallejo M, Ferrando V, Montagud D, Monsoriu JA, Furlan WD (2017). "Stereopsis assessment at multiple distances with an iPad application". *Displays*. 50:35-40.
- Schwedt G (1997). *The Essential Guide to Analytical Chemistry*. Wiley, Chichester. ISBN: 9780471974123.
- Sterken C, Manfroid J (1992). "Astronomical photometry: a guide". *Astrophysics and space science library*: 1-6.

*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](http://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 es-

tructura: 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](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](mailto: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.



# Diseño de juguetes adaptativos al desarrollo cognitivo y social en la etapa preescolar destinados a regiones desfavorecidas

*Design of adaptive toys for cognitive and social development of the preschool stage addressed to disadvantaged regions*

Marina Rodríguez Landaburu<sup>1</sup>

## Resumen

En este artículo se presenta el desarrollo de un kit de juguetes infantiles para niños de preescolar (de 3 a 6 años) que potencien su desarrollo, con la intención de introducirlos en regiones desfavorecidas como alternativa a las donaciones de juguetes convencionales. El trabajo está dividido en tres fases: 1) En la fase analítica se lleva a cabo una investigación sobre la importancia del juego en la infancia, así como las necesidades de los niños en etapa preescolar. Se incluye un estudio de mercado de los tipos de juguetes existentes, sus beneficios y las normativas vigentes de diseño y fabricación. Asimismo, se han estudiado tanto los problemas que afectan a la infancia, como la expansión de la pobreza infantil. Con toda esta información se ha concluido con varios requisitos indispensables a la hora de desarrollar el kit de juguetes. 2) En la fase creativa se ha llevado a cabo el desarrollo conceptual del set de juguetes definiendo cada uno de los elementos, pasando por un proceso de modelado 3D y renderizado para obtener imágenes fotorrealistas. 3) En la fase ejecutiva, se han determinado todos los aspectos técnicos necesarios para poder fabricar el kit de juguetes, seleccionando así el material y los procesos de fabricación, incluyendo los planos técnicos necesarios y analizando su impacto medioambiental. Se incluye en esta fase el análisis estructural del modelo, un estudio de viabilidad económica y el diseño de un sistema de distribución logístico. El proyecto ha sido satisfactorio ya que se ha desarrollado un conjunto de juguetes económico, seguro, ligero, higiénico y variado, capaz de estimular las distintas capacidades de un niño en etapa preescolar.

## Palabras clave

Kit de juguetes, regiones desfavorecidas, etapa preescolar, niños, desarrollo.

## Abstract

*This article defines the development of a kid toys kit intended for pre-primary school children (3-6 years-old) to enhance their development, with the intention of introducing them in disadvantaged regions as an alternative to conventional toy donations. The work is divided into three phases: 1) In the analytical phase, an investigation is carried out on the importance of the game during childhood, focusing on the needs of pre-primary school kids. To this end, the benefits of the game and toys have been studied through a market study, including the current regulations for the design of toys. Likewise, we have studied the problems affecting children today, the expansion of child poverty, and social projects that promote the game among the most disadvantaged children. We have concluded with some indispensable requirements when developing the toy kit. 2) In the creative phase we have carried out the conceptual development of the toy pack defining each of the elements. Once designed, they have been modeled in 3D and photorealistic images have been obtained through a rendering process. 3) In the executive phase, all the technical aspects necessary to produce the toy kit have been determined. We have selected the materials and the manufacturing processes, including all the necessary technical drawings and studying the environmental impact. This phase includes the structural calculations, a feasibility study an economic estimation and the design of a logistics and distribution system. The goal has been achieved by developing a set of economic, safe, light, hygienic, and varied toys which stimulated the child in its different skills and needs during the pre-primary school stage.*

## Keywords

*Toys kit, disadvantaged regions, pre-primary school, kids, development.*

Recibido / received: 21.04.2017. Aceptado / accepted: 13.11.2017.

<sup>1</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial, Universidad Politécnica de Madrid..

\*Autora para correspondencia / corresponding author: Marina Rodríguez Landaburu (marina.rlandaburu@gmail.com).



## Introducción

La idea de diseñar un conjunto de juguetes enfocados a niños que viven en situaciones desfavorecidas surge por la estrecha relación que une a la autora con el mundo de la infancia. Tras trabajar en paralelo con sus estudios de ingeniería, en el ocio y tiempo libre de los más pequeños, ha podido comprobar la necesidad innata que tienen los niños de jugar y divertirse durante su crecimiento y lo muy beneficioso que es para ellos. Esto la empujó a desarrollar esta idea, aportando los conocimientos adquiridos durante sus estudios universitarios en el diseño y desarrollo de un kit de juguetes infantiles con la intención de introducirlos en regiones desfavorecidas como alternativa a las donaciones de juguetes convencionales.

Desde hace varias décadas se ha estudiado la importancia y la necesidad del juego en las edades infantiles como método de desarrollo tanto físico como psíquico y emocional, y que crea y fomenta las relaciones entre los niños.

Sin embargo, no todos los niños disponen de las mismas oportunidades a la hora de acceder al uso de juguetes específicos y diseñados para ellos. Este problema es más evidente sobre todo

en países y regiones desfavorecidas y con dificultades económicas o que se encuentran inmersos en conflictos armados.

En consecuencia, muchas veces la disponibilidad de juguetes divertidos, variados e higiénicos es muy baja o nula, por lo que su ocio está basado principalmente en juegos populares y se entretienen empleando objetos no adecuados, ni diseñados específicamente para el ocio infantil que pueden llegar a ser incluso peligrosos para los más pequeños. Cabe recordar, por otro lado, que esta situación la sufren muchos millones de niños en el mundo.

Por tanto, los objetivos principales de esta iniciativa se basan en fomentar el juego social, divertido, variado y con un componente de aprendizaje activo en el que el niño se involucre, y se sienta protagonista. Así mismo, se busca poder ayudar tanto a las escuelas locales como a las familias que carecen de medios suficientes en su labor en el desarrollo de la autonomía de cada niño.

Por todo lo mencionado anteriormente, se ha decidido llevar a cabo este proyecto, con el fin de proponer una iniciativa para mejorar, en la medida de lo posible, la etapa infantil en los niños más vulnerables.

## Método de diseño

Para poder lograr todos estos objetivos, se ha dividido el proyecto en tres fases diferenciadas, en las que se investiga, posteriormente se diseña y, finalmente, se ejecuta.

### Fase analítica

En la fase analítica se lleva a cabo una investigación exhaustiva sobre todo lo relacionado con la importancia del juego en la infancia. Para ello se han estudiado los beneficios del juego y de la utilización de juguetes, gracias a la documentación aportada por profesionales del sector.

Se han analizado las etapas del desarrollo infantil, centrándose en las necesidades de la etapa preescolar, incluyendo un estudio ergonómico. Se ha seleccionado esta etapa, de los tres a los seis años, ya que es la más significativa en la construcción de la personalidad del niño. Durante ella el niño necesita diferenciarse de los demás y consolidar su autonomía. Comienza a tener conciencia psicológica de sí mismo. Se trata de una época de descubrimiento, ingenio y curiosidad.

Se ha realizado un estudio de mercado de los juguetes existentes y sus características, analizándose según

funcionalidad, precio y material. De esta manera se ha podido conocer lo que existe actualmente en las tiendas, y cómo se puede modificar de forma que pueda hacerse accesible a todos los niños, teniendo en cuenta las normativas vigentes para el diseño de juguetes, regidas en España por la UNE-EN 71. Seguridad de los juguetes.

Así mismo, se han estudiado, gracias a distintas asociaciones sin ánimo de lucro, los problemas que afectan a la infancia, la expansión y situación de la pobreza infantil, y los proyectos sociales actuales que fomentan el juego entre los niños más desfavorecidos, principalmente basados en la donación de juguetes.

Con toda esta información se ha concluido con unas especificaciones de diseño que debe cumplir el producto que se ha desarrollado, dividiéndolas en dos grupos: los requisitos asociados al usuario potencial y los requisitos que deben cumplir el material y los métodos de fabricación.

En el primer grupo, se encuentran requisitos como que los juguetes deben ser adecuados al rango de edad específico que se ha seleccionado (3-6 años), adaptándose a su ergonomía y sus necesidades en las diferentes desarrollos: físico-motor, intelectual, lenguaje y afectivo-social.

Así mismo, que los juguetes sean seguros es un requisito indispensable; deben ser funcionales y ayudar al desarrollo. Al estar destinados a niños desfavorecidos, deben potenciar el desarrollo del niño en la máxima medida de lo posible.

Otras de las especificaciones que se han tenido en cuenta en el diseño es que los juguetes deben ser atractivos, fáciles de utilizar, intuitivos y no transmitir valores negativos.

En el segundo grupo, especificaciones enfocadas al material y a la fabricación, el requisito principal es que debe tratarse de un kit de juguetes económico. Debe optimizarse al máximo su producción, y se tiene que poder fabricar industrialmente en grandes lotes. Para ello es necesario tener en cuenta los materiales, los procesos de fabricación, las dimensiones del producto y la propia geometría. Todo influye a la hora de abaratar costes, pero aunque se busque un producto lo más económico posible, debe cumplir todas las características anteriores para que sea satisfactorio.

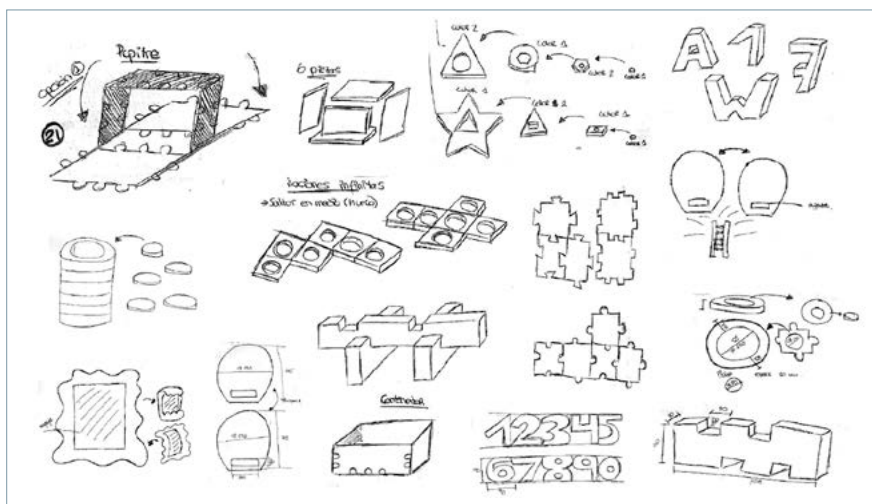


Figura 1. Diseño conceptual del kit de juguetes.



Figura 2. Kit de juguetes completo.

Los juguetes que se diseñen deben ser a su vez ligeros para facilitar la manipulación y el transporte, resistentes al impacto, a la tracción y a la compresión. La impermeabilidad es una característica importante, y debe tener una baja conductividad térmica para no sobrecalentarse con las altas temperaturas.

Por último, para poder lograr unos juguetes llamativos, es importante que puedan utilizarse diferentes colores. Para ello, es necesario que el material utilizado permita aditivos de color.

#### Fase creativa

Una vez concretados y estudiados todos los requisitos que debe cumplir el kit de juguetes, como se muestra en la figura 1, se inicia la fase creativa, que consiste en el diseño y desarrollo conceptual de juguetes.

Una vez definidas las ideas, se han llevado a cabo el desarrollo 3D y el renderizado de cada uno de los productos.

El conjunto consta de siete juguetes y una caja contenedora + pupitre, formados por 100 piezas. Se puede observar el conjunto en la figura 2.

El kit de juguetes está diseñado de forma que todos los componentes del mismo se puedan guardar en la caja. Todas las piezas de los juguetes son planas y el material que se seleccione para ellas será ligero, lo que facilita el almacenamiento en el interior de la caja y su uso. La caja se entregaría cerrada y correctamente embalada, y su principal función es proteger el resto de juguetes del exterior y actuar como lugar de almacenamiento.

La propia caja, como se muestra en la figura 3, tiene unas uniones muy sencillas que permiten que se abra y se cierre con facilidad, y se abre levantando la tapa superior, y de esta manera se pueden extraer todos los juguetes de su interior y volver a colocarlos después de su uso.

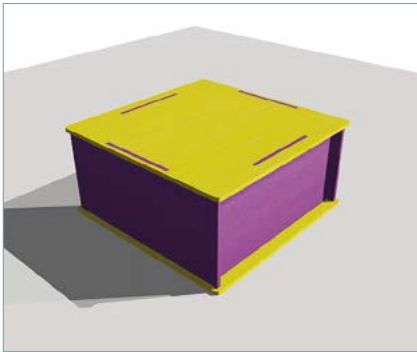


Figura 3. Caja contenedora.

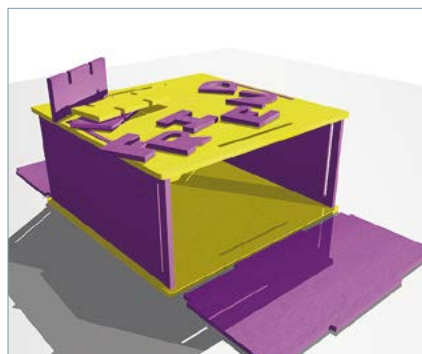
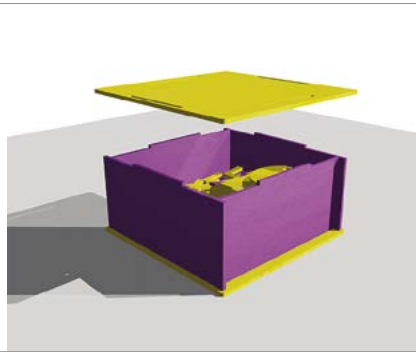


Figura 4. Caja contenedora convertida en pupitre.



Figura 5. Rayuela modular.

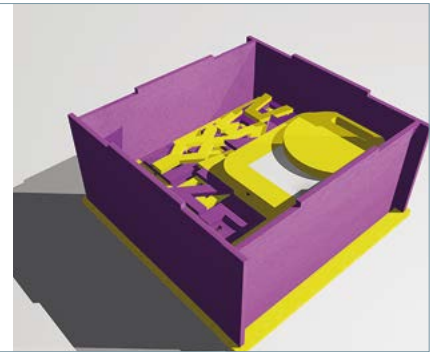


Figura 6. Juego de puntería.

Los juguetes se pueden apilar fácilmente para colocarse en el interior de la caja. De esta manera, se facilita su transporte de un sitio a otro y se mantienen organizados todos los componentes.

La propia caja, retirando dos de los laterales, puede utilizarse también como pupitre, como se observa en la figura 4. Los niños se sentarían en el suelo, colocando sus piernas en el interior. La tapa superior puede servir como mesa para que jueguen con el resto de actividades. Los laterales que se han retirado pueden colocarse en el suelo, para servir como asiento al niño y que este se encuentre más cómodo. De esta manera los niños pueden realizar el resto de actividades, que se explican a continuación, sobre el tablero.

Esta actividad permite que se desarrolle el simbolismo (imitación del mundo de los adultos), ya que utilizan una mesa como pueden hacer los mayores. La utilización de un pupitre también fomenta la creatividad ya que se pueden realizar sobre ella actividades como pintar, jugar a juegos de construcción, etc.

En el interior de esta caja, se pueden encontrar siete juguetes, cuya función principal es estimular los distintos desarrollos.

La rayuela modular, figura 5, se trata de un juego formado por tres piezas macho y otras tres hembra que se colocan en el suelo y permiten crear numerosas combinaciones. Este juego sirve para desarrollar la psicomotricidad del niño, ya que cada una de las piezas consta de un agujero central en el que los niños saltan.

De esta manera, los niños pueden elegir la forma de saltar (con una pierna, con dos, saltos grandes o pequeños, etc.) y al unirse las piezas que lo componen por medio de uniones sencillas, los niños pueden combinarlas como quieran, pudiendo disfrutar cada vez de un juego distinto.

El siguiente juguete consiste en un juego de puntería, figura 6, compuesto por un conjunto de seis aros que se apilan de forma que generan un cilindro con un agujero central. Las fichas circulares se utilizan para encastrar en el interior de la torre.

De esta manera se desarrollan habilidades como la puntería y la concentración y también es beneficioso para el desarrollo psicomotriz del niño. Es un juguete muy intuitivo, fácil de utilizar y potencia el movimiento. Los juegos de puntería son de los más utilizados por los niños de esas edades, ya que los

encuentran divertidos y les suponen un reto.

Así mismo, el set contiene cuatro puzles (figura 7). Están formados por distintas figuras geométricas de distintos tamaños y encajan unas en otras, estimulando así el desarrollo intelectual del niño. Este juguete potencia la lógica y la inteligencia y, a su vez, hace que el pequeño se empiece a familiarizar con las formas geométricas más habituales.

Era fundamental incluir un juego de construcción en el kit (figura 8). Por ello se ha diseñado un juego compuesto por 20 piezas que permiten generar diferentes construcciones. Todas las piezas constan de un sistema macho/hembra por donde se encajan unas con otras.

Es un juego muy intuitivo que potencia las habilidades de construcción, así como la creatividad, ya que cada niño puede crear distintas combinaciones. Los juegos de construcción son muy importantes en el crecimiento del niño ya que aportan valores positivos y permiten que desarrolle su imaginación, su lógica e inteligencia y aprenda por sí mismo.

Era importante, a su vez, fomentar la estimulación sensorial de los niños en etapa preescolar. Para ello se han dise-

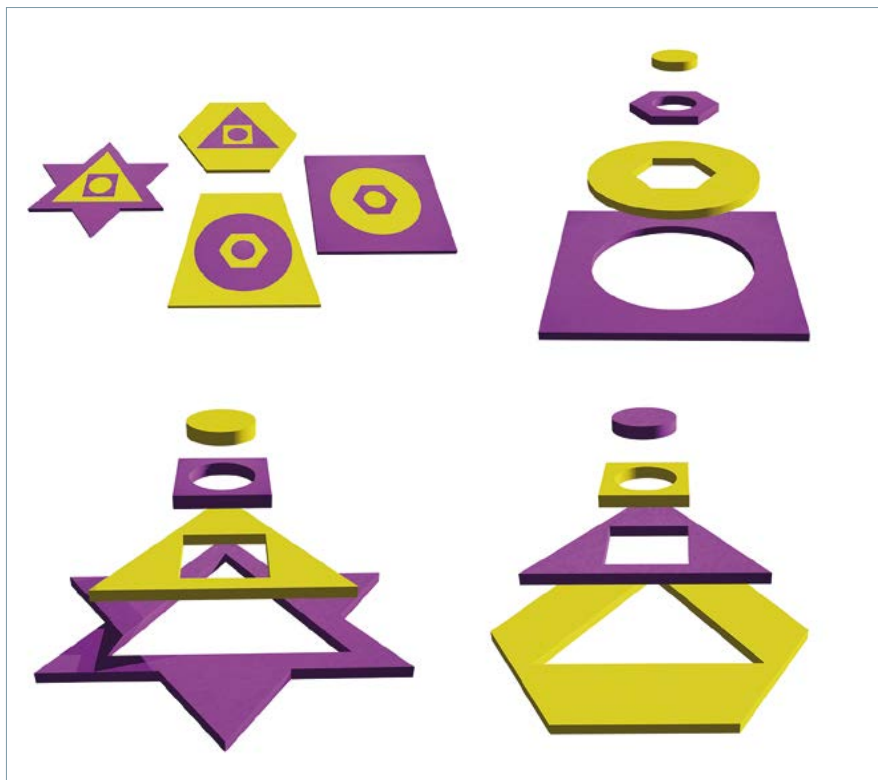


Figura 7. Puzles geométricos.



Figura 8. Juego de construcción.



Figura 9. Espejo flexible.



Figura 10. Manoplas estimulación sensorial.



Figura 11. Alfabeto latino y números.

ñado dos juguetes para su inclusión en el kit.

El primer juguete consiste en un espejo que permita a los niños estimular la vista. Al tratarse de un espejo flexible (figura 9) permite jugar con las perspectivas. Doblando el espejo de forma cóncava y convexa, se verá la imagen del derecho y del revés. Los espejos son buenos potenciadores de la curiosidad y permiten a los niños conocerse más a sí mismos.

El segundo juguete destinado a la estimulación sensorial se compone de dos manoplas (figura 10) con un agarre para introducir los dedos que permiten al niño aplaudir, de forma que el cho-

que de ambas produce ruido.

Este tipo de juguetes permite a los niños estimular el oído, ya que al crear ellos mismos el sonido pueden jugar con la fuerza que aplican para que suene más o menos alto. El agarre es sencillo; simplemente tendrán que introducir los dedos en el interior y cerrar el puño.

Así mismo, estas manoplas permitirán a los niños producir movimiento de aire al moverlas, descubriendo sensaciones parecidas a las que se generan cuando una persona se abanica. Esto estimula el tacto.

Por último, y cerrando el kit de juguetes, se ha incluido un juego que

consta de todas las letras del alfabeto y los números sencillos (figura 11). Con este juguete se pretende fomentar el lenguaje verbal y numérico en los más pequeños. A estas edades tempranas empiezan en los colegios a aprender las letras y los números.

Por este motivo se ha considerado necesario incluir todas las letras y números en el kit de juguetes, para que los niños más desfavorecidos tengan la opción también de conocerlas. La idea principal es que aprendan jugando.

Dependiendo del país de destino se incluirían las letras de un abecedario u otro (griego, ruso, hebreo, árabe, latino, etc.). En el set de juguetes que se ha

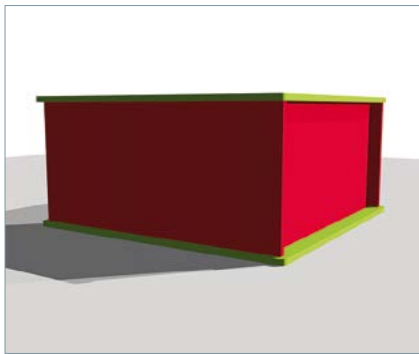


Figura 12. Combinaciones cromáticas.

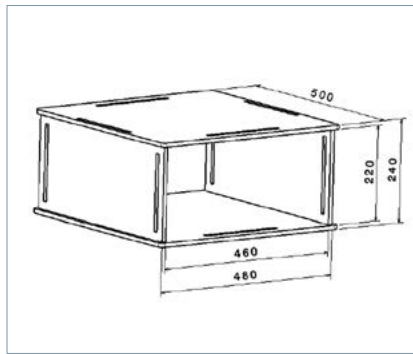


Figura 13. Dimensiones totales del kit.

diseñado como ejemplo se ha incluido el alfabeto latino con 26 letras.

Uno de los objetivos principales a la hora de diseñar el kit de juguetes ha sido conseguir un producto atractivo para los niños, para que lo disfruten y tengan ganas de utilizarlo.

La estética de todos los componentes del paquete sigue la misma línea. Se han utilizado formas geométricas sencillas, planas y del mismo grosor, porque se busca que los niños a los que está destinado se familiaricen con este tipo de formas y aprendan a diferenciarlas. Con esto se quiere conseguir una homogeneidad entre todos los juguetes del kit, y gracias a la geometría que siguen, permiten ser guardados dentro de la caja.

Destaca el diseño modular en este set de juguetes, ya que cada una de las actividades representa un módulo distinto y, a su vez, las piezas que componen cada juguete actúan también como módulos dentro de la actividad. El denominador común es que todos los juguetes se utilizan mediante la unión y combinación de sus distintos módulos.

Respecto a los colores del kit, que se fabriquen con un material que permita distintas tonalidades es uno de los requisitos, con lo cual se podrían seleccionar los colores que se desee.

En el ejemplo que se muestra en este escrito se han seleccionado el amarillo y el morado como colores, ya que se tratan de colores complementarios, vivos y llamativos y su combinación es una de las más utilizadas en productos infantiles.

El amarillo se trata de un color que se relaciona con la juventud, la diversión, el optimismo, la creatividad y la alegría, mientras que el morado es un color que aporta paz y tranquilidad. Tiene relación con los impulsos musi-

cales y artísticos, con la magia y la belleza. Aporta sensibilidad y la capacidad de combatir los miedos.

Aunque se haya presentado el producto con estos colores, se pueden hacer otras combinaciones de colores presentes en el círculo cromático, como se muestra en la figura 12.

A la hora de diseñar el kit, se han tenido en cuenta la ergonomía y las necesidades de los niños que se encuentran en la etapa preescolar a la hora de diseñar el producto (figura 13). Todos los componentes del set son lo suficientemente grandes para que ningún niño pueda metérselos en la boca.

Así mismo, las dimensiones de la caja cuando actúa como pupitre son adecuadas para que cualquier niño entre tres y seis años pueda utilizarla sin problemas, basándose en un estudio ergonómico llevado a cabo en la fase de investigación.

#### Fase ejecutiva

Una vez diseñado y modelado en 3D el kit de juguetes, se han determinado todos los aspectos técnicos necesarios para poder fabricarlo, como el material, la fabricación, el proceso de distribución, reciclado, etc., y se llega así en la fase ejecutiva.

Para seleccionar el material idóneo, se ha utilizado el *software* CES, mediante un sistema de criba, siguiendo los requisitos establecidos en las especificaciones de diseño referentes al material (económico, facilidad de fabricación industrial, ligero, resistente a los impactos, a la tracción, a la compresión, al agua, con una baja conductividad térmica, con una temperatura de servicio entre  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  y que permita distintas tonalidades).

Desde un primer momento, se han valorado únicamente los materiales po-

límeros y espumas. Esto se debe a que como se ha estudiado en la fase analítica, las últimas tendencias en el diseño de juguetes es la utilización de polímeros.

Los metales se descartan por su alta conductividad térmica, su precio y su peso; los cerámicos y vidrios, por su fragilidad; las maderas y materiales compuestos, por su alto precio en fabricación y obtención, y los textiles, por su difícil mantenimiento, así como su elevado coste de fabricación. El cartón, aun siendo económica su fabricación, se descarta por su facilidad de rotura.

Finalmente, tras llevar a cabo un estudio exhaustivo, se ha llegado a la conclusión de que el material idóneo para la fabricación de este kit de juguetes es el etilvinilacetato, comúnmente conocido como caucho EVA.

Este material es el copolímero de etileno y acetato de vinilo. El porcentaje en peso de acetato de vinilo, por lo general, varía del 10% al 40%, y el resto es etileno. El material tiene buena claridad y brillo, propiedades de barrera, resistencia a bajas temperaturas, resistencia al resquebrajamiento por tensión, propiedades de adhesivo termofusible a prueba de agua y resistencia a la radiación UV.

Este material se presenta comúnmente en láminas o planchas de distintos tamaños y grosores. Este es otro de los motivos que hace que encaje perfectamente con el diseño de los productos planteados. El diseño de los juguetes está pensado para que ocupen el menor espacio posible. Por este motivo, son figuras planas.

Se partirá de etilvinilacetato en planchas de grosor determinado. El espesor de los juguetes será de 10 mm, y el de la caja contenedora + pupitre se determina mediante un análisis estructural (figura 14), llevado a cabo con el *software* CATIA. Se optimiza de este modo el material al máximo para así tener el menor desperdicio posible.

Se ha tomado como hipótesis establecer la fuerza generada por 80 kg de peso sobre la superficie del pupitre.

Aunque el producto no está pensado para sentarse sobre él, se ha querido dar un margen considerable al colocar sobre él el peso de una persona adulta de 80 kg. Si el conjunto soporta satisfactoriamente este peso, cualquier niño que se suba encima generará un impacto aún menor.

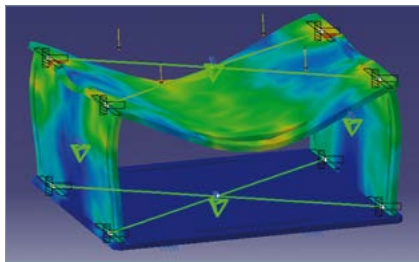


Figura 14. Análisis estructural del conjunto.

Se llega a la conclusión de que todas las planchas sean de 10 mm de grosor, ya que tanto el desplazamiento como la tensión de Von Mises dan resultados satisfactorios en el cálculo estructural.

Para obtener las planchas de etilvinilacetato, en primer lugar se lleva a cabo la polimerización del material y, a continuación, mediante moldeo por compresión (figura 15) se fabrican las planchas que posteriormente se utilizarán para crear los juguetes del kit.

Posteriormente, se analizaron tres posibles métodos de corte para obtener las piezas que componen cada uno de los juguetes. Estos procesos fueron el troquelado, el corte láser y el corte por chorro de agua (figura 16). Este último fue el seleccionado. Esta elección se debió principalmente a criterios económicos, ya que al tratarse de un proyecto social, se pretendía abaratar los máximos costes posibles. Así mismo, el corte por chorro de agua es un proceso revolucionario que hoy en día es de máxima utilidad y comienza a ser un recurso habitual a la hora de mecanizar piezas. Se trata de un proceso muy preciso que no modifica la estructura del material y no genera emisiones contaminantes durante el proceso de corte.

Sabiendo que el peso total del set de juguetes es de únicamente 2,357 kg, se ha realizado la optimización (figura 17) de tal manera que el desperdicio de material sea el mínima posible.

Para la fabricación del kit de juguetes completo se necesitan dos planchas de 1.000 x 1.000 x 10 mm (obtención de los juguetes) y otras dos de 1.000 x 500 x 10 (obtención de caja contenedora + pupitre).

Se ha creado un archivo .dxf que se introduciría en la máquina de corte por chorro de agua y, de esta manera, se obtendrían todas las piezas del conjunto.

El kit no requiere un embalaje especial, al actuar la propia caja como protector del resto de actividades. Aun

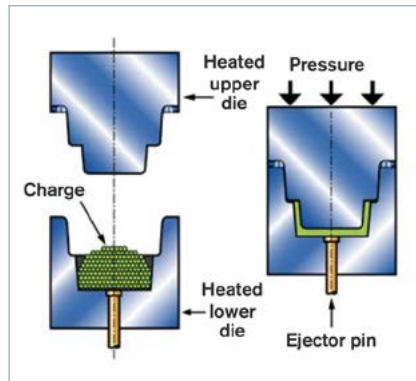


Figura 15. Moldeo por compresión.

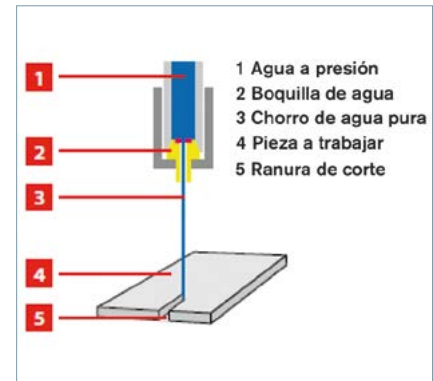


Figura 16. Corte por chorro de agua.

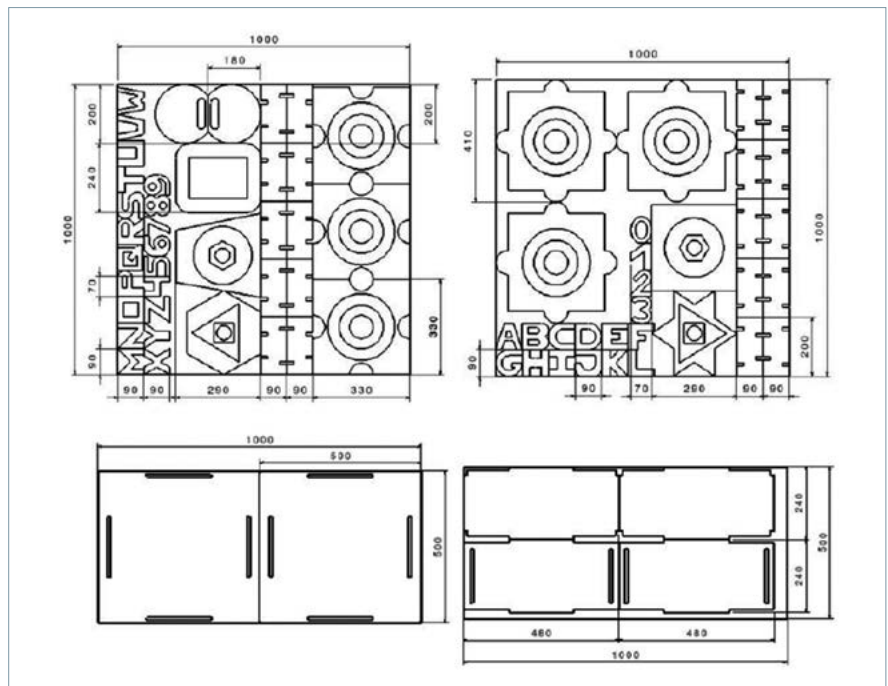


Figura 17. Optimización del material.

así, se embalaría con polietileno de baja densidad, que ayudará a la caja contenedora a mantenerse en condiciones óptimas durante el transporte.

La distribución de los kits se plantea mediante transporte terrestre y marítimo, ya que existen numerosos puertos marítimos alrededor del mundo y su relación cantidad/precio es la más adecuada. Se pueden enviar alrededor de 1.320 kits por contenedor de carga estándar.

Las normativas aplicables al diseño y fabricación de juguetes requieren unas instrucciones de uso que acompañen a cada producto. En este caso, no se ha querido incluir explicaciones escritas, ya que probablemente muchos de los adultos que rodeen a los niños que lo vayan a utilizar no sepan leer. Así mis-

mo, al estar pensado para un posible uso en todo el mundo, no existe un idioma común que todos puedan entender.

Por estos motivos, se ha decidido llevar a cabo unas instrucciones de uso gráficas (figura 18) que ayuden a la utilización de los juguetes. Aun así, el set completo está diseñado de forma que su uso sea intuitivo y no requiera de explicación adicional.

Se ha incluido también el final de la vida útil del producto. Se puede reciclar por completo mediante un sistema de reciclado mecánico en el que se separa el material, se tritura y, finalmente, se introduce en una extrusionadora para generar nueva materia prima.

Una vez establecidas todas las especificaciones técnicas que definen el kit, se ha estudiado la viabilidad económica.

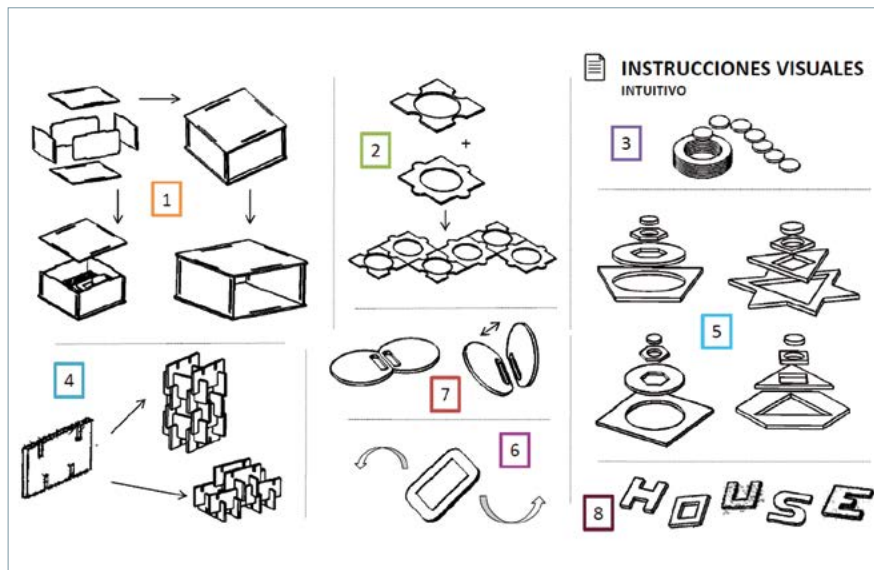


Figura 18. Instrucciones de uso gráficas.

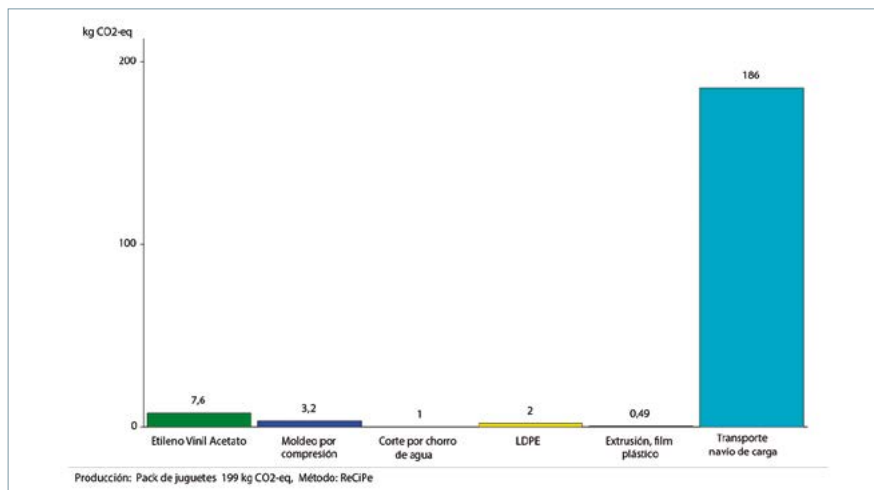


Figura 19. ACV del kit de juguetes.

Para ello se han analizado los costes de materia prima, fabricación y embalaje, y resulta un coste total aproximado de 11,0076 euros por kit.

Así mismo, se han estudiado cuatro hipótesis de transporte a puntos estratégicos en los distintos continentes (Nigeria, Haití, India y Papúa Nueva Guinea). Se ha calculado el coste de enviar marítimamente un contenedor estándar de carga con 1.320 kits. En el caso más desfavorable (Oceanía) se genera un coste de 0,86 euros por cada set. Se concluye que el coste total (sin beneficios, ya que se trata de un proyecto social) desde que se compra la materia prima hasta que el kit llega a un niño desfavorecido es como máximo de 11,87 euros.

Aunque los datos económicos son

estimaciones, lo que sí queda reflejado es que la fabricación de este set de juguetes ha logrado los objetivos iniciales en materia económica, ya que si una persona desea comprar un conjunto de juguetes que estimulen al niño de forma similar a los que se encuentran en el set, tendría que gastarse aproximadamente 100 euros. Sin embargo, el precio del kit es un 88,13% más económico, lo que lo hace asequible y adecuado para regiones desfavorecidas, donde los padres no pueden invertir ese dinero en comprar juguetes a sus hijos.

Por último, se ha querido tener en cuenta el impacto medioambiental que generaría la existencia de este kit de juguetes. Para ello, se ha llevado a cabo el análisis de ciclo de vida (figura 19) del set (ACV) mediante el *software*

ECO-IT. Se trata de una herramienta regulada según la norma UNE 14040 que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia (extracción, producción, distribución, uso y desecho).

El punto más contaminante en la vida del kit es el transporte con notable diferencia, pero a día de hoy es muy complicado reducir esas emisiones mientras la única opción de enviar productos alrededor del mundo de forma económica sean los barcos cargueros. La contaminación del resto de etapas es muy inferior. Tanto los materiales como los procesos de fabricación seleccionados para la fabricación y el embalaje del kit son bastante amigables con el medio ambiente.

### Conclusiones

Como conclusión final, se quiere destacar que se pretendía diseñar un conjunto de juguetes económico, seguro, ligero, higiénico y variado que estimulase al niño en sus distintas capacidades. Se ha logrado este objetivo y el kit diseñado engloba todo lo necesario para que un niño que se encuentre en la etapa preescolar (3-6 años) pueda desarrollarse tanto física como mentalmente y pueda disfrutar de todos los beneficios que aporta el juego.

Se ha trabajado para desarrollar una idea que pudiera mejorar en la medida de lo posible la infancia de los niños más vulnerables, aportando los conocimientos adquiridos durante la formación de ingeniería.

### Nota

Para este trabajo se han utilizado los siguientes programas informáticos: CATIA V5, 3ds Max, Key Shot, CES Edupack, ECO IT, Photoshop e Illustrator.

### Bibliografía

- Leiva Chacón, Jorge Luis (2007). *Caracterización y reciclado por extrusión del EVA de desecho etilvinilacetato*.
- López Carrasquero, Francisco (2004). *Fundamentos de los polímeros*.
- Morales, Daniel Alberto (2006). *Estudio de propiedades térmicas y mecánicas en espumas de mezclas poliméricas entre copolímero de etileno-acetato de vinilo (EAV)*.
- Pérez Cordero, Cristina (2012). *La importancia del juego y los juguetes para el desarrollo integral de los niños de educación infantil*. Revista Autodidacta, num. 9. Disponible en: [http://www.anpebadajoz.es/autodidacta/autodidacta\\_archivos/numero\\_9\\_archivos/c\\_p\\_cordero.pdf](http://www.anpebadajoz.es/autodidacta/autodidacta_archivos/numero_9_archivos/c_p_cordero.pdf)
- Psicología y contextos educativos. Magisterio UAM.
- Urbano Reyes, Gema (2010). *Principales características de los niños y niñas de educación infantil*.



## La mayoría de ingenieros de la rama industrial valora positivamente la situación de la industria española

El I Barómetro Industrial elaborado por el Cogiti, en colaboración con los Colegios y la Fundación Caja de Ingenieros, muestra la percepción positiva de la industrial nacional por parte de más de la mitad de los ingenieros, según la encuesta realizada a una muestra representativa de colegiados de toda España sobre la práctica totalidad de los ámbitos productivos.

Conocer la percepción de los ingenieros sobre el sector industrial es el principal objetivo del I Barómetro Industrial, elaborado por el Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti), en colaboración con los 50 colegios distribuidos por todo el territorio español, así como con la Fundación Caja de Ingenieros.

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, presentó el 27 de septiembre las conclusiones del I Barómetro Industrial, que aporta la visión de los ingenieros sobre la situación en la que se encuentran las empresas del ámbito industrial, así como de los profesionales que trabajan en ellas, y las perspectivas que muestran ante la evolución de la economía, en general, y del sector industrial, en particular. También opinan sobre las actuaciones llevadas a cabo por las Administraciones estatal, autonómicas y europea, y realizan una valoración sobre las medidas que se podrían adoptar para mejorar el sector industrial, entre otras cuestiones. En este sentido, los encuestados piensan mayoritariamente que las medidas que está aplicando la Administración no son acertadas.

Con 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. Se trata de un estudio sociológico completamente independiente, en el que a través de las respuestas ofrecidas por casi 3.500 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 y se compara al mismo tiempo con la apreciación que estos profesionales tienen del contexto regional y, en algunos casos, provincial y europeo.

Las respuestas de los encuestados corresponden tanto a trabajadores por cuenta ajena como por cuenta propia (empresarios y autónomos) y funcionarios. También está reflejada la valoración de aquellos que están desempleados.

### Situación económica actual

En líneas generales, casi la mitad de los trabajadores por cuenta ajena describen su situación económica actual como buena, y la valoración se torna todavía más positiva cuando se refieren a las perspectivas de evolución, en las que cerca del 70% hacen una buena valoración: el 36,11% piensa que son aceptables y el 33,43% las califica incluso de buenas y muy buenas. En el caso de los trabajadores por cuenta propia (empresario o

autónomo), la opinión sobre la situación económica de su empresa es claramente positiva, ya que así lo opina el 75,28% de los encuestados. En cuanto a la evolución económica de la misma en los próximos años, el 88% considera que será buena. Sin embargo, preguntados por la previsión de contratación de personal en su empresa en los próximos meses, la percepción de los empresarios o autónomos es notablemente negativa, ya que el 62,26% no valora esa posibilidad, frente al 37,73% que sí se lo ha planteado.

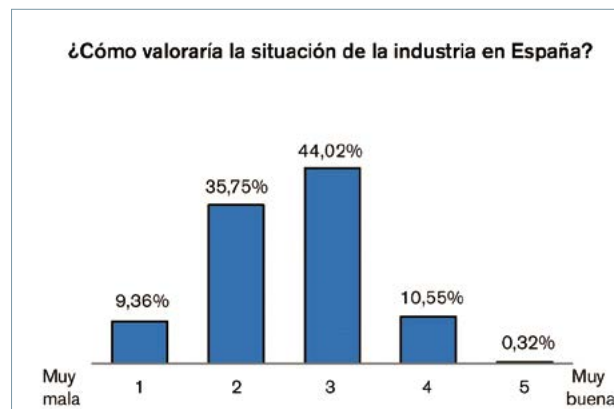
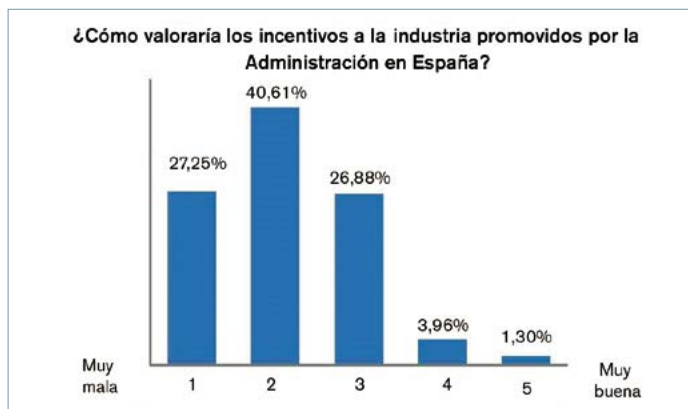
### Situación del sector industrial

Por otra parte, la tendencia también es positiva en su percepción de la situación actual de la industria en el ámbito nacional. Así lo consideran, al menos, el 54,89% de los encuestados (trabajadores por cuenta ajena y por cuenta propia). Sin embargo, su opinión es bastante más negativa cuando la valoración se refiere a la situación actual de la industria en sus respectivas regiones, pues el 61,18% la califican como mala o muy mala. Por su parte, la perspectiva de los encuestados respecto a la evolución de la situación del sector industrial en Europa cambia por completo, ya que la opinión generalizada es positiva, con el 68,10% de respuestas en este sentido.

En cuanto a la evolución del sector



José Antonio Galdón Ruiz, junto a Mónica Ramírez, presenta el I Barómetro Industrial 2017.



industrial en los próximos meses en España, las opiniones están divididas: mientras que el 48,59% considera que será favorable, el 51,41% opina que será más bien negativa.

Otro bloque de preguntas hacía referencia a la situación de la economía, en general, y a su evolución, así como a las actuaciones llevadas a cabo por la Administración nacional, regional y europea en esta materia. En este sentido, más de la mitad de los encuestados, el 58,24%, califica de mala o muy mala la situación actual de la economía nacional, frente al 34,7% que la valora como aceptable, y el 6,85% como buena. Sin embargo, los encuestados prevén que la situación de la economía mejore notablemente en los próximos tres años; así lo consideran el 66,39% de los encuestados, y de ellos casi el 25% opina incluso que será buena o muy buena.

En cuanto a los ingenieros desempleados, y respecto a la posibilidad de encontrar trabajo a corto plazo, cabe destacar que las respuestas son más bien negativas, puesto que el 52,28% considera que sus perspectivas en este sentido son malas, frente al 30% que piensa que son aceptables y el 17,68% que las ven con optimismo. Por su parte, a la hora de analizar cómo favorece su colegio profesional la búsqueda de empleo, se puede apreciar que en líneas generales los resultados son positivos: el 74,75% considera que las actuaciones que están llevando a cabo son buenas.

Estos datos contrastan con la valoración sobre las actuaciones de la Administración para favorecer la búsqueda de empleo y la contratación. Más del 75% de los encuestados consideran que dichas actuaciones no están dando los resultados esperados.

### Descontento con la Administración

En cuanto a las actuaciones llevadas a cabo por la Administración de sus respectivas regiones para impulsar la economía, los ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería de la rama industrial lo tienen claro: el 79% de los encuestados considera que son insuficientes o inapropiadas. Este mismo dato es extrapolable para el ámbito nacional, ya que el 67% opina que no se están realizando las actuaciones necesarias. No obstante, aumenta el porcentaje de ingenieros que piensan que sí se están haciendo: el 21% (en el conjunto nacional) frente al 13% (ámbito regional). Además, consideran que la austeridad en la inversión pública está frenando el desarrollo económico. El 80% de los encuestados así lo afirman.

En relación con la situación del sector industrial, existe un descontento generalizado tanto con la Administración regional como con la nacional sobre los incentivos promovidos para desarrollar y fomentar dicho sector. El 74% de los ingenieros los califican de malos o muy malos en el caso de la Administración de su región, y este porcentaje desciende al 68% en el caso de la Administración del Estado. Tan solo el 27% opina que las medidas adoptadas se encuentran en un nivel aceptable. Este último porcentaje aumenta hasta el 40,84% cuando valoran los incentivos a la industria promovidos por la Administración europea, y son el 17,54% de los encuestados los que opinan que estos incentivos son buenos o muy buenos.

### Medidas para mejorar el sector

En la encuesta se les solicitaba también que realizaran una valoración de mayor a menor sobre la importancia de las medidas que adoptar para mejorar el sector industrial. A este respecto, los ingenieros

consideran que la primera medida pasaría por lograr una mayor estabilidad y bajada de los costes energéticos, seguido de incentivar las ayudas a la inversión en innovación y desarrollo y al emprendimiento industrial. En cuarto lugar se encuentra la acción de favorecer la incorporación de ingenieros a las pymes industriales y, por último, consideran que también sería necesario llevar a cabo reformas en el mercado laboral.

Por otra parte, a los encuestados se les preguntó si conocían el modelo de Industria 4.0, a lo que un significativo 59% respondió que no, lo que indica de forma sorprendente que este no es conocido por la mayoría de los ingenieros. No obstante, el 28% considera que este modelo propiciará el crecimiento del sector industrial y el 29% ve factible su implantación en las pymes industriales. En definitiva, los ingenieros confían en que estos dos factores ayudarán a impulsar el sector industrial. Otra medida que sin duda ayudaría a lograr un mayor crecimiento y desarrollo es la incorporación de los ingenieros a las pymes industriales, como aseguran el 93% de los encuestados.

### Colaboradores del I Barómetro

Para llevar a cabo el I Barómetro Industrial, se ha contado con la colaboración de 50 colegios distribuidos por todo el territorio español y de la Fundación Caja de Ingenieros. Esta última institución tiene el objetivo de contribuir al desarrollo de diferentes colectivos mediante el fomento de la formación y la reinserción laboral y otorgar becas y premios, entre otros. Para la Fundación Caja de Ingenieros la apuesta por este I Barómetro Industrial se enmarca en la necesidad de dar visibilidad al colectivo de ingenieros, así como de conocer su visión del sector.

# Reunión del Foro Profesional de la Ingeniería en el marco del congreso de Innovación Educativa

El Foro Profesional de la Ingeniería de la rama industrial, formado por Cogiti, AERRAAITI y la Conferencia de Directores de Escuela de Ingenierías del ámbito industrial, reunido el pasado 5 de septiembre con motivo de la 25ª edición del CUIEET, acordó la realización de un estudio sobre la situación actual de las vocaciones en ingeniería.

Con motivo de la 25ª edición del Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET), celebrada el pasado 5 de septiembre en la Escuela de Ingenierías Industriales de Badajoz, tuvo lugar una nueva reunión del Foro Profesional de la Ingeniería de la rama industrial, formado por la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías del Ámbito Industrial (AERRAAITI), la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingenierías del Ámbito Industrial y el Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama Industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti).

Como es habitual, a la reunión asistieron los presidentes del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz; de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingenierías del Ámbito Industrial, Juan José Domínguez Jiménez, y de la AERRAAITI, Francisco Javier de Lara, que en esta ocasión estuvieron acompañados por el decano del Colegio de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de Cáceres (Copiticc), Fernando Doncel, y la decana del Colegio de Badajoz (Copitiba), Vicenta Gómez, así como por el director de la Escuela de Ingenierías Industriales de Badajoz, José Luis Canito.

## Comunidad de ingenieros 4.0

En la reunión, se trataron temas de interés, como el próximo lanzamiento del portal Comunidad de ingenieros 4.0, una iniciativa conjunta del Cogiti y la AERRAAITI que tiene como objetivo ayudar a los estudiantes en su proceso académico y, una vez acabado, servir de vínculo con el mundo laboral y profesional.

En este portal, los estudiantes encontrarán una gran variedad de contenidos y servicios de interés para los alumnos, tanto de bachillerato como de universidad, donde encontrarán todo lo referente a la profesión de ingeniero técnico industrial. Además, dispondrán de amplia información relativa a las titulaciones correspondientes a los grados en ingeniería de la rama industrial, que les



Reunión del Foro Profesional de la Ingeniería de la rama industrial, el pasado 5 de septiembre en Badajoz.

ayudará a realizar su elección conociendo todos los factores, especialmente en lo referente a los denominados "grados blancos" sin atribuciones profesionales.

## Vocaciones tecnológicas

La preocupante falta de vocaciones en las ingenierías fue otro de los temas abordados en la reunión del Foro Profesional, y que ya habían tratado con anterioridad. En la actualidad, se da la paradoja de que mientras que la demanda de ingenieros en el mercado laboral va en aumento, el número de alumnos en las escuelas técnicas decrece cada año. Por tanto, existe un déficit de ingenieros, agravado por el fuerte descenso de vocaciones tecnológicas para hacer frente a dicha carencia, que puede afectar seriamente al desarrollo productivo de nuestro país. El Foro Profesional acordó la realización de un estudio sobre la situación actual de las vocaciones en ingeniería. Las conclusiones que se extraigan de dicho estudio contribuirán a entender mejor el panorama actual, y al mismo tiempo poder encauzar las actuaciones que podrían llevarse a cabo para mejorar esta situación de escasez de perfiles técnicos.

El Foro Profesional subrayó la necesidad de que el problema se aborde de manera coordinada desde todas las partes implicadas, como centros de enseñanzas medias, universidades, empresas y Administraciones, para evitar esta caída

de vocaciones técnicas. Más aún cuando las previsiones futuras indican que los empleos técnicos pueden duplicarse en los próximos años, y todo apunta a que se necesitarán muchos más ingenieros de los que se gradúan cada año.

## Desigualdad en los precios de los créditos universitarios

Por otra parte, la AERRAAITI manifestó la preocupación de los estudiantes de ingeniería por la brecha de desigualdad existente en lo que respecta al crédito de primera matriculación, y de cuarta matriculación y sucesivas, así como la diferencia de precios del mismo crédito en función de las comunidades autónomas, y entre los grados de diversa experimentalidad.

Después de que el Ministerio de Educación publicara los datos y las cifras del sistema universitario español para el periodo 2015/2016, y la AERRAAITI realizara un minucioso estudio de los mismos, las conclusiones a las que han llegado "son más que alarmantes". El estudio pone de manifiesto que unas diferencias económicas de tal magnitud, una primera matrícula en Madrid o Barcelona cuesta casi tres veces más que una tercera matrícula en Galicia, no hacen sino "mercantilizar una educación que cada vez se centra menos en la calidad de la docencia".

Más información en [cogiti.es](http://cogiti.es).

# Informe favorable de Defensa de la Competencia de Andalucía para la evaluación de edificios

La Agencia de Defensa de la Competencia de Andalucía ha remitido a la Gerencia de Urbanismo de Sevilla un informe favorable sobre la realización de informes de evaluación de edificios por los graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales, para que se admitan los informes sobre edificios residenciales de los citados profesionales.

Este informe viene a dar la razón, una vez más, a las tesis defendidas por el Cogiti y los colegios en lo que respecta a la realización de informes de evaluación de edificios (IEE) por parte de graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales. De este modo, la Agencia de Defensa de la Competencia de Andalucía (ADCA) da respuesta a un escrito de la Asociación para el Desarrollo y la Promoción de la Ingeniería (ADEPI) en el que se le informaba del oficio que había presentado ante la Dirección de Competencia de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) sobre una consulta referida a la tramitación de expedientes de Inspección Técnica de Edificios residenciales por la Gerencia de Urbanismo de Sevilla, en cuanto a la delimitación de la competencia técnica para la redacción y firma de los IEE. En dicho escrito se informaba, asimismo, de la Sentencia

2765/2016 del Tribunal Supremo sobre dicha cuestión, en la que se define claramente quiénes son los técnicos competentes para la realización de los IEE, entre los que se encuentran los graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales.

El informe de la ADCA viene a sumarse a otros informes de la CNMC, en los que ha mantenido la misma línea argumental, autorizando la redacción de informes de evaluación de edificios a los ingenieros técnicos industriales, frente a las tesis de las diferentes Administraciones públicas y del propio Ministerio de Fomento; y reflejando de este modo las reivindicaciones que se llevan realizando por el Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti) y otras ingenierías desde la promulgación de la Ley 8/2013, dado que la desafortunada interpreta-

ción de la misma por parte de algunas Administraciones ha estado generando una gran problemática para los profesionales de la ingeniería, que de forma sistemática veían frustradas sus posibilidades de realizar los citados trabajos.

A modo de conclusión, la ADCA indica: "La exigencia de una titulación concreta (arquitectos y arquitectos técnicos) para elaborar los IEE constituye una restricción de acceso a la actividad económica con relación al artículo 5 de la Ley 20/2013, de 9 de diciembre, de Garantía de la Unidad de Mercado, y en el sentido en el que se aplica la normativa en defensa de la competencia". Además, recuerda la doctrina del TS según la cual la determinación de técnico competente ha de efectuarse teniendo en cuenta el proyecto concreto de que se trate y el grado de conocimientos correspondiente a cada profesión.

Más información en [cogiti.es](http://cogiti.es).

## Convenio de colaboración entre Cogiti y CITOPIC

El Cogiti y el Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles (CITOPIC) han firmado un convenio de colaboración para ofrecer a los profesionales la mejor y más amplia oferta formativa a través de sus respectivas plataformas.



José Antonio Galdón Ruiz y Carlos Dueñas Abellán firman el convenio de colaboración en materia de formación.

Gracias al acuerdo firmado, ambas instituciones establecen una interrelación para proporcionar, de forma directa o través de sus plataformas, toda la información actualizada sobre sus respectivos cursos de formación. De este modo, difundirán

entre sus colectivos la oferta formativa de ambas plataformas y contribuirán a la aportación de todos los interesados de su organización que deseen realizar cualquiera de los cursos activos ofertados. El convenio fue suscrito por los presidentes

del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, y del CITOPIC, Carlos Dueñas Abellán, el 20 de septiembre, en la sede del Cogiti.

Los precios de los cursos organizados por una u otra parte estarán expuestos en sus respectivas plataformas o páginas web, que pueden variar en función del perfil del alumno. Ambas instituciones se comprometen a poner a disposición de la otra parte la realización de los cursos en las mismas condiciones preferentes para sus colegiados.

En el marco de este convenio, CITOPIC y Cogiti se comprometen, además, a colaborar mutuamente en la promoción de la ingeniería, organizando y/o coordinando acciones conjuntas entre ambas instituciones y manteniendo permanente contacto e información entre las mismas.

Más información en [cogiti.es](http://cogiti.es)

# El SEPE renueva el convenio con el Cogiti para difundir las ofertas de Proempleoingenieros.es

El convenio firmado entre el Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE) y el Cogiti tiene por objeto establecer el marco de colaboración entre ambas partes con relación a las ofertas de empleo por cuenta ajena, es decir, las ofertas dadas de alta por empresas que demandan ingenieros en el portal Proempleoingenieros.es.

El objetivo es publicar y difundir dichas ofertas en el portal de Empleo y Autoempleo Empléate en los términos establecidos en el citado convenio. De esta manera, se amplían las posibilidades de empleabilidad de los ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería de la rama industrial, ya que el portal Empléate posibilita la ubicación de ofertas de empleo. Además, se favorece el contacto entre empresarios y ciudadanos que ofertan y demandan puestos de trabajo, de forma libre y gratuita sin intermediar en su gestión, facilitando la búsqueda de empleo a través de un único espacio web de toda la oferta de los portales de los servicios públicos de empleo, así como la oferta ubicada en otros portales de intermediación laboral públi-

cos y privados adheridos a esta iniciativa, como el Cogiti. Todas las ofertas publicadas en Empléate estarán enlazadas con Proempleoingenieros.es, al ser el portal de origen de dichas ofertas.

Proempleoingenieros.es es la primera plataforma integral de servicios para el empleo dedicada a ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería de la rama industrial en España. Es una plataforma de servicios relacionados con la gestión on line de ofertas de empleo, orientación profesional y gestión de carrera, adaptados a las necesidades particulares de cada usuario. La plataforma, gestionada desde el Cogiti, es de carácter gratuito tanto para empresas como para ingenieros, y aglutina servicios para la búsqueda del empleo y/o la evolución en

la carrera profesional, como Pilot Primer Empleo, Mentoring, becas ING, *coaching* profesional, Acreditación DPC Ingenieros, Movemos tu currículum y cursos de formación. El portal también cuenta con la mayor bolsa de empleo del sector dedicada a los citados profesionales. Las personas interesadas, tanto empresas como candidatos, pueden darse de alta de forma gratuita en Proempleoingenieros.es.

A lo largo de sus casi tres años de andadura, la plataforma ha publicado más de 10.000 ofertas de trabajo, y en la actualidad cuenta con más de 12.500 usuarios activos, así como con unas 950 empresas registradas. Además, cabe destacar que el 27% de las empresas usuarias del portal han seleccionado a candidatos registrados en el mismo.

# El Cogiti, presente en la 25ª edición del CUIEET

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, volvió a participar un año más en la nueva edición del Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET), que en esta ocasión se celebró del 5 al 8 de septiembre en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura (UEX), en el campus de Badajoz.

La Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura ha sido este año la organizadora de la 25ª edición del Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (25 CUIEET). Este Congreso, que cumple en esta edición sus bodas de plata, está impulsado por la Conferencia de Directores de Escuelas Técnicas. En esta ocasión, la conferencia del presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, versó sobre el tema central de acreditación profesional y colegiación en el nuevo contexto de las enseñanzas técnicas".

El CUIEET fue creado como foro para mejorar la formación en las ingenierías de la rama industrial, y de este modo facilitar la posterior incorporación al mercado laboral de sus egresados. De este modo, el congreso se plantea como un punto de reflexión y puesta en común de propuestas y experiencias dirigidas a la innovación docente. Desde su creación,

ha ido adaptándose al contexto del último cuarto de siglo, buscando ampliar los actores que participaban y a los que iba dirigido, al mismo tiempo que perseguía entre sus objetivos mejorar la contribución de este tipo de enseñanzas al desarrollo económico, profesional y social.

Una de las características de este

congreso es la implicación de todos los agentes involucrados en el desarrollo del aprendizaje: profesorado, estudiantes y personal de administración y servicios, abriéndose la puerta también al mundo preuniversitario. Todo ello sin olvidar el papel fundamental de las empresas y colegios profesionales.



José Antonio Galdón Ruiz, presidente del Cogiti, pronuncia su conferencia en el 25 CUIEET.

## Galdón se reúne con el secretario de Estado de Educación para abordar la actualidad profesional

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, se ha reunido con el secretario de Estado de Educación, Marcial Marín, para abordar las cuestiones de actualidad, en particular las implicaciones del RD 581/2017 de transposición de la directiva de reconocimiento de cualificaciones y las actuaciones sobre los procedimientos relativos al desarrollo profesional continuo.

José Antonio Galdón hizo entrega, asimismo, del manifiesto de apoyo a la tecnología, que fue firmado el pasado 16 de junio por la Plataforma Estatal de Asociaciones del Profesorado de Tecnología (PEAPT), el Cogiti y la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial (Cogiti-UAITIE), la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingenierías del ámbito industrial (CDITI) y la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de ámbito industrial (AERRAITI), sobre el que el secretario de Estado se mostró muy favorable, por cuanto también entiende que la tecnología es una materia fundamental para favorecer las vocaciones en ingeniería que tanto necesita la sociedad.

En esta línea, asumió el compromiso del Ministerio de colaborar en los premios de Fomento de Innovación Tecnológica



Reunión entre José Antonio Galdón y Marcial Marín el 25 de julio en la sede del Ministerio de Educación.

que promueve la UAITIE, dirigidos a estudiantes de la educación secundaria obligatoria (ESO) y bachillerato, y que este año han celebrado su segunda edición. Se trata del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica, que tiene como objetivo fomentar las vocaciones y el interés de los alumnos preuniversitarios por los estudios de in-

genierías de la rama industrial, mediante la práctica de actividades de iniciación a la investigación tecnológica, así como la potenciación de las asignaturas de tecnología y la concienciación de la sociedad sobre el papel de los ingenieros en los procesos de investigación e innovación de la tecnología y la industria.

Más información en cogiti.es.

## Ciudadanos también apuesta por la obligatoriedad de la asignatura de Tecnología

El Cogiti-UAITIE y la Plataforma Estatal de Asociaciones del Profesorado de Tecnología (PEAPT) han vuelto a reunirse con representantes políticos para trasladarles su preocupación por las diferentes disposiciones y regulaciones que están reduciendo de forma sistemática tanto las horas de formación como el peso específico de las asignaturas tecnológicas en la ESO y el bachillerato. En esta ocasión, la reunión tuvo lugar el pasado 20 de julio en el Parlamento de Islas Baleares, donde los diputados por Ciudadanos Olga Ballester y Xavier Pericay (responsable del área de Educación de Ciudadanos) mostraron su preocupación por la situación actual de la asignatura de Tecnología.

En la reunión se analizaron otros parámetros, como la formación del profesorado y la necesidad de actuar, desa-



De izquierda a derecha: Olga Ballester, Diana Carretero, Xavier Pericay, Ester Micó y Carles Palmer, en el Parlament Balear.

rollando competencias tecnológicas a edades tempranas. Asimismo, los representantes de PEAPT y Cogiti-UAITIE comentaron la reciente convocatoria de las pruebas de acceso a la Universidad (PAU), en las que la asignatura de Tecnología ha quedado en la sombra.

Xavier Pericay, en calidad de porta-

voz en lo que refiere al marco nacional en materia educativa de la Subcomisión de Educación del Congreso, indicó: "Ciudadanos se compromete a interceder por la Tecnología como materia troncal en la ESO, y de oferta obligada en la modalidad de bachillerato de ciencias".

Más información en cogiti.es.

# La 61ª Feria Internacional de Muestras de Asturias volvió a acoger el principal foro de la profesión

Gijón se convirtió, un año más, en la ciudad anfitriona del principal foro de la ingeniería técnica industrial, al acoger el tradicional Encuentro con los Ingenieros Técnicos Industriales, que el Colegio del Principado de Asturias organiza cada año en el marco de la FIDMA, con el fin de potenciar y prestigiar la figura de estos profesionales en la sociedad.



Los Encuentros con los Ingenieros Técnicos Industriales volvieron a reunir a decanos y representantes de los Colegios de toda España.

Este año, los encuentros se desarrollaron del 10 al 12 de agosto, y contaron como es habitual con los decanos y representantes de los colegios de ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería de la rama industrial procedentes de toda España, así como con el presidente y miembros de la junta ejecutiva del Cogiti, bajo el lema *Para que Asturias tenga el futuro siempre presente*, y de este modo contribuir de manera decisiva a su desarrollo tecnológico, industrial, económico, laboral y social.

La primera jornada, que se centró en el tema de *Transición energética. Visión estratégica y soluciones energéticas*, comenzó con las palabras de bienvenida y agradecimiento del decano del Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales del Principado de Asturias (COGITIPA), Enrique Pérez, que dio paso al vicepresidente de la Cámara de Comercio, Industria y Navegación de Gijón, Pedro López Ferrer, y a Isaac Pola, consejero de Empleo, Industria y Turismo del Gobierno del Principado de Asturias.

Durante su intervención, Enrique Pérez Rodríguez quiso recordar aquellos tiempos en que 40 pequeñas empresas constituyeron el Pabellón de la Ingeniería Técnica Industrial, lo que supuso

todo un revulsivo para la potenciación también de la Feria Internacional de Muestras de Asturias. “Todo un proceso que ha supuesto que actualmente nos encontremos en Asturias con unas cifras muy positivas que confirman que ya estamos en el buen camino para la recuperación económica, no solo en Asturias, sino en toda España”, señaló.

Pedro López, por su parte, resaltó el compromiso del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales con la Feria Internacional de Muestras de Asturias hasta el punto de ser una referencia indispensable en el calendario ferial, “dado el interés y la importancia que estas jornadas aportan a la FIDMA, tanto por los interesantes temas, como por los prestigiosos ponentes”.

## Buenas expectativas

Isaac Pola, un veterano de los tradicionales encuentros, confirmó las buenas expectativas existentes, con indicadores positivos en el incremento del PIB, la actividad económica, el descenso del desempleo y el liderazgo a nivel nacional, tanto en el área industrial como en el turístico. “La transición energética configura un ámbito de actuación con multitud de retos y oportunidades que servirán para mejorar la competitividad, tanto de aquellos agentes que encuentren solu-

ciones al respecto, como aquellos que las pongan en práctica de forma temprana. Además, señaló: “La transición ha de llevarse a cabo con sensatez hacia las energías eólica y marina, desde nuestro gran barco para estas actividades, en el entorno del marco europeo, adaptándose a los perfiles de cada uno de los territorios manteniendo siempre el equilibrio entre los tres pilares: sostenibilidad medioambiental, con garantía y calidad del suministro y competitiva económicamente”.

A continuación intervino el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, que destacó la capacidad de convocatoria del COGITIPA durante todos estos años, y su acierto al plantear temas de gran actualidad y estratégicos para el desarrollo industrial de este país. Galdón afirmó que los ingenieros técnicos industriales estaban preparados para afrontar con rigor todo el proceso de transición energética, a fin de lograr una energía económica y barata, “ya que si no es así no se podrá lograr la competitividad con otros países de la Unión Europea”.

También señaló la importancia de que todos sean conscientes de la necesidad de lograr el autoabastecimiento energético, ya que todavía dependemos de las importaciones, por lo que hay

que mentalizar a la sociedad y a las empresas sobre la necesidad de modificar nuestros hábitos de consumo. José Antonio Galdón hizo especial hincapié en la necesidad de comprender que no se puede hacer política con la energía, dado que todo lo contrario entorpecería el imparable proceso de la transición energética.

Todo ello venía a colación de la primera conferencia temática de los Encuentros, titulada *Transición energética. Visión estratégica y soluciones energéticas*, que contó con las ponencias de Eloy Álvarez Pelegry, director de Cátedra de Energía (Orkestra, Universidad de Oviedo); Jesús Fernández López, director de Inovgrid (EDP), y Rafael del Río Huertas, director de Regulación de Iberdrola España. Para finalizar, el director general de Industria y Telecomunicaciones del Principado de Asturias, Manuel Monterrey Meana, fue el encargado de clausurar la jornada.

Durante el viernes, 11 de agosto, tuvo lugar la tradicional recepción en el Ayuntamiento de Gijón, a cargo de la alcaldesa, Carmen Moriyón Entrialgo, que dirigió unas emotivas palabras a los invitados de

los Encuentros: "Vosotros sois amigos y, como Enrique, también sois auténticos embajadores de Gijón. Que en el mes de agosto, cuando todo el mundo está de vacaciones con su familia, vengáis a Gijón todos los años es muy de agradecer. Por tanto, para mí esta no es una visita de protocolo, sino que os siento como amigos míos y de Gijón".

Tras el acto de inauguración de los Encuentros, por parte de la alcaldesa, dio comienzo la conferencia magistral, titulada Showferencia: factores críticos *de éxito, pasar de ser solo competente a ser además competitivo*, que corrió a cargo de Antonio Ramírez Crespo, "compartidor y servidor".

### Hacia la ingeniería 4.0

La jornada terminó con la conferencia del presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz: *Hacia la ingeniería 4.0*. "Es fundamental que nuestra profesión evolucione porque no podemos seguir anclados en conceptos de la mitad del siglo XIX", señaló. De este modo, se refería hacia dónde tiene que evolucionar la profesión, "ya que no es posible servir con competitividad a la industria y a

la sociedad que está en 4.0, cuando la ingeniería no ha pasado todavía del 1.0, por lo que no puede seguir anclado en conceptos del siglo XIX, sino que tiene que adaptarse a las necesidades reales de la sociedad".

Como gran novedad presentó por primera vez en exclusiva la trasposición de la directiva con el Real Decreto 581/2017 de reconocimiento de cualificaciones, y cuáles son los cambios que esa directiva va a traer a la profesión en un corto espacio de tiempo, "por lo que es fundamental nuestra evolución, a fin de estar en perfecta sintonía para la coordinación con los demás países de la Unión Europea, no solamente en cuanto a formación, sino también en todo el proceso de movilidad de estudiantes y profesorado por los países de la Unión Europea", destacó.

Por último, el sábado 12 de agosto, se celebró la tradicional reunión del Consejo General de Colegios, coordinada, como es habitual, por José Antonio Galdón.

Más información y resumen de las ponencias en: <http://www.coitipa.es/node/522>

## Cogiti-UAITIE consolida su relación institucional con Seniors Españoles para la Cooperación Técnica

El pasado 20 de octubre tuvo lugar una reunión entre Cogiti-UAITIE y la organización Seniors Españoles para la Cooperación Técnica (Secot) en la que se sentaron las bases para la puesta en marcha de un convenio marco de colaboración. A esta reunión asistieron por parte de Cogiti-UAITIE, el presidente y el secretario, José Antonio Galdón y Gerardo Arroyo, respectivamente. Secot Madrid estuvo representada por su presidente, Inocente Gómez, y su vicepresidente, Adolfo Torres. La reunión enmarca el interés de estas instituciones por suscribir un acuerdo mutuo que establezca sinergias de participación, proveyendo el fomento de la actividad empresarial y la mejora de la empleabilidad, con el fin de mejorar y ampliar los servicios prestados a los ciudadanos en materia social, laboral y empoderamiento de los mismos.

Secot es una asociación sin ánimo de lucro declarada de utilidad pública, crea-



De izquierda a derecha: Gerardo Arroyo, Adolfo Torres, Inocente Gómez y José Antonio Galdón.

da en 1989 por iniciativa del Círculo de Empresarios, y con el apoyo del Consejo Superior de Cámaras de Comercio y Acción Social Empresarial. Los voluntarios de Secot (más de 1.200) son personas que, sin mantener una relación laboral, mercantil o de cualquier otra naturaleza con la asociación, deciden, libre y volun-

tariamente, dedicar parte de su tiempo a colaborar con la asociación en el desarrollo de sus fines.

La UAITIE proyecta un plan de interacción y nuevas actuaciones institucionales dirigidas a este sector sénior, que ponga en valor las garantías y experiencias profesionales que el mismo posee.



# Cogitiar conmemora su centenario con una singular exposición sobre la historia industrial de Aragón

La muestra, que puede visitarse hasta el 30 de diciembre en la sede del colegio, incluye maquetas, piezas y equipos industriales de gran valor, así como más de 1.100 fotografías sobre proyectos singulares en los que han participado los profesionales de la entidad. La inauguración de la exposición contó con la presencia de destacadas personalidades.



Juan Ignacio Larraz, decano de Cogitiar (en el atril), durante su intervención, el pasado 9 de octubre.

El pasado 9 de octubre, el decano de Cogitiar, Juan Ignacio Larraz Plo, inauguró la exposición del centenario de la Asociación de Graduados en Ingeniería de la rama industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales de Aragón (1917-2017), así como el turno de las intervenciones. Destacó: "Es una visión retrospectiva de nuestra larga historia y de las formas que hemos ido tomando sin dejar nunca de ser nosotros mismos. Primero nació, en 1917, nuestra Asociación de Peritos Industriales de Zaragoza, y la siguieron el Colegio y la Asociación de Peritos Industriales de Aragón, Navarra y La Rioja. En los últimos 50 años se han incorporado igualmente los ingenieros técnicos industriales. Y, en fin, hoy nos denominamos Colegio de Graduados en Ingeniería de la rama industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales de Aragón, nombre que no es gratuito ni busca una complejidad innecesaria, sino fruto de nuestra larga historia legal como corporación de derecho público".

A la inauguración asistieron destacadas personalidades, como el rector de la Universidad de Zaragoza, José Antonio Mayoral; el subdelegado del Gobierno en Zaragoza, Ángel Val; el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, y el comisario de la exposición, Martín Abril, a quienes acompañaron los decanos de

La Rioja, Navarra, Cantabria, A Coruña, Alicante y Sevilla, así como el presidente de MUPITI, José Carlos Pardo. El acto contó también con los directores de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza, José Ángel Castellanos, y de la Escuela Politécnica de La Almunia, Martín Orna, entre otros destacados invitados. Por su parte, José Antonio Galdón Ruiz felicitó al colegio y asociación de Aragón por esta magnífica exposición, y elogió la importante labor de todas las personas que a lo largo de este siglo de historia han formado parte activa de la dicha asociación.

## La industria como eje central

La exposición presenta publicaciones, documentos y actas antiguas del colegio, apuntes de estudiantes con ilustraciones y caligrafía modélicas. Ofrece asimismo un repaso a la historia industrial más reciente a través de 1.100 fotografías aportadas por diferentes empresas y profesionales aragoneses, que ilustran el diseño y la construcción de algunas de las infraestructuras industriales y de obra civil más importantes del país, a las que han contribuido con su trabajo.

También es posible admirar un gran número de orlas –como la de 1922, que incluye a la primera mujer perito de España, Rosa Franco, formada en Zaragoza– y seguir la trayectoria de las principales

sagas familiares dedicadas a la industria en la comunidad autónoma. Es el caso de la iniciada por Florencio Gómez Larumbe y su esposa Rosa Oliva Costa, promotores de los talleres Florencio Gómez, a cuya trayectoria y creaciones el Cogitiar ha dedicado un libro profusamente documentado que también puede obtenerse en esta exposición con la que el colegio conmemora los 100 años de la creación de la Asociación de Graduados en Ingeniería de la rama industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales en Aragón, germen de la organización colegial que ha llegado hasta nuestros días y que agrupa a más de 5.000 profesionales de las tres provincias.

## Cerca de 10.000 personas han formado parte del Cogitiar

A lo largo de todos estos años, 9.652 personas han formado parte de las distintas organizaciones que han desembocado en el actual Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la rama industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales de Aragón (Cogitiar), cifra que a buen seguro será mucho mayor, pues no existen registros desde el comienzo de esta actividad asociativa y colegial.

Entre todos ellos, han estado vinculados a 2.981 empresas. Muchas de las principales compañías que han dinamizado el tejido industrial aragonés y español han sido creadas por peritos industriales. La lista es larga y evocadora: Averly, Mercier, Florencio Gómez, Bressel, Alfonso Solans, Maquinaria y Metalurgia Aragonesa, Maquinista y Fundiciones del Ebro, Laguna de Rins, Eléctricas Reunidas de Zaragoza, Instalaza, Rico y Echeverría, Saica, Tudor, Pedro Cabeza, Balay, Giesa y Textil Tarazona, entre otros.

La exposición que recientemente abrió sus puertas refleja la trayectoria de muchas de ellas, pero también cómo se han llevado a cabo complejos industriales, hidráulicos, energéticos y obras de todo tipo mucho más recientes, como las que acompañaron a la Exposición Internacional del año 2008.

# ¿Por qué es necesario saber de ciberseguridad?

Los avances tecnológicos nos permiten transformar a un formato digital la información. Eso ha supuesto un trascendental cambio respecto a la cantidad de información que puede almacenarse, como en la facilidad y las oportunidades para su transmisión. Fue en este contexto en el que han ido surgiendo nuevos entornos digitales caracterizados porque la información no se circunscribe a participar del proceso de creación, de desarrollo, sino que se convierte en su único y exclusivo objeto.

Las TIC han supuesto novedades que han operado de forma trascendental sobre la economía, las relaciones humanas, la cultura y la política en nuestra sociedad. Por ello, se ha hablado de la primera y más rápida revolución tecnológica global.

Esta realidad en constante cambio hace necesaria una formación integral y

ser conscientes de que la ciberseguridad se ha transformado en una necesidad de cualquier empresa u organización.

Los profesionales deben enfrentarse a entornos digitales y a las problemáticas que se van generando y que precisará de una formación integral y especializada no solo en soluciones jurídicas aplicables, sino también en sus fundamentos tecnológicos y en sus fundamentos económico-empresariales.

Es necesaria una visión profunda y detallada de los entornos digitales actuales y los que están por llegar, describiendo todas las operaciones necesarias para su conformación con una visión integral, así como conocer todos aquellos aspectos que nos eviten problemas futuros como es la preparación de los contratos vinculados a los entornos digitales.

La gestión de la ciberprotección es y

será uno de los aspectos fundamentales en la ciberseguridad. Cada vez son mayores las inversiones para luchar contra los malware o también conocidos como *malicious software*.

Hay que estar al día en las últimas tendencias en ciberdelitos: los expertos advierten de que el ransomware restringe el acceso a un sistema infectado y continuará predominando hasta el punto de que es cuestión de tiempo que se obtengan valiosísimas informaciones más allá del rescate por «secuestro» de nuestros datos.

En definitiva, los conocimientos en ciberseguridad en los entornos digitales deben abordarse desde la única perspectiva posible, la multidisciplinariedad, que es una necesidad para profesionales, empresas y organizaciones públicas o privadas independientemente de su sector de actividad.



Programa ejecutivo

## Ciberseguridad en los entornos digitales. Enfoque integral

→ Profesionales diversos sectores necesitan una formación especializada e integral en TICs, Negocios y Derecho digital como juristas, ingenieros, periodistas o profesionales del sector como **Directores de tecnología de la información**, **Directores de sistemas**, **Directores de desarrollo de aplicaciones**, **Directores de infraestructuras TIC**, **Jefes de área TIC**, **Jefes de proyecto TIC**, etc.

**Wolters Kluwer** ofrece a todos los ingenieros la posibilidad de un **15% de descuento** en la primera convocatoria de 2018.

NOVEDAD



Duración: 120 h.



Modalidad: e-learning



Con el apoyo docente de reconocidos expertos en la materia



Con acceso durante el programa a laleydigital360

# ESCUELA DE FOMENTO INDUSTRIAL E.F.I.

## Presentación

La Escuela de Fomento Industrial (E.F.I.) nace en el Patronato de la Fundación Técnica Industrial como idea de fomento del motor principal de la economía de un Estado, “la industria”, sin la cual no es posible el desarrollo económico.

## Fines y objetivos

El objeto y finalidad es impartir en los Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos Industriales del territorio nacional, unos cursos presenciales de desarrollo directivo en la industria, impartidos por profesionales de esta formación específica en dirección empresarial.

La E.F.I. pretende ser un apoyo y una ayuda a los directivos y técnicos de nuestra industria.

## ¿Qué ofrecemos?

Se trata de cursos eminentemente prácticos, dirigidos a quienes trabajan en la dirección y “staff” de las pequeñas y medianas industrias y empresas de nuestro territorio estatal, para dotarles de las herramientas necesarias con el fin de desarrollar, con mayor eficacia y precisión, su labor, mejorando procesos productivos, de gestión, estrategias, logística, suministros...

Son cursos a unos costes muy reducidos en comparación a los impartidos por centros universitarios y escuelas de negocios.

## FUNDACIÓN TÉCNICA INDUSTRIAL

Avda. Pablo Iglesias 2, 2º - 28003 Madrid

☎ 91 554 18 06 - 💻 91 553 75 66

✉ [fundacion@fundaciontindustrial.es](mailto:fundacion@fundaciontindustrial.es)

## Cursos de la E.F.I.

### Desarrollo directivo: Bloque 1º

- Lean Manufacturing  
Toyota Production System (Curso 16 h.)
- Ingeniería de Procesos  
Métodos y Tiempos (Curso 8 h.)
- Gestión y Control de Costes (Curso 8 h.)

### Desarrollo directivo: Bloque 2º

- Estrategia y Planificación de Operaciones (Curso 20 h.)
- Logística y Supply Chain Management (Curso 24 h.)
- Gestión de Proyectos (Curso 12 h.)

### Área de ingeniería forense

- Actuación pericial (Curso 16 h.)
- Valoración de industrias (Curso 24 h.)
- Reconstrucción de accidentes (Curso 32 h.)

### Área de liderazgo y competitividad

- Liderazgo en la industria (Seminario 4 h.)
- Competencias del liderazgo (Curso 8 h.)
- Liderazgo entornos industriales (Curso 8 h.)

### Área de gestión empresarial

- Growth engine (Curso 60 h.)

# Ponencia de Galdón sobre la transición energética en el ciclo de Cogitiar de medio ambiente y energía

El Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la rama industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales de Aragón (Cogitiar) organizó las XX Jornadas de Energía y Medio Ambiente, que tuvieron lugar del 23 al 26 de octubre en el Aula Magna del Paraninfo de la Universidad de Zaragoza.

Las jornadas comenzaron con la ponencia titulada *Hacia la transición energética*, que ofreció el presidente del Cogitiar y doctor ingeniero José Antonio Galdón y doctor ingeniero José Antonio Galdón Ruiz. El sector energético es un campo estratégico para los ingenieros y la transición energética va a necesitar a muchos de ellos en este ámbito, por lo que se van a abrir oportunidades profesionales. Serán necesarias nuevas infraestructuras y plantas de producción y tendrán que adaptarse al sector y a los consumos de la energía.

El presidente del Cogitiar destacó la necesidad de diseñar una "verdadera política energética", al mismo tiempo que criticó "la alta dependencia energética del exterior" que tiene España, de ahí su apuesta por un cambio de modelo que "tenga más en cuenta el consumo energético de las fuentes de energía capaces de producirse en nuestro país".

En este sentido, propuso un cambio de modelo tendente al aumento del consumo eléctrico frente a los combustibles fósiles, generado por fuentes propias de energía, y que además sean "limpias", con lo que conseguiría tener asegurado un sistema energético estable para el futuro.

España adolece de una política energética clara a medio y largo plazo, con la que se marque una estrategia "sin vaivenes". Para ello, es muy importante tener claros los cuatro pilares en los que se tiene que basar la estrategia energética: garantía y calidad en el suministro, que sea limpio y bajo en emisiones, que sea económico, y que intente lograr el autoabastecimiento. En España tenemos una dependencia energética superior al 70%, mientras que la media en Europa ronda aproximadamente el 50%. El objetivo es conseguir un equilibrio entre estos cuatro pilares.

Por lo tanto, en el cambio de modelo energético se van a tener que ir sustituyendo los combustibles fósiles por energía eléctrica. Eso va a hacer que tengamos que cambiar nuestro modelo de locomoción hacia el vehículo eléctrico,



Juan Ignacio Larraz, decano de Cogitiar, presenta la ponencia de José Antonio Galdón, presidente del Cogitiar.

de calefacción hacia las bombas de calor, y en las industrias se van a tener que aprovechar energías como la biomasa. Pero sobre todo, tenemos que ser capaces de optimizar el consumo de energía. No podemos estar hablando de un modelo energético sostenible y limpio si no lo acompañamos de modelos de ahorro y eficiencia energética, sin despilfarrar.

Las siguientes sesiones de este ciclo de ponencias, que Cogitiar organiza desde hace 40 años abordando los temas de mayor actualidad relacionados con la energía, el medio ambiente y la sostenibilidad, se celebraron los días 24, 25, y 26 de octubre.

El martes 24 de octubre, se abordaron *Los retos de las ciudades ante el cambio climático*, a cargo de Javier Celma, ingeniero técnico industrial y exdirector de la Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Zaragoza.

*El progreso sin combustibles fósiles, ¿realidad o utopía?* es el título de la conferencia que impartió, el miércoles 25 de octubre, Rafael Moliner, profesor de Investigación del CSIC en el Instituto de Carboquímica de Zaragoza. Y ese mismo día Alicia Valero, investigadora de la Fundación CIRCE y coautora del libro *Thanatia* habló sobre *Economía verde y economía circular: mitos y leyendas*.

*El descubrimiento del bosón de Higgs* centró el jueves 26 de octubre la charla que ofreció Celso Martínez, investigador científico del CSIC en el Instituto de Física de Cantabria (física de altas energías).



# Impacto económico de una instalación fotovoltaica en una pyme con las distintas regulaciones del sector

Pablo Zapico Gutiérrez, Alejandro García Fernández y Pablo Zapico Gómez-Collantes

**Partiendo del suministro de una pequeña industria que paga altas penalizaciones en el término de potencia en su factura energética, este artículo analiza la rentabilidad de una planta fotovoltaica de producción de energía eléctrica interconectada a la red y su rentabilidad histórica a lo largo de las últimas regulaciones aplicables en nuestro país durante los últimos años, desde la primera mención legal a las energías renovables en España, en septiembre de 1985, hasta a la entrada en vigor del Real Decreto 900/2015. Además, compara esa rentabilidad con las distintas tarifas eléctricas a las que se puede acoger este tipo de suministro.**

## Introducción

En la situación actual de crisis económica, el ingenio empuja hacia soluciones de ahorro energético. Cuando se habla de energía eléctrica, uno de los costes más importantes en toda economía, la solución del autoconsumo, ha sido tradicionalmente vista como una buena opción para los pequeños consumidores industriales y domésticos. De todas las opciones de producción de las que se disponen, la energía fotovoltaica es la que más proyección de futuro plantea, pero dicha energía tiene dos problemas fundamentales. Por un lado, no es utilizable durante todo el día, sino solamente en las horas diurnas y, por otro, está muy condicionada a la radiación solar. Una simple nube, que oculte total o parcialmente el Sol, hace que la instalación disminuya su potencia generada enormemente. Por ello, para utilizar una instalación de producción de electricidad mediante la tecnología solar fotovoltaica, es casi imprescindible interconectarla a la red, para verter la electricidad sobrante o, aunque no se vierta energía, a un sistema de baterías que almacene energía y supla las bajadas de potencia que producen los días, periodos o momentos nublados.

En el presente trabajo, se desarrolla un estudio sobre la viabilidad económica de una instalación fotovoltaica como apoyo a un suministro industrial a lo largo de las distintas normativas aprobadas en nuestro país en los últimos años. El suministro objeto de este estudio se sitúa en un conjunto de instalaciones, propiedad de la empresa Inatega, situadas en el término municipal de Corbillos

de la Sobarriba, en la provincia de León. Estas abarcan una superficie de unos 7.000 m<sup>2</sup>, divididos en una parte de fabricación, otra de almacenaje y, finalmente, otra de oficinas para la gestión administrativa, con más de 40 empleados (figura 1). Se agradece expresamente a la misma su colaboración y autorización para la utilización académica de sus datos de consumo eléctrico.

El área de negocio en la que se mueve esta empresa es la alimentación animal en los campos de la producción, distribución e investigación.

La citada sociedad ha registrado un crecimiento constante desde la década de 1980, tanto en su actividad empresarial como en sus instalaciones. En este último caso, esto ha generado que convivan instalaciones de última generación con otras más antiguas, motivando aumentos de potencia que no estaban calculados en el momento de la contratación del suministro eléctrico. Actualmente, este contrato es de 100 kW en baja tensión que, como se verá poste-

riormente, es insuficiente para la potencia demandada y supone un sobrecoste en la factura eléctrica.

Este sobrecoste es el que se pretende minimizar, optimizando la factura energética. Para ello, se plantearán distintas soluciones, y se centrarán, finalmente, en la instalación de una generación fotovoltaica que sirva de apoyo a la instalación actual, bajando de esta manera la potencia demandada de la red de distribución y disminuyendo con ello los costes energéticos. Se realiza un estudio de las distintas regulaciones legislativas de estos últimos años, analizando la rentabilidad económica de una instalación fotovoltaica en cada una de ellas.

## Estudio previo

A continuación se desglosará el estudio previo del suministro, supervisando los consumos y facturaciones eléctricas actuales, para, más adelante, integrar la producción fotovoltaica y calcular los posibles ahorros, si los hubiera, con las distintas legislaciones.



Figura 1. Industria Inatega con sede en Corbillos de la Sobarriba (León).

Nº de recibo	Fecha	Nº de meses	Energía consumida (kWh)			Potencia registrada (kW)		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
1	01/04/2015	0,93	3.577	9.534	2.353	100	165	135
2	01/03/2015	1	4.129	14.290	3.024	111	198	159
3	23/02/2015	0,93	5.000	15.353	3.226	100	186	123
4	01/03/2015	0,7	4.189,11	11.745,22	2.709,78	204	213	100
5	19/12/2014	0,4	2.013,39	5.482,2	1.309,47	204	213	138
6	20/11/2014	0,96	4.414,5	10.357,58	2.423,75	129	153	138
7	23/10/2014	0,93	4.751	10.800	2.467	120	117	100
8	20/09/2014	1,1	3.935	9.704	2.261	100	100	100
9	22/08/2014	0,9	4.594	10.945	2.383	100	100	100
10	20/06/2014	0,93	3.439	8.327	1.690	100	100	100
11	21/05/2014	0,96	3.982	9.844	2.017	132	147	100
12	22/04/2014	1	3.678	9.255	1.880	100	168	100

Tabla 1. Consumo y potencia registrada por el maxímetro en los recibos de un año.

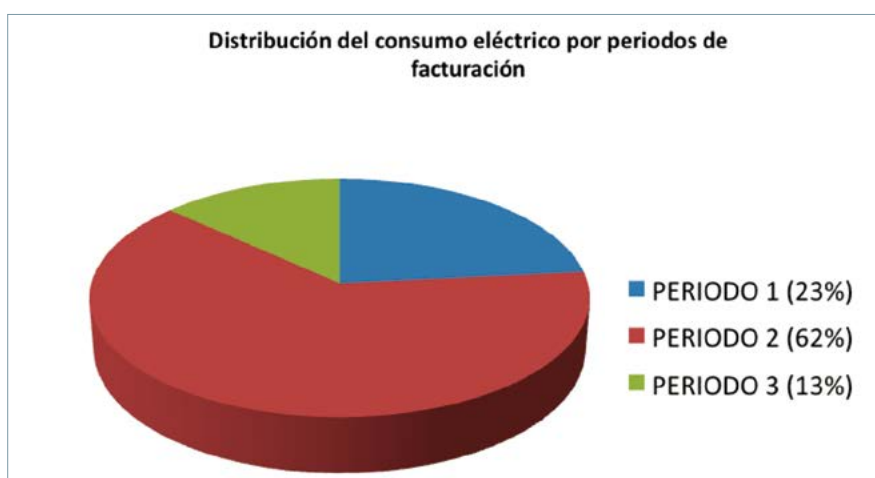


Figura 2. Distribución del consumo a lo largo de los periodos tarifarios diarios.

Se ha utilizado la aplicación informativa de optimización de facturas eléctricas, denominada OFE, facilitada de forma gratuita por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE) por encargo del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

El estudio se ha llevado a cabo sobre la facturación de un año completo. A efectos de cálculo, este año se ha dividido en dos partes, meses de verano y meses de invierno, extrayendo un mes patrón de cada una de estos periodos. Cada uno de esos dos meses patrón es

la media aritmética de seis meses del año (considerando verano los meses de abril a septiembre e invierno de octubre a marzo).

La tarifa contratada en este suministro es la 3.0 A, con discriminación horaria en tres periodos y la potencia contratada en cada uno de ellos es de 100 kW.

En la figura 2 se puede ver la distribución del consumo por periodos de facturación, referidos a P1, P2 y P3 de la tarifa 3.0 A.

En la tabla 1 se pueden ver los consumos de energía activa, así como las

potencias demandadas y registradas en cada momento, que se han utilizado para elaborar el presente estudio y se pueden apreciar en las figuras 3 y 4.

En la facturación real del suministro aparecen periodos variables, no cerrados a un mes constante, en función de cuándo se ha realizado la lectura del contador. Para tener valores constantes expresados en meses de 30 días exactos, se calcula de manera proporcional, dando como resultado las siguientes gráficas de consumo y potencia registradas.

Finalmente, y sin ánimo de abrumar al lector con excesivos datos, se presentan dos gráficas del consumo instantáneo en periodos de un mes, una de un mes tipo de invierno y otra de un mes promedio de verano (figuras 5 y 6). En ellas se puede apreciar cómo se reparte el consumo a lo largo de los días de la semana y cómo, en los fines de semana y festivos, el consumo instantáneo se sitúa por debajo de los 10 kW, pues no hay actividad productiva.

**Situación actual**

Una vez expuestos todos los datos de partida, se pueden extraer las siguientes conclusiones preliminares:

- La potencia registrada y facturada supera frecuentemente los 100 kW

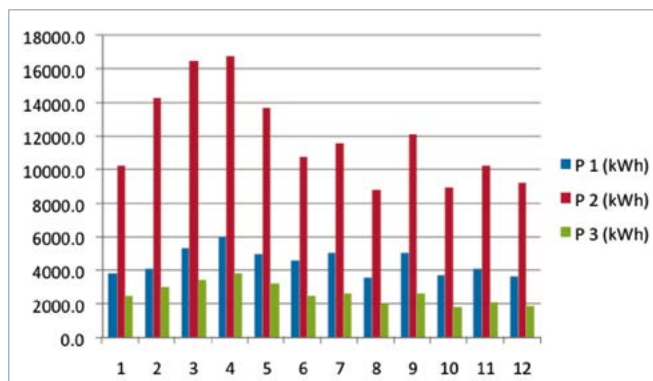


Figura 3. Consumos registrados por periodos de 30 días.

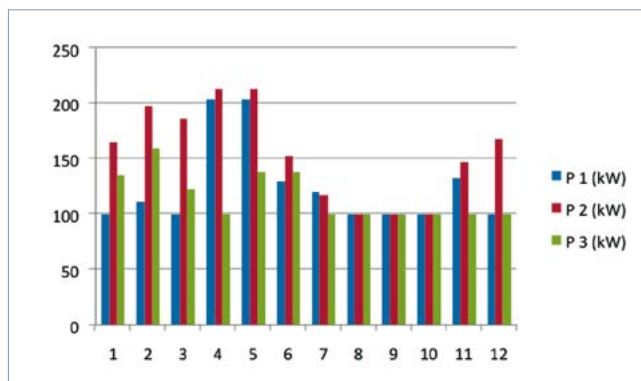


Figura 4. Potencias registradas por el maxímetro por periodos de 30 días.

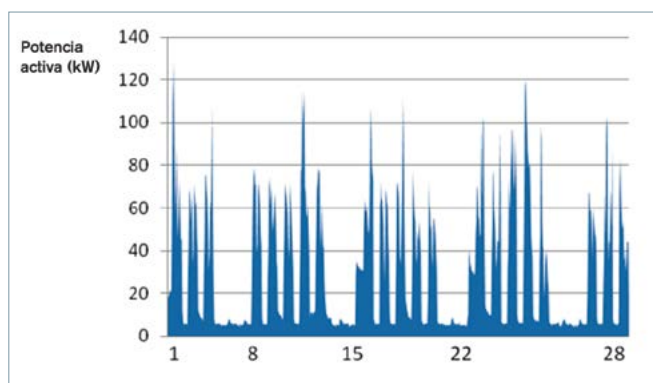


Figura 5. Consumo instantáneo en un mes de invierno.

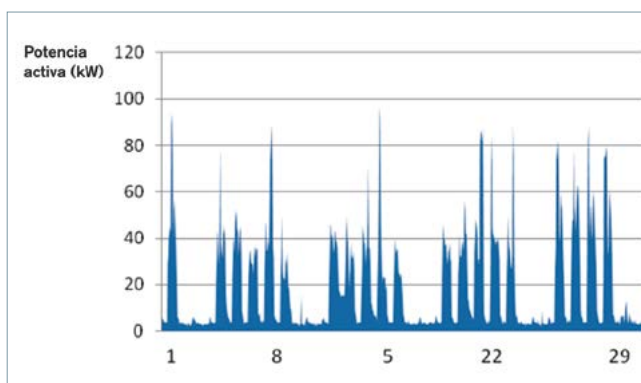


Figura 6. Consumo instantáneo en un mes de verano.

contratados, lo que supone una penalización económica importante. En este punto cabe recordar que, para la tarifa 3.0 A, el término de potencia que facturar se calcula con los siguientes criterios:

a) Si la potencia máxima demandada, registrada en el periodo de facturación, estuviere dentro del 85 al 105% respecto a la contratada, dicha potencia registrada será la potencia a facturar.

b) Si la potencia máxima demandada, registrada en el periodo de facturación, fuese superior al 105% de la potencia contratada, la potencia facturada en el periodo considerado será igual al valor registrado más el doble de la diferencia entre el valor registrado y el valor correspondiente al 105% de la potencia contratada.

$$P_F = P_R + 2 * [(P_R - (1,05 * P_C)]$$

$P_F$ : potencia facturada.  
 $P_R$ : potencia registrada.  
 $P_C$ : potencia contratada.

c) Si la potencia máxima demandada en el periodo fuese inferior al 85% de la potencia contratada, la potencia

facturada será igual al 85% de la citada potencia.

En el presente suministro aparece frecuentemente el caso b) y en el mejor de los casos el supuesto a), pero nunca el c), con el sobrecoste que esto supone.

- Con la instalación actual, no es posible una ampliación de la potencia contratada sin realizar una instalación de alta tensión, con su correspondiente centro de transformación y línea de interconexión.
- Los días en que la fábrica no tiene actividad, fines de semana y festivos, el consumo se sitúa muy por debajo de los 10 kW.
- En los meses patrón de invierno y verano, el promedio, tanto de consumos como de potencias registradas, es el reflejado en la tabla 2.

Con carácter general, se puede concluir que es preciso ampliar la potencia disponible, sin que esto suponga un recargo en la facturación y, para ello, se plantearán dos soluciones.

La primera es la instalación de un centro de transformación de 13.200/400 V, con sus instalaciones de protección y control. La segunda opción sería la colocación de paneles fotovoltaicos en la

cubierta de la nave, hasta completar 30 kW, con idea de verter el excedente de producción a la red de distribución, mediante diversas posibilidades, e incluso funcionar en isla.

Analizando la primera opción, se trataría de instalar un centro de transformación de 250 kVA en caseta prefabricada de hormigón y dentro de la propiedad del cliente. Para ello, se precisa una acometida de 390 metros de cable subterráneo de media tensión y las celdas de protección y medida necesarias para acometer a la red de media tensión de la compañía distribuidora. Se analiza un presupuesto valorando el montaje y mantenimiento de esta opción, a lo que se añade el beneficio de una facturación más económica de la electricidad, al ser cliente en alta tensión, según se regula en el Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Pasaría a facturar en la tarifa 3.1 A, según el citado real decreto, en el mercado liberalizado.

Si bien esta opción es económicamente viable, se presentan los lógicos problemas de la obtención de los

Mes tipo	Promedio de la energía consumida (KWh)			Promedio de la potencia registrada (KW)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Verano	4.008,62	9.949,58	2.171,93	105,33	130,00	105,83
Invierno	5.038,38	13.947,51	3.135,84	144,67	180,00	126,33

Tabla 2. Promedio de consumos y potencias registradas en los meses patrón de verano e invierno.

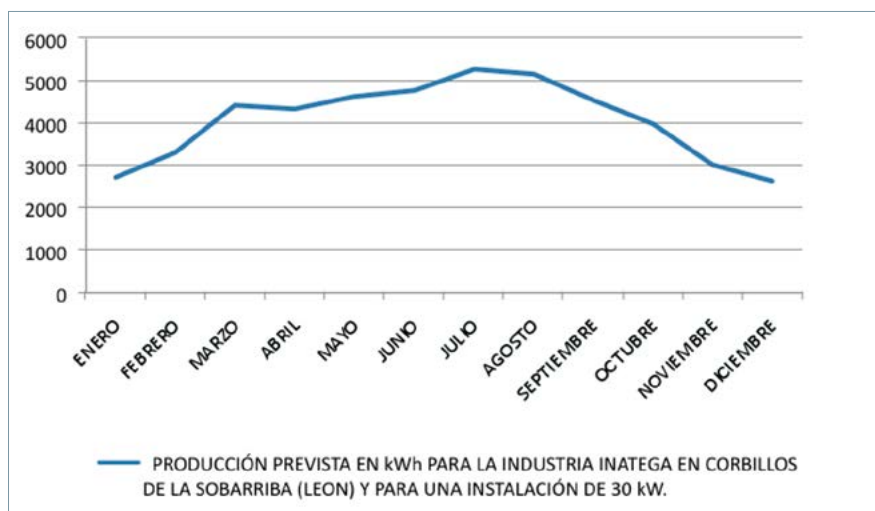


Figura 7. Producción de electricidad FV para una potencia nominal de 30 kW (<http://www.onyxosolar.com>).

necesarios permisos de paso para la acometida eléctrica, que transcurre por propiedades de terceras personas que pueden, o no, consentir el paso. Queda la opción de tramitar la línea de alta tensión a nombre de la compañía distribuidora de electricidad de la zona, para tener derecho a la expropiación forzosa, previa formalización de un contrato de cesión y resarcimiento si se conecta un tercero en los próximos 10 años, desde la fecha de puesta en marcha.

Estas complicaciones administrativas hacen que para la propiedad sea más factible decantarse por la segunda opción, a priori la más viable y que se presenta a continuación.

La instalación que se plantea es una generación a base de energía solar con tecnología fotovoltaica. La potencia instalada será de 30 kW sobre cubierta, lo cual está en equilibrio entre la inversión y la reducción del término de potencia. Este es el objetivo que se persigue, minimizar las penalizaciones que sufre la industria por superar el límite contratado en este concepto (figura 7).

Con la instalación planteada se prevé una producción en los meses de verano de 4.793,47 kW, de los cuales 1.597,8

se consumen en el periodo 1 y el resto en el periodo 2 de facturación. Para los meses de invierno la producción esperada es de 3.358,33 kW, consumidos en su totalidad en el periodo 2 de facturación.

### Legislación aplicable

Decantarse por una instalación fotovoltaica en España es una opción que, a lo largo de los últimos años, se ha visto vapuleada por las distintas idas y venidas de la legislación que se ha publicado sobre el tema, empezando desde 2007, año en el que se inicia el presente estudio. A ello se le ha denominado inestabilidad regulatoria.

La energía solar fotovoltaica, consistente en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, es quizá, dentro de las energías renovables, la que se podría considerar más ecológica, debido al bajísimo impacto ambiental que presenta y está llamada a ser una de las energías del futuro. Los sistemas fotovoltaicos se caracterizan por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>, principalmente), no necesitar ningún suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su

funcionamiento un recurso, el sol, que es inagotable.

De las distintas aplicaciones de la energía solar fotovoltaica, los sistemas de conexión a red son los que presentan mayores expectativas de incremento en el mercado fotovoltaico. Con estas circunstancias, se plantea una instalación solar fotovoltaica para la cubierta de la citada instalación.

La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, permite que en España cualquier persona, física o jurídica, se convierta en productor de electricidad. Posteriormente, con la publicación del Real Decreto Ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de reasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos, se eliminan definitivamente todo tipo de primas a la energía fotovoltaica, abriendo la puerta a instalaciones para autoconsumo, con balance neto. Este consiste básicamente en la compra de la energía necesaria a la comercializadora, a precio de mercado (aproximadamente a 15 c€/kWh), mientras que, por otro lado, se produce energía mediante un sistema fotovoltaico para autoconsumo y, en el momento que se produzca un excedente, se plantea la posibilidad de verterlo a la red de distribución de la compañía, cobrando este a precio de POOL o mercado mayorista. (Aproximadamente, unos 5-6 c€/kWh, pues se exporta principalmente en horas punta y llano.)

La primera mención legal a las energías renovables en España se realizó en la Orden de 5 de septiembre de 1985, que puso la primera piedra para que dichas energías se integraran en el conjunto de la generación eléctrica española. A pesar de que agrupaba las energías renovables con el uso eficiente de la energía y con la eliminación de residuos,



fue un buen principio. Partía de la base de que el entonces vigente reglamento de centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación), ni siquiera incluía las protecciones mínimas necesarias para realizar la interconexión. Simplemente era un problema inexistente cuando se redactó.

Posteriormente, el Real Decreto 2818/1998, desarrolló con más detalle el sector. Dicha norma fue modificada por el Real Decreto 436/2004, y ya empezaba a cambiar la normativa muy rápidamente.

Fue con la publicación del Real Decreto 661/2007 con el que se inició el boom de las energías renovables en España. En él se clasificaron todas las fuentes de energía en régimen especial de explotación. Así, la presente instalación solar fotovoltaica sobre cubierta se encuadra dentro del tipo b.1.1, clasificación que será heredada en futuras legislaciones.

Desde el punto de vista de dar salida a la energía producida, se establecen dos posibilidades: ceder la electricidad al sistema a cambio de una tarifa regulada y única en todos los periodos, o vender la electricidad en el mercado organizado de producción a un precio negociado por el titular de la instalación, completado con una prima en €/kWh.

El real decreto establece una tarifa fija y su valor, que se actualiza todos los años en función de la inflación. Esta tiene el valor de 44,0381 €/kWh los primeros 25 años de vida de la instalación y de 35,2305 €/kWh los restantes.

Se estableció otro criterio de revisión, que permitía que estos precios pudieran no ser estables, decretando un cupo que en el caso de la solar fotovoltaica era del 85% del objetivo de referencia en potencia instalada (371 MW). Si se alcanzaba este 85%, se revisarían las tarifas (art. 22.1).

Según la CNE, en septiembre de 2008 había instalada una capacidad fotovoltaica inscrita de 316 MW, un aumento del que se hacen eco en el resto del mundo. Esto se traduce en que el precio pagado por la prima a la fotovoltaica no guarda relación con la aportación de este tipo de energía al mix energético nacional; es cuatro veces superior el coste al aporte energético.

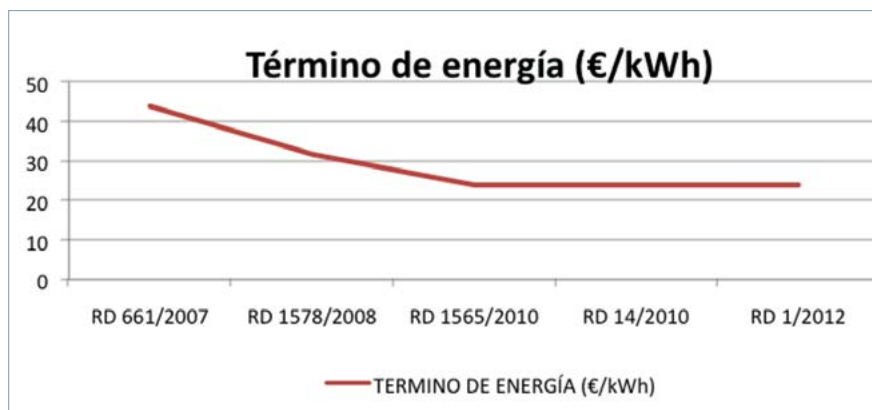


Figura 8. Evolución del término de energía para instalaciones de menos de 100 kW en las distintas regulaciones aplicables a la energía producida en régimen especial, desde la entrada en vigor del RD 661/2007 hasta el fin de las primas a las tecnologías productoras en régimen especial con la entrada en vigor del RD 1/2012.

Ante esta explosión, casi incontrolada, la Administración reaccionó, tarde y mal, con la publicación del Real Decreto 1578/2008, en el que segregó las instalaciones en función de su tipología, unas en cubierta o tipo I, divididas estas a su vez en función de la potencia instalada y otras en suelo o tipo II. De todas ellas, las primeras fueron las más beneficiadas. Las primas se situaban en 0,34 €/kWh para instalaciones sobre cubierta de menos de 20 kW y 0,32 €/kWh para el resto, lo que finalmente representa una revisión de la tarifa del 10% a la baja respecto a la primera legislación. La instalación sobre la que se realiza el presente estudio queda encuadrada dentro del tipo I.2.

Aparece una figura nueva que es el cupo de nueva capacidad, que establece convocatorias trimestrales hasta que este se cubra, con un precio del kWh para estos proyectos (registro de preasignación de retribución, art. 4). El cupo se estipula año a año en función de la evolución del mercado.

En el artículo 10.2 se establece el fin de un tipo de instalaciones que se agrupaban uniendo servicios y componentes comunes para abaratar costes, pero que en el aspecto administrativo eran de distintos propietarios, conocidas como los huertos solares. A partir de esta legislación, se agrupan por referencias catastrales. Finalmente, la suerte quiso que la coyuntura económica mundial se alineara con los intereses de los propietarios, ya que la bajada de los ingresos por la prima se compensó con una bajada del precio de los distintos componentes fotovoltaicos, principalmente causada por la entrada en producción del mercado chino.

A principios de siglo el precio de coste de cada vatio pico instalado se situaba en los 3,7 euros, mientras que el mismo producto en 2015 se podía pagar a 0,46 €/Wp y todavía está bajando ligeramente (Huerta S, 2015).

Después de solamente dos años de estabilidad legislativa, en noviembre de 2010, apareció el Real Decreto 1565/2010, que vino a dar otra vuelta de tuerca a los ingresos generados por producción de energía eléctrica en régimen especial, estableciendo una reducción de la tarifa del 75% en las instalaciones de tipo I.2 y situando la bonificación por kWh en 0,24 €/kWh. Además, en el ánimo de corregir picarescas en instalaciones sobre cubierta y acercar la producción al punto de consumo, decreta que la cubierta que sustenta la instalación fotovoltaica ha de poseer un suministro de, al menos, el 25% de la potencia generada.

Poco más de un mes después se publicó el Real Decreto 14/2010, que viene a ser la reacción del Gobierno al aumento del denominado déficit tarifario por el sector eléctrico y en el que plantea medidas para corregirlo. En cuanto a las instalaciones fotovoltaicas en régimen especial, limita las horas de funcionamiento de las instalaciones cuya energía generada se retribuía a tarifa, lo que se traduce en un recorte del 30% de los beneficios garantizados anteriormente. Otra modificación importante de este real decreto viene a corregir el Real Decreto 1565/2010, extendiendo la retribución preferente en tres años, a mayores de los veinticinco de la regulación anterior, de tan solo dos meses antes.

Con la entrada de un nuevo Gobierno, se publicó el Real Decreto 1/2012,

Cargo transitorio para la energía autoconsumida (€/kWh)				
Regulación	Tarifa	Periodo tarifario		
		P1	P2	P3
RD 900/2015	3.0 A	0,025270	0,017212	0,011127
	3.1 A	0,019485	0,013393	0,014197
Orden IET/2735/2015	3.0 A	0,021957	0,015040	0,010183
	3.1 A	0,016999	0,011411	0,013268

Tabla 3. Cargo transitorio para la energía auto consumida en €/kWh.

que venía a suspender los procesos de asignación de retribución y los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción en régimen especial de explotación. Así en el artículo 3 suprime las tarifas reguladas, primas y límites previstos en el RD 661/2007. Además, se elimina el complemento por eficiencia y de energía reactiva (figura 8).

A partir de la entrada en vigor de esta legislación, el precio de venta de la energía eléctrica producida, con las llamadas tecnologías en régimen especial, pasa a ser el precio de mercado para las nuevas instalaciones, dando por finalizado el que se podría llamar *boom* de las renovables en España. Las instalaciones fotovoltaicas, dadas de alta en régimen especial, en la fecha de entrada en vigor de esta legislación, seguirán disfrutando de la prima hasta cumplir los 28 años de su puesta en funcionamiento.

La producción de energía eléctrica a baja escala, en este caso fotovoltaica, empieza a no ser tan rentable en cuanto a su venta, por lo que se abre un nuevo camino, el autoconsumo, con la posibilidad de verter los excedentes de producción a la red y de surtirse de ella en momentos de demanda. Aparece un nuevo y muy polémico concepto, el peaje de respaldo.

El consumidor acogido a esta modalidad de autoconsumo deberá pagar un cargo transitorio por la energía autoconsumida procedente de la instalación de generación conectada en el interior de su red. Este cargo, llamado peaje de respaldo, incluye los gastos que el sistema genera al ofrecerle el servicio de conectarse a la red de distribución en el caso de que su producción no cubra su demanda y que son el peaje de acceso de transporte y distribución, cargos asociados al coste del sistema

eléctrico y los cargos correspondientes a los servicios de ajustes de Red Eléctrica, así como los pagos por capacidad. Básicamente, es un precio que es obligatorio abonar por tener la red de distribución en la puerta de su casa y utilizarla en los momentos en los que se precise. Están determinados por real decreto, pero se echa en falta una labor didáctica por parte del Ministerio, ya que estos cargos no están justificados contablemente y han generado una gran respuesta social.

Por el resto de la energía consumida deberá pagar el peaje de acceso y otros precios que resulten de aplicación de acuerdo a la normativa en vigor o una tarifa regulada.

Para consolidar esta nueva situación, se publica el Real Decreto 900/2015. En lo que a la instalación objeto de este estudio se refiere, la define como de tipo 2, produciendo pero a su vez conectada a la red y, por supuesto, dada de alta en el registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica conectadas en el interior de su red. Estas instalaciones deben cumplir como requisitos más importantes que la suma de las potencias de generación sea igual o inferior que la potencia contratada por el consumidor, en este caso 30 kW generados por 100 kW contratados.

Administrativamente, el propietario de la instalación productora ha de suscribir un contrato de acceso con la distribuidora de la zona o con una comercializadora. Además, los del tipo 2 han de suscribir otro contrato para los servicios auxiliares de producción, que puede ser el mismo en el caso de tratarse del mismo titular y que la potencia generada no exceda de 100 kW.

En lo referente a la instalación objeto del presente trabajo, se utilizará el auto-

consumo con objeto de rebajar el término de potencia, que actualmente penaliza económicamente al titular y vierte el excedente a la red de distribución, lo que obliga a calibrar la instalación en función de las necesidades de consumo.

La metodología para el cálculo de los cargos transitorios al autoconsumo viene definida en este real decreto, si bien es cierto que dentro de lo poco amable que es la legislación en este campo, este real decreto tiene un suplemento que no facilita nada su comprensión y posterior aplicación. En primer lugar, cabe decir que el peaje de respaldo, como viene llamándose popularmente, siempre se calcula a partir de dos términos, el término variable de la energía autoconsumida y el cargo fijo de potencia.

El término variable de la energía autoconsumida se aplica para toda energía producida y consumida en la instalación y, por lógica, será la energía generada menos los excedentes vertidos a la red de distribución. En la tabla 3 se detalla el valor económico de este concepto, en primer lugar con la publicación del Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, y más adelante con la publicación de la Orden IET/2735/2015, de 17 de diciembre. Cabe destacar que de la publicación de una norma a la otra se produce un descenso del 10% aproximadamente en el precio del kWh (tabla 3) (figura 9).

La otra pata para el cálculo del peaje de autoconsumo la constituye el término fijo o de potencia. Este se aplica a todas las instalaciones tanto del tipo 1 como del tipo 2 y es el resultado de la diferencia entre la potencia de aplicación de cargos (potencia requerida por la instalación del consumidor en un periodo tarifario) y la potencia que facturarán según los peajes correspondientes. A modo de

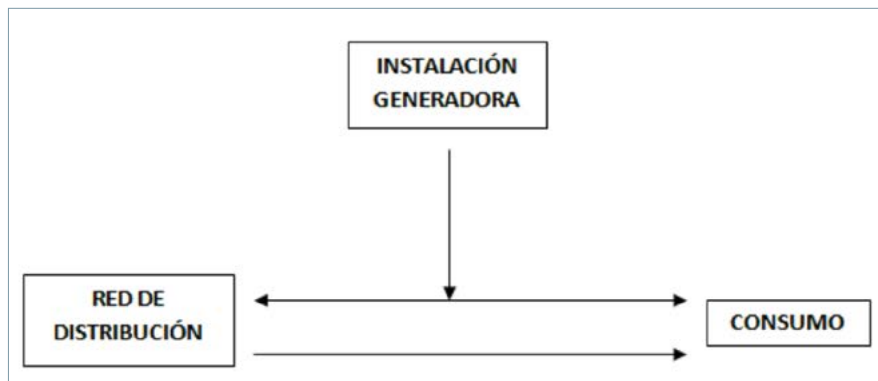


Figura 9. Esquema de la instalación de autoconsumo.

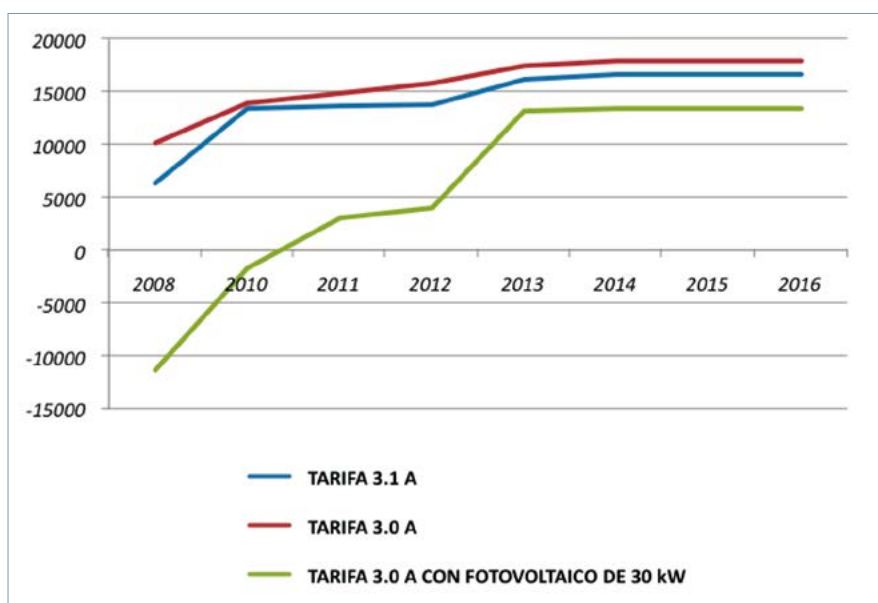


Figura 10. Comparativa del gasto energético de la empresa en función del tipo de facturación elegido (€/año).

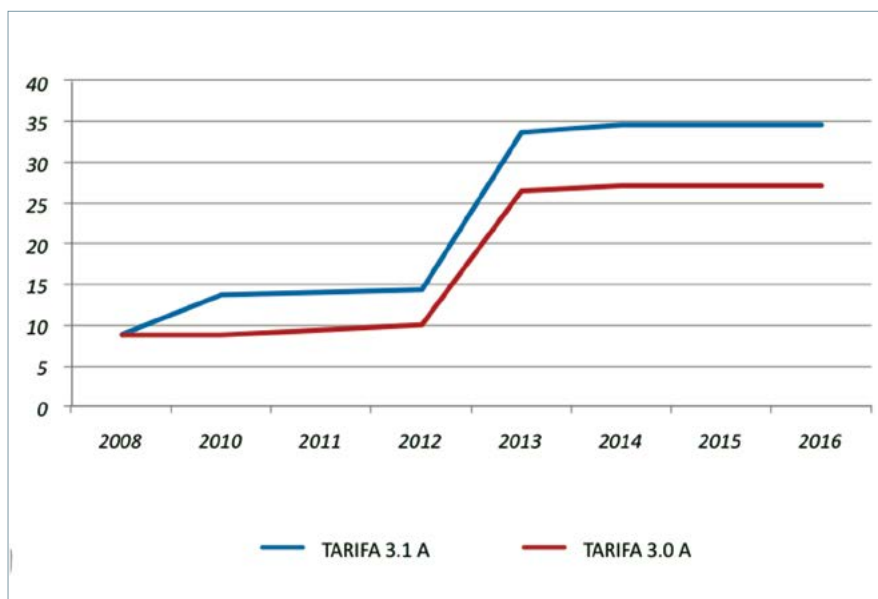


Figura 11. Evolución comparada de la media aritmética del término de potencia en los tres periodos de las tarifas 3.1 A y 3.0 A (€/kW y año).

resumen, parece que este cargo no será nunca de aplicación más que para instalaciones de más de 100 kWp instalados o que cuenten con baterías.

En el presente caso, una instalación de tipo 2 de 30 kW de potencia instalada y sin baterías, respecto a las opciones que ofrece el real decreto se opta por no instalar un contador en el circuito de consumo, por lo que la potencia de aplicación de cargos la definirá el contador bidireccional de la compañía eléctrica, situado en el punto frontera y que mide la energía demandada de la red. De este modo, el cargo fijo de potencia será siempre igual a cero.

En cuanto a los excedentes vertidos a la red de distribución, se venderán en el mercado de generación de electricidad al precio que cotice a cada hora. A los beneficios obtenidos por su venta se les debe restar el impuesto de generación para productores eléctricos, que asciende al 7% del valor de la energía vendida. Ciertamente es que en la presente instalación habrá poca energía excedentaria, ya que se ha diseñado para que esto no ocurra.

### Facturación esperada en las distintas propuestas realizadas

Una vez analizada la instalación y la legislación aplicable, se procede a realizar una previsión de la facturación en las distintas tarifas a las que se puede acoger el titular, para decidir la alternativa más rentable:

- Tarifa 3.0 A (baja tensión).
- Tarifa 3.1 A (alta tensión).
- Tarifa 3.0 A con un aporte fotovoltaico de 30 kW.

En cuanto a la instalación fotovoltaica, se debe tener en cuenta, de cara a los cálculos realizados, que se considera como si la instalación se realizara en cada periodo legislativo. Así, en el 2008 la instalación calculada sería con los precios de 2008, en 2010 con los precios de 2010 y así sucesivamente. De otra manera, una instalación efectuada al amparo del Real Decreto 661/2007, tendría una remuneración del kWh cerrada durante 25 años, con lo que no daría una idea realista de la evolución de los precios de la energía fotovoltaica en España (figuras 10 y 11).

### Conclusiones

Una vez realizado el estudio real y objetivo de las posibles facturaciones, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El precio de la energía en España ha sufrido dos grandes subidas en los últimos años. En primer lugar, el término de energía aumentó en 2010 el 27% para suministros en baja tensión (tarifa 3.0 A) y el 73,3% si se trata de suministros en alta tensión con la tarifa 3.1 A. Por otra parte, el término de potencia aumentó en el año 2012 el 42,5% para contratos en alta tensión (tarifa 3.1 A) y el 62,2% para baja tensión (tarifa 3.1 A).

- Para un mismo suministro, como el estudiado, la facturación en alta tensión tradicionalmente ha sido más económica que la facturación en baja tensión. Esta afirmación, si bien es cierta, tiene matices. En 2008 el kWh de la tarifa 3.1 A era el 37% más económico que en la tarifa 3.0 A, lo que hacía que si una inversión media de montaje de un centro de transformación con su acometida y aparataje se situaba en los 50.000 € esta retornaba en 13 años (se debe tener en cuenta que siempre que se cita una amortización, se trata de amortización simple, sin considerar interés alguno del capital invertido; solamente el periodo de retorno de la inversión).

- Si los mismos cálculos se hacen a partir de 2011, cuando la diferencia del precio del kWh pasa del 37% al 7,2%, la rentabilidad de la nueva instalación se sitúa en los 39 años, lo que convierte el cambio en no recomendable.

- La instalación fotovoltaica, analizando solo parámetros de consumo y no de inversión inicial, es rentable en todo el recorrido histórico. Cierto es que la rentabilidad es espectacular si el montaje se hubiera realizado en el periodo normativo comprendido entre los años 2008 y 2011, pero en el periodo normativo actual, esa rentabilidad sitúa el gasto en energía consumida el 25% más barata que con la tarifa 3.0 A y el 19% más económica que la consumida con la tarifa 3.1 A.

- Tanto la venta de la energía excedentaria como la aplicación del novedoso peaje de respaldo, en este caso, no representan una cuantía elevada. Esto se debe a que la instalación que se plantea tiene el tamaño suficiente para rebajar el término de potencia sin llegar a penalizar económicamente por otros conceptos. Se pone en evidencia la importancia de las fases de estudio y de proyecto de la instalación, del cálculo real y objetivo en función de las necesidades del suministro. A juicio de los autores y para el caso actual, los cargos aplicados al

autoconsumo no son un factor que haya que tener en cuenta a la hora de decidir la realización de una instalación como la propuesta.

- El coste de la instalación fotovoltaica que se propone para esta pyme varía entre los 100.000 euros de 2008 y los 20.000 euros de 2015. Esto hace que una instalación realizada en 2008 se rentabilizara en nueve años, teniendo en cuenta que era una energía primada.

Con los mismos cálculos realizados en 2015, la inversión inicial sería de 20.000 euros, que se tardaría en recuperar algo más de cuatro años.

- La espectacular bajada de precios de los componentes hace pensar que, al inicio de la expansión de la energía fotovoltaica en España, se legisló sobre una tecnología no madura, lo que daba unas rentabilidades apoyadas en las primas a la energía producida hasta el punto de ser más rentable vender toda la producción que consumirla en la propia instalación. Actualmente, el desarrollo de los componentes necesarios ha alcanzado una madurez importante, lo que también ha repercutido en la rentabilidad.

- La recomendación que un gestor energético haría para el suministro estudiado debería ser la instalación de paneles fotovoltaicos hasta completar los 30 kW de potencia instalada, con lo que se conseguiría bajar el consumo de la red de distribución, pero sobre todo disminuiría el término de potencia y, con ello, las penalizaciones pagadas por superar la potencia contratada, situando el ahorro en el 25% de la factura energética actual.

## Referencias

### Normativas

- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Orden de 5 de septiembre de 1985, por la que se establecen normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 KVA y centrales de autogeneración eléctrica.
- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Resolución de 12 de febrero de 2004, de la Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo

Industrial y Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueba un conjunto de procedimientos de carácter técnico e instrumental necesarios para realizar la adecuada gestión técnica del Sistema Eléctrico.

- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1634/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica a partir de 1 de enero de 2007.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología (vigente hasta el 14 de julio de 2013).
- Orden ITC/3801/2008, de 26 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2009.
- Orden ITC/1659/2009, de 22 de junio, por la que se establece el mecanismo de traspaso de clientes del mercado a tarifa al suministro de último recurso de energía eléctrica y el procedimiento de cálculo y estructura de las tarifas de último recurso de energía eléctrica.
- Real Decreto 485/2009, de 3 de abril, por el que se regula la puesta en marcha del suministro de último recurso en el sector de la energía eléctrica.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Orden ITC/3353/2010, de 28 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2011 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Orden IET/3586/2011, de 30 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2012 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Real Decreto Ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de pre asignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Orden IET/290/2012, de 16 de febrero, por la que se modifica la Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008 en lo relativo al plan de sustitución de contadores.
- Real Decreto 1718/2012, de 28 de diciembre, por el que se determina el procedimiento para realizar la lectura y facturación de los suministros de energía en baja tensión con potencia contratada no superior a 15 kW.

Orden IET/221/2013, de 14 de febrero, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2013 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.

Real Decreto Ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.

Orden IET/1491/2013, de 1 de agosto, por la que se revisan los peajes de acceso de energía eléctrica para su aplicación a partir de agosto de 2013 y por la que se revisan determinadas tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial para el segundo trimestre de 2013.

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico; modificada por la Ley 3/2014, de 27 de marzo, por la que se modifica el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias (disposición final undécima).

Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.

Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.

Resolución de 21 de enero de 2014, de la Presidencia del Congreso de los Diputados, por la que se ordena la publicación del Acuerdo de Convalidación del Real Decreto Ley 17/2013, de 27 de diciembre, por el que se determina el precio de la energía eléctrica en los contratos sujetos al precio voluntario para el pequeño consumidor en el primer trimestre de 2014.

Orden IET/75/2014, de 27 de enero, por la que se regulan las transferencias de fondos, con cargo a las empresas productoras de energía eléctrica, de la cuenta específica de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia al Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, en el año 2013, para la ejecución de las medidas del Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, y los criterios para la ejecución de las medidas contempladas en dicho plan.

Orden IET/107/2014, de 31 de enero, por la que se revisan los peajes de acceso de energía eléctrica para 2014.

Resolución de 31 de enero de 2014, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se revisa el coste de producción de energía eléctrica y los precios voluntarios para el pequeño consumidor.

Resolución de 5 de febrero de 2014, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se fija el precio medio de la energía que aplicar en el cálculo de la retribución del servicio de gestión de la demanda de interrumpibilidad ofrecido por los consumidores que adquieren su energía en el mercado de producción durante el primer trimestre de 2014.

Orden IET/107/2014, de 31 de enero, por la que se revisan los peajes de acceso de energía eléctrica para 2014.

Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los precios voluntarios para el pequeño consumidor de energía eléctrica y su régimen jurídico de contratación.

Resolución de 14 de mayo de 2014, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se determina el valor del término DIFp que aplicar por los comercializadores de referencia en la facturación del consumo correspondiente al primer trimestre de 2014 a los consumidores a los que hubieran suministrado a los precios voluntarios para el pequeño consumidor.

Resolución de 23 de mayo de 2014, de la Dirección

General de Política Energética y Minas, por la que se establece el contenido mínimo y el modelo de factura de electricidad.

Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

Orden IET/2735/2015, de 17 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2016 y se aprueban determinadas instalaciones tipo y parámetros retributivos de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

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 del suministro de energía.

**Publicaciones**

CNE. Boletín mensual de indicadores eléctricos y económicos; Madrid, septiembre de 2013.

CNE. Informe de supervisión del mercado minorista de electricidad, julio 2011-junio 2012; Madrid, 12 de abril de 2013.

CNMC. Informe sobre los resultados de la liquidación provisional nº 11 de 2013. Sector eléctrico. Periodo de facturación: de 1 de enero al 30 de noviembre de 2013, Madrid, 14 de enero de 2014.

CNE. Informe sobre el sector energético español, parte I. Medidas para garantizar la sostenibilidad económico-financiera del sistema eléctrico, Madrid, 7 de marzo de 2012.

CNE. Informe sobre el sector energético español, parte III. Medidas sobre los mercados mayoristas de electricidad; Madrid, 7 de marzo de 2012.

CNE. Informe sobre el sector energético español, parte V. Medidas sobre los mercados minoristas de gas y electricidad; Madrid, 7 de marzo de 2012.

CNE. Resumen y conclusiones del informe de supervisión de la CNE sobre la verificación del efectivo consentimiento del consumidor en el cambio de suministrador en 2010; Madrid, 18 de julio de 2013.

CNE. informe 23/2013 de la CNE solicitado por la Secretaría de Estado de Energía sobre el Proyecto de RD por el que se regulan los mecanismos de capacidad e hibernación y se modifican determinados aspectos del mercado de producción de energía eléctrica; Madrid, 12 de septiembre de 2013.

CNMC. Boletín mensual de indicadores eléctricos de noviembre de 2013; Madrid, 9 de enero de 2014.

CNMC. Resultados de la XXIV subasta TUR electricidad. Cuarto trimestre de 2013; Madrid, 2013.

CNMC. Informe sobre el desarrollo de la 25ª subasta Cesur previsto en el artículo 14.3 de la orden ITC/1659/2009, de 22 de junio; Madrid, 7 de

enero de 2014.

Cuatrecasas Goncalves P. Nota monográfica, Energía, Madrid, diciembre 2013; [www.cuatrecasas.com](http://www.cuatrecasas.com).

Herrero Sinovas M, Barroso I. Manual de tarificación eléctrica, 3ª edición, Valladolid, enero de 2013.

Huerta Asenador S. La energía solar, a un paso de ser tan barata como los combustibles fósiles. Expansión; 20 de abril de 2015, Madrid.

Mendoza Losana, AI. Guía breve para la aplicación de la Orden de Renovables; <http://www.gomezacebo-pombo.com/index.php/es/conocimiento/analisis/item/1620-gu%C3%ADa-breve-para-la-aplicaci%C3%B3n-de-la-orden-de-renovables>

MIBEL. Información mensual del MIBEL diciembre 2013; Consejo de Reguladores; Madrid, enero de 2014.

OMEL. Instrucción 1/2007. Procedimiento para permitir la entrega física de energía asociada a contratos de futuros negociados en el mercado a plazo gestionado por OMIP-OMIClear, de conformidad con la disposición transitoria única de la orden/ITC/3990/2006, de 28 de diciembre, por la que se regula la contratación a plazo de energía eléctrica por los distribuidores en el primer semestre de 2007; Madrid, 28 de febrero de 2007.

Red Eléctrica de España, el sistema eléctrico español, avance del informe 2014, Madrid, diciembre de 2014.

Reseau de Transport de Electricité (RTE); Sustainable development; Report 2012.

Reseau de Transport de Electricité (RTE); Bilan électrique 2014; Paris, 29 de enero de 2015.

**Direcciones web**

OMIE. <http://www.omie.es/inicio> Visitada el 23 de mayo de 2016,

BOE.es - Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. <http://www.boe.es/> Visitada el 23 de mayo de 2016.

FACUA. Cádiz alerta sobre las visitas a los domicilios de comerciales de empresas de electricidad. <https://www.facua.org/es/noticia.php?id=8214> Visitada el 23 de mayo de 2016.

La Nueva Crónica. <http://www.lanuevacronica.com/> Visitada el 23 de mayo de 2016.

Red Eléctrica de España. <http://www.ree.es/es/> Visitada el 23 de mayo de 2016.

Main Tables Eurostat. <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/main-tables> Visitada el 23 de mayo de 2016.

**Agradecimiento**

Se agradece a la empresa Inatega su colaboración y que haya autorizado el uso de sus datos de consumo eléctrico, así como la publicación de los resultados del estudio realizado con su nombre.

**Pablo Zapico Gutiérrez** es máster oficial en Energías Renovables, ingeniero técnico industrial, ingeniero técnico de minas por la Universidad de León, Área de Ingeniería Eléctrica, y jefe de la Sección de Industria y Energía de la Junta de Castilla y León en León. [pablo.zapico@unileon.es](mailto:pablo.zapico@unileon.es)

**Alejandro García Fernández** es máster oficial en Prevención de Riesgos Laborales, graduado en Ingeniería de la Energía e ingeniero técnico de Minas. Actualmente cursa el Máster en Ingeniería Minera y de Recursos Energéticos en la Universidad de León.

**Pablo Zapico Gómez-Collantes** es estudiante de ADE.



# ACREDITACIÓN DPC INGENIEROS

JUNIOR SENIOR ADVANCED EXPERTISE

Tu experiencia y formación tienen un valor

Tu experiencia y formación

tienen un valor

El Sistema de Acreditación DPC de Ingenieros, realizado y gestionado por el COGITI, implanta un procedimiento de acreditación del desarrollo profesional continuo (DPC) bajo 4 niveles, que documentalmente valida y acredita la competencia profesional, compuesta por formación y experiencia adquirida a lo largo de la vida profesional del Ingeniero en el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

La acreditación como ingeniero, en cualquiera de los niveles, aporta a los profesionales beneficios

intangibles, prestigio profesional, y beneficios tangibles, acceso a la bolsa de empleo de ingenieros acreditados, descuentos en formación, seguro profesional, etc.

La acreditación DPC de ingenieros es un título profesional, respaldado por la marca COGITI que transmite confianza y credibilidad a consumidores y empresas, y que aporta a aquél que lo ostente, prestigio, visibilidad profesional y el derecho a disfrutar de servicios exclusivos.

**COGITI**  
ACREDITACIÓN DPC  
INGENIERO JUNIOR

**COGITI**  
ACREDITACIÓN DPC  
INGENIERO SENIOR

**COGITI**  
ACREDITACIÓN DPC  
INGENIERO ADVANCED

**COGITI**  
ACREDITACIÓN DPC  
INGENIERO EXPERTISE

## Beneficios de la acreditación



### Prestigio profesional

Sello de garantía avalado por el COGITI como órgano representativo de la Ingeniería Técnica Industrial Española que aporta una certificación de la formación y la experiencia a lo largo de la vida profesional.



### Empleo

Da acceso a la "Bolsa de empleo de Ingenieros Acreditados" cuya función será la promoción de los perfiles de los ingenieros acreditados. Acceso a grupos de redes sociales profesionales del COGITI.



### Certificado curricular

Certificación y validación de la veracidad del curriculum vitae del colegiado acreditado en cualquiera de los niveles.



### Descuentos en formación

Descuentos en las actividades formativas de la Plataforma on-line de formación del COGITI, existiendo además la posibilidad de descuentos adicionales en las acciones formativas impartidas por los Colegios.



### Visibilidad profesional

Diploma acreditativo del nivel DPC, tarjeta acreditativa, incorporación en el Registro Profesional de Ingenieros Acreditados (RPIA), identificación pública de los ingenieros inscritos acreditados.



### Movilidad UE

Válido en procesos de reconocimiento de cualificaciones para ingenieros que deseen desplazarse a trabajar a países UE. Asesoramiento directo del COGITI en la preparación de los dossieres de reconocimiento de cualificaciones profesionales.



### Condiciones especiales SRC

La Acreditación modulará las prestaciones y coberturas del seguro de Responsabilidad Civil, accediendo a condiciones específicas.



### Acceso a Grado

El Sistema de Acreditación de ingenieros como instrumento para el reconocimiento de la experiencia profesional, y otros méritos por parte de las Universidades.

## Empresas colaboradoras.

ARAMBARRI & GONZÁLEZ  
EXECUTIVE SEARCH

MARSH

Michael Page  
INTERNATIONAL

HAYS Recruiting experts  
worldwide

NB : NORMAN  
BROADBENT

Wolters Kluwer  
España

marketyou  
BETA

MAPFRE

catenon®  
WORLDWIDE EXECUTIVE SEARCH

ferroser

Gehrlicher  
Solar

ADARTIA

# Diagnóstico con descargas parciales a transformadores de potencia en Cuba

Yendry González Cardoso

**El diagnóstico en línea con la técnica de descargas parciales surge como consecuencia de la necesidad de dar solución al problema del control del estado técnico de los transformadores de fuerza e implementar así el concepto del mantenimiento predictivo como una forma de alargar su vida útil y evitar que se deterioren lo suficiente como para que fallen. El propio desarrollo tecnológico ha ido encareciendo considerablemente estos equipos. Por tanto, se hace necesario crear y evolucionar los métodos y que sean capaces de determinar el estado técnico de la maquinaria sin necesidad de sacarla de la explotación. Desde hace varios años se trabaja en Cuba la técnica de diagnóstico con descargas parciales desarrollada por la firma rusa DIACS y en el presente trabajo se expone el procedimiento de ejecución, criterios de aceptación, la forma de analizar los resultados obtenidos en las mediciones y un ejemplo de los trabajos realizados con esta técnica a los equipos del sistema electroenergético nacional.**

## Introducción

### ¿Qué es una descarga parcial?

El término descarga parcial se define como una rotura dieléctrica localizada en una pequeña región de un sistema sólido o líquido del aislamiento eléctrico sometido a condiciones de estrés de alta tensión. Las descargas parciales pueden dañar considerablemente el material de aislamiento y los gases corrosivos emitidos pueden producirle daños adicionales, así como también a las piezas metálicas, donde a la larga el medio aislante en general puede fallar<sup>1</sup>.

La Norma IEC 60270 define las descargas parciales como "descargas localizadas de electricidad que solo puentean parcialmente el aislante entre conductores", pero así mismo las dividen en tres categorías principales:

- **Descarga en corona:** se produce en el aire o el gas que rodea un conductor; tiene lugar cuando el campo eléctrico localizado excede la tensión de rotura del aire o el gas circundante, y suele ocurrir en las puntas o en los bordes afilados de los conductores. La descarga en corona puede considerarse relativamente inofensiva en equipos de exteriores, ya que los gases corrosivos son eliminados o transportados lejos por los efectos meteorológicos. Sin embargo, si la descarga en corona tiene lugar en un entorno cerrado, los gases corrosivos no tienen salida y pueden producir daños adicionales.

- **Descarga superficial:** se produce en la superficie de un aislador y su resultado más habitual es la generación de pistas de conducción en la superficie del aislante y la reducción de su eficacia.

Está estrechamente asociada a la contaminación y la humedad y es una forma de descarga parcial relativamente común. La descarga superficial es en especial dañina en aislantes encapsulados en resina o poliméricos. Si no se detectan y reparan los puntos de descarga, crecen y pueden llegar a arder.

- **Descarga interna:** se produce en el interior del material o líquido aislante y está asociada a pequeñas cavidades huecas a menudo microscópicas que existen en el interior del aislante sólido o líquido. La descarga interna es la más difícil de diagnosticar en campo, ya que el problema no presenta síntomas visibles o audibles.

Cuando se inicia la descarga parcial aparecen pulsos transitorios de corriente de alta frecuencia cuya duración oscila entre los pocos nanosegundos y el microsegundo; luego desaparecen y vuelven a aparecer repetidamente. Las corrientes procedentes de descargas de tipo parcial son difíciles de medir a causa de su pequeña magnitud y corta duración. El episodio puede detectarse como un cambio muy pequeño en la corriente consumida por la muestra sometida a prueba.

## Desarrollo

### Caracterización y consideraciones generales

La experiencia en la explotación de máquinas eléctricas de alto voltaje demuestra que existe una correlación entre la ocurrencia de las descargas parciales y el deterioro o envejecimiento del aislamiento que provocan las condiciones de operación a las que están sometidas. El

proceso de desarrollo de las descargas continúa hasta que en el material aislante se produce una descarga eléctrica que lo perfora y hace fallar el equipo y causa daños difíciles y en algunos casos imposibles de reparar. El problema consiste en determinar con técnicas de diagnóstico el momento en que el aislamiento debe ser reparado y localizar de la forma más exacta posible el lugar donde hay que hacer la reparación.

Esta tecnología ha dado solución a esta problemática con medios de medición y accesorios que pueden montarse en el equipo con facilidad, sin que sea necesario establecer condiciones especiales de prueba y garantizando la seguridad del personal que realiza las mediciones con el equipo en servicio.

Los defectos en la parte activa de una máquina eléctrica inducen señales en la misma gama de frecuencia de las que circulan por la carcasa del equipo. Entonces puede detectarse y con la forma de onda de la señal asociada a cada defecto identificarlo, medir su magnitud y clasificarlo. Estas posibilidades satisfacen las expectativas de un método de diagnóstico en línea.

Como toda técnica de diagnóstico en línea por sí sola, no constituye una prueba que aporta todos los elementos para determinar el estado técnico real de un transformador de fuerza. Sin embargo, con esta técnica se pueden detectar y localizar con bastante exactitud y rapidez gran número de defectos. Una valoración de este tipo siempre requiere complementar los resultados obtenidos con los de otras técnicas de diagnóstico, pruebas eléctricas convencionales y

fundamentalmente el análisis de la experiencia de explotación del equipo.

**Criterios de aceptación**

Con los resultados de las mediciones, el estado técnico del equipo se clasifica a partir de la magnitud del valor máximo de las señales detectadas de acuerdo con la tabla 1.

Como en toda técnica de diagnóstico, a la hora de emitir un veredicto o criterio sobre el estado técnico de un transformador, hay que tener en cuenta factores como:

- Características técnicas y particularidades de diseño del transformador diagnosticado.
- El tiempo que lleva en servicio el equipo investigado.
- Qué representa el transformador en términos de confiabilidad del servicio.
- Estado de carga del equipo en el momento de la medición.
- Resultados de pruebas y diagnósticos anteriores.
- Criterios de los técnicos y personal que opera el equipo.

**Significado de la clasificación de acuerdo con los criterios de aceptación**

**Norma**

*Descripción:* los defectos que se detectan y localizan son de una magnitud normal o se encuentran en fase inicial de desarrollo.

*Significado:* el equipo se puede explotar en régimen normal sin que se establezcan limitaciones de operación.

*Recomendaciones:* repetir diagnóstico con periodicidad anual.

**Norma con desviaciones**

*Descripción:* los defectos que se detectan y localizan son de una magnitud que deben comenzar a atenderse ya que comienzan el proceso de desarrollo.

*Significado:* el equipo se puede explotar en régimen normal sin que se establezcan limitaciones.

*Recomendaciones:* repetir diagnóstico con periodicidad que puede oscilar de 4 a 6 meses de acuerdo con el o los defectos detectados y su magnitud, los resultados de diagnósticos o pruebas precedentes y experiencia de la explotación del equipo.

**Norma con desviaciones significativas**

*Descripción:* los defectos que se detectan y localizan están bien definidos y tienen una magnitud que requiere

Clasificación del equipo	Magnitud de la señal
Norma	20-200 mV
Norma con desviaciones	200-500 mV
Norma con desviaciones significativas	500-1.000 mV
Fuera de norma	1.000-5.000 mV
Grave	> 5.000 mV

Tabla 1. Clasificación del estado técnico del equipo.

establecer un proceso de seguimiento, pues presentan un estadio superior de desarrollo.

*Significado:* técnicamente el equipo se puede explotar en régimen normal sin que se establezcan limitaciones de operación. No obstante, a criterio del grupo que realiza el diagnóstico y de acuerdo con los especialistas de operación y mantenimiento, se puede recomendar la realización de pruebas convencionales o aplicación de otras técnicas de diagnóstico que puedan aportar criterios sobre el estado técnico para tomar decisiones acertadas.

*Recomendaciones:* repetir diagnóstico con periodicidad que oscila entre 2 y 4 meses, de acuerdo con el o los defectos detectados y su magnitud. Se recomienda realizar pruebas convencionales y diagnósticos con otras técnicas y debe comenzarse a implementar medidas profilácticas.

**Fuera de norma**

*Descripción:* los defectos que se detectan y localizan tienen asociadas señales potentes y se encuentran perfectamente desarrollados. Resulta imprescindible establecer un régimen de seguimiento con mediciones periódicas para determinar tendencias.

*Significado:* se establecen limitaciones en el régimen de explotación del equipo a criterio del grupo que realiza el diagnóstico y de acuerdo con los especialistas de operación y mantenimiento, teniendo en cuenta sus características técnicas, detalles constructivos, condiciones particulares de explotación y tiempo en servicio. Es recomendable preparar las condiciones para la intervención.

*Recomendaciones:* repetir diagnóstico con periodicidad mensual o menor

de acuerdo con el o los defectos detectados, los resultados de pruebas y diagnósticos precedentes.

Debe recomendarse realizar diagnóstico con diferentes técnicas bajo diferentes regímenes de operación antes de la parada y efectuar pruebas eléctricas convencionales que aporten criterios.

**Grave**

*Descripción:* los defectos que se detectan y localizan tienen asociadas señales muy potentes y son propias de defectos peligrosos que comprometen la operación del transformador.

*Significado:* de acuerdo con el desarrollo de los defectos, existe una probabilidad alta de fallo en el equipo.

*Recomendaciones:* detener el equipo, hacer pruebas eléctricas convencionales, inspección profunda e intervención total.

**Procedimiento para la medición con esta técnica**

El procedimiento de medición de descargas parciales que se emplea en nuestro país se deriva del sistema de documentos, recomendaciones e instrucciones de la compañía DIACS, aprobados por el organismo nacional de normalización de la Federación Rusa y está incluido en el *Manual de procedimientos para el diagnóstico de máquinas eléctricas de la ECIE*, modificado para las condiciones de operación de nuestro SEN y la experiencia en esta actividad para garantizar la confiabilidad y trazabilidad de los resultados.

Los puntos de medición normalizados se han establecido teniendo en cuenta los detalles constructivos propios de los transformadores de fuerza como se muestra en la figura 1.



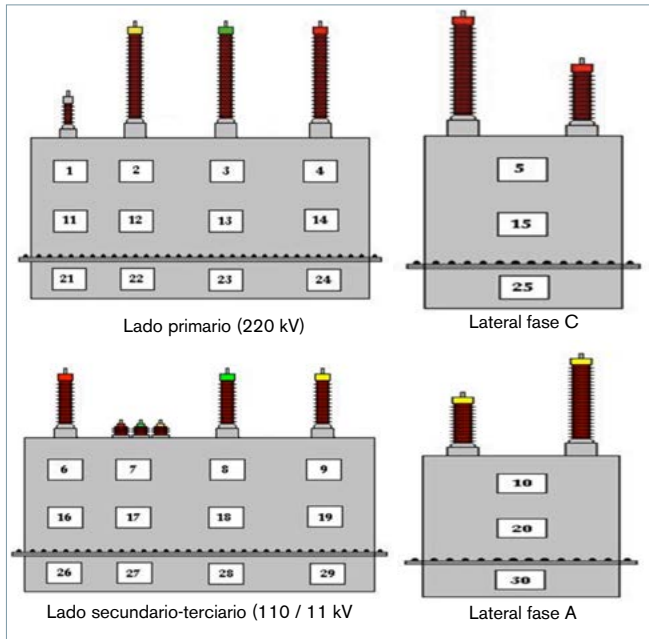


Figura 1. Puntos de medición de un autotransformador 220/110/11 kV 125 MVA.

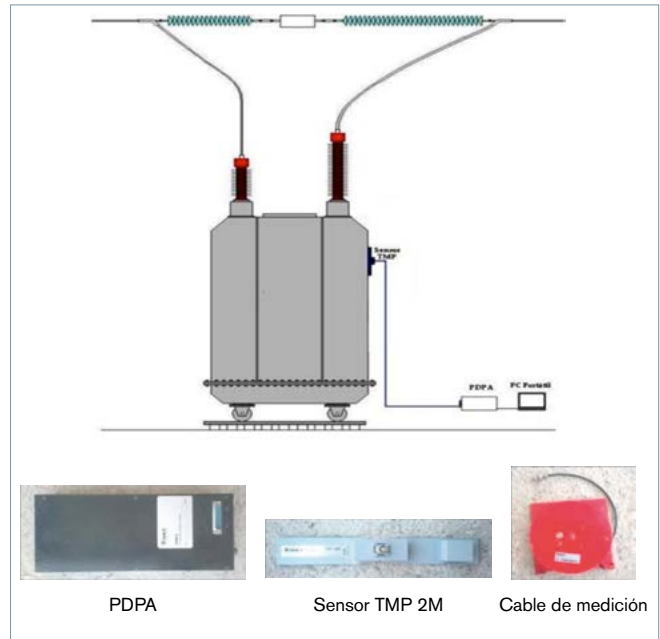


Figura 2. Montaje del equipamiento para la obtención de las características N (Q).

**Obtención de las características N (Q) y análisis de los resultados**

La medición consiste en tomar lecturas con un sensor magnético del tipo TMP conectado al analizador de descargas parciales (PDPA) mediante el software de medición EXPERT en los puntos de medición establecidos en la figura 1 (figura 2).

Concluido el proceso de medición en todos los puntos se hace el análisis de las curvas N (Q) para determinar el o los defectos presentes y cuál es su ubicación aproximada, tomando como criterio de análisis la forma de la característica, el número de pulsos, la magnitud y la potencia de las descargas en cada punto de medición.

Por ejemplo, tomando como base un caso real de diagnóstico de un autotransformador Zaporozhie de 125 MVA 220/110/11 kV con 25 años en servicio, de cuyos resultados de medición hemos tomado las características N (Q), se observan defectos significativos;

el sensor fue ubicado en el punto 14 fase C por 220 kV.

En esta curva se aprecian dos regiones que indican la presencia de al menos dos fenómenos (figura 3):

**Región 1:** entre 0 y 200 mV, aproximadamente caracterizada por una gran cantidad de pulsos de magnitud pequeña, que generalmente está asociada a descargas por efecto corona.

**Región 2:** menor número de pulsos pero de gran magnitud entre 200 y 2.250 mV aproximadamente, que pueden estar asociados a un proceso desarrollado de descargas potentes en el aislamiento que supone el defecto predominante en el equipo.

**Obtención de los oscilogramas de las señales emitidas por los defectos**

Efectuado el proceso de obtención y análisis de las características N (Q), como se ha detallado hasta el momento, se ha determinado que en el transforma-

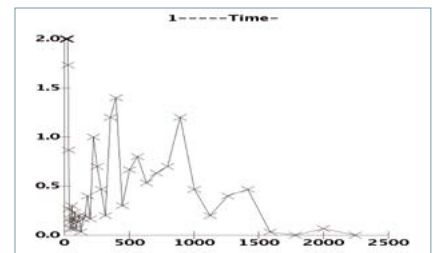


Figura 3. Característica N (Q).

dor tomado como ejemplo existe al menos un defecto que tiene asociada una señal potente propia de un defecto bien desarrollado y que preliminarmente se localiza en el centro de la fase C en la rama de 220 kV del devanado.

Para poder determinar de qué tipo de proceso se trata, se requiere obtener el oscilograma que corresponde a la señal que emite y localizar en qué parte del equipo ocurre (localización espacial) (figura 4).



Figura 4. Equipos de medición para obtener los oscilogramas y localizar los defectos.

**Calibración del esquema de medición y localización espacial**

Como se ha visto anteriormente, los sensores TMP detectan el valor máximo de la magnitud de las señales con un nivel de tolerancia. Por otra parte, los cables, aunque tengan la misma longitud, pueden tener un valor medio de impedancia

también con una desviación. La combinación de tales condiciones introduce errores de medición que pueden llevar a una localización errática del o los defectos.

Por consiguiente, resulta imprescindible seleccionar tres conjuntos cable-sensor que colocados en el mismo punto del transformador arrojen en el oscilógrafo tres señales con la misma forma de onda, magnitud y fase. Al lograr una configuración satisfactoria de los tres conjuntos cable-sensor asociados a tres canales del oscilógrafo, la misma se mantendrá para todas las mediciones en el equipo bajo análisis (figura 5).

La localización espacial se lleva a cabo ubicando convenientemente en los puntos de medición establecidos para el transformador o los puntos determinados de forma preliminar en el análisis de las características N (Q). Para eso desplegamos un sensor conectado por cable de medición al canal del oscilógrafo y a partir del oscilograma obtenido se clasifica y determina el defecto.

**Oscilogramas característicos de las señales asociadas a los defectos**  
La figura 6 representa los oscilogramas característicos de las señales asociadas a los defectos.

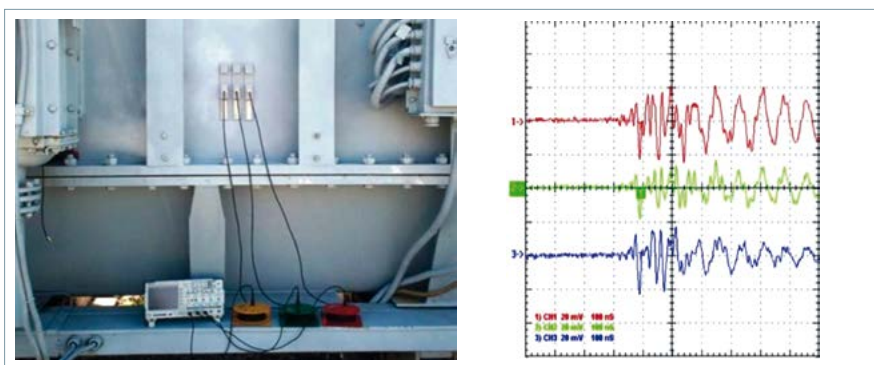


Figura 5. Calibración del esquema de medición y oscilograma de la calibración.



Figura 6. Oscilogramas de las señales asociadas a los defectos.

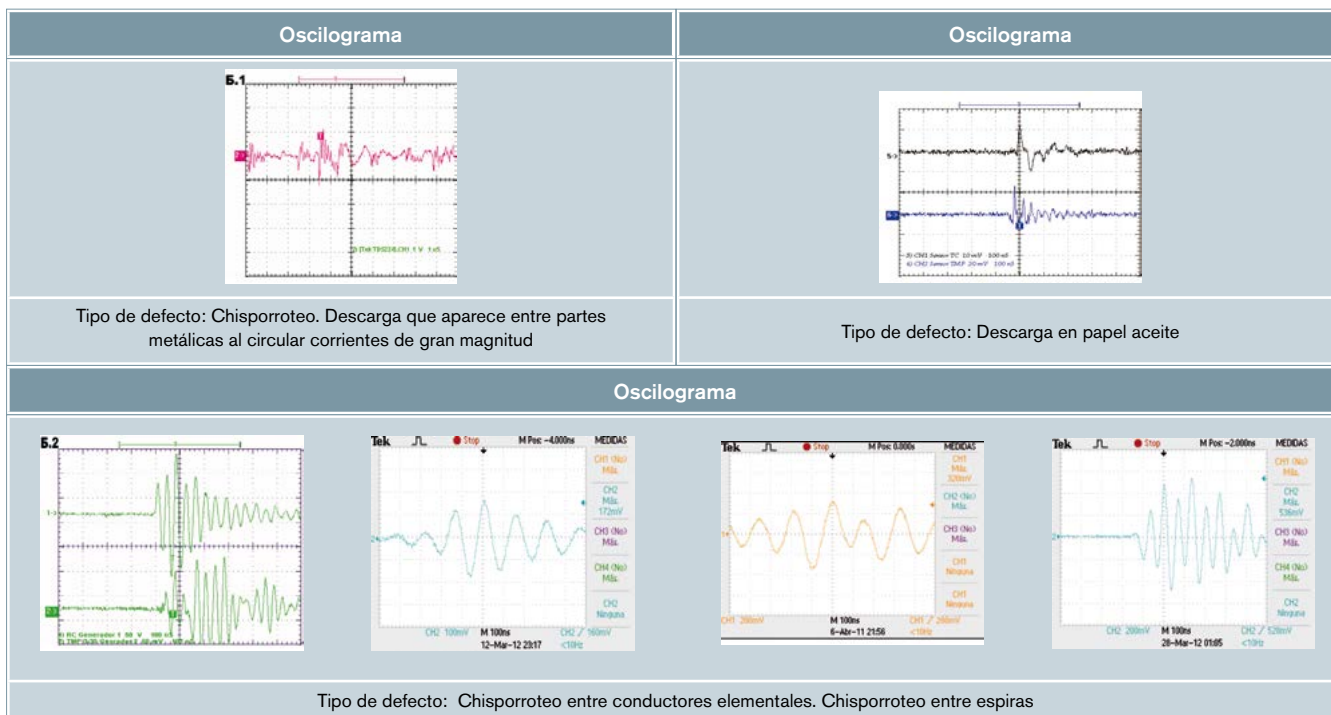


Figura 6. Oscilogramas de las señales asociadas a los defectos (continuación).

Datos del equipo	
Identificación	2 AT
Equipo	Autotransformador
Fabricante	TBEA
Modelo	OSFPSZ
Número de serie	11B12325
Potencia nominal	125 MVA
Voltaje nominal	220/110/11 kV
Condiciones de operación	
Potencia activa	20,2 MW
Potencia reactiva	2,1 MVA

Tabla 2. Datos del equipo.

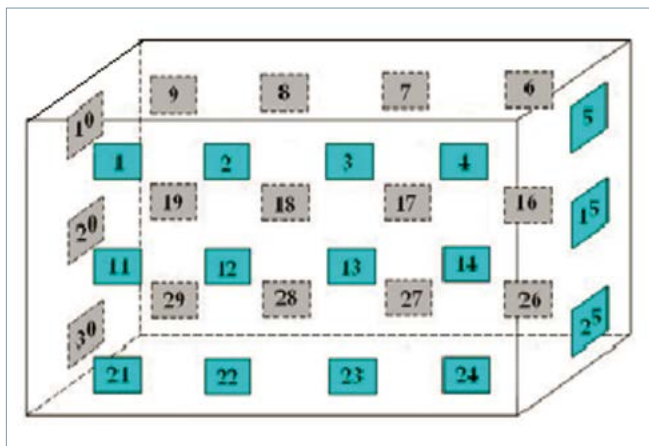


Figura 7. Diagrama de puntos de medición normados



Figura 8. Autotransformador 125 MVA 220/110/11 kV.


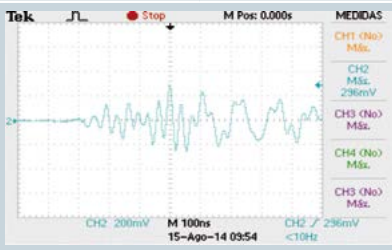
Defecto 1			
Tipo de señal	Chisporroteo	Valor Máximo	296 mV
		Localización	Punto 1
Localización física del defecto		Oscilograma del defecto	
			

Figura 9. Resultados de las mediciones.

Defecto 2			
Tipo de señal	Chisporroteo	Valor Máximo	264 mV
		Localización	Punto 30
Localización física del defecto		Oscilograma del defecto	
			

Figura 10. Resultados de norma con desviaciones.

Clasificación	Norma con desviaciones
Comentarios	El defecto se localiza en el parte donde se encuentra ubicado el conmutador bajo carga, está en proceso de desarrollo y tiene asociada una señal propia de un posible falso contacto Recomendación Repetir la prueba de diagnóstico de descargas parciales a los 4 meses. Hay que tener en cuenta la poca carga que asume en condiciones normales, coordinar para variar el régimen y aumentar la carga
Recomendación	Repetir la prueba de diagnóstico de descargas parciales a los 4 meses. En la próxima siguiente prueba vamos se van a analizar tendencias

Tabla 3. Resultados de norma con desviaciones.

**Ejemplo de resultados de trabajos realizados DDP**

La tabla 2 y la figura 7 muestran resultados de trabajos. En la figura 8, un auto-transformador.

Los resultados de las mediciones se muestran en la figura 9.

Los análisis de los resultados se aprecian en la figura 10 y en la tabla 3.

**Conclusiones**

La aplicación de esta tecnología en Cuba ha permitido establecer un procedimiento de aplicación válido para el diagnóstico en línea de los transformadores de fuerza instalados en el SEN.

Una de las ventajas de esta técnica es que puede aplicarse al equipo en servicio sin necesidad de implementar condiciones especiales. Además, puede ejecutarse con determinada rapidez en función de la destreza de las personas que la lleven a cabo.

La experiencia en la aplicación de esta técnica demuestra que se pueden detectar y localizar con un alto grado de exactitud defectos en condiciones de operación.

Los resultados que aporta esta técnica en la determinación del estado técnico del transformador debe complementarse con los que aportan otras técnicas de

diagnóstico *on line*, las pruebas eléctricas convencionales y tener en cuenta la experiencia en la explotación y los resultados de pruebas y análisis precedentes.

**Yendry González Cardoso** es ingeniero eléctrico graduado en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas (UCLV), Villa Clara (Cuba). Ha cursado estudios de posgrado en Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, Técnicas de Diagnóstico y Monitorización a Equipos Eléctricos y Subestaciones, Pruebas y Mediciones Eléctricas, Maestría en Ingeniería Eléctrica. Es especialista en redes y sistemas eléctricos de transmisión y en diagnóstico con termografía infrarroja, descargas parciales y análisis de gases disueltos en aceite, mediciones y pruebas eléctricas a transformadores. yendryg1985@gmail.com

## Descripción de los procesos preindustriales en las comunidades tribales de África central

Santos Lozano Palomeque

### Introducción y objetivos

En septiembre de 2016 vino desde Montreal a visitarme a Extremadura Jean Pierre Kumpel Van N.A.L. Tenía referencias sobre de mis trabajos en África central y necesitaba ayuda para enfocar un proyecto de desarrollo agroindustrial en un lugar muy remoto del centro de la República Democrática del Congo llamado Mokala. Allí se encuentra una antigua misión que crearon los belgas en la cuenca del Río Congo, el último misterio en las exploraciones de África. La región había permanecido inexplorada hasta que Henry Morton Stanley realizó su famosa expedición en 1874-1877. Lo remoto del lugar, las enfermedades y las espesas selvas habían impedido hasta entonces el avance colonial en esa parte de África.

Pensé que en ningún lugar como aquel se podrían demostrar mis tesis sobre agricultura sin energía, así que decidí ayudarlo y preparamos un viaje de investigación. Quería conocer cómo se estructuran las organizaciones sociales, las actividades productivas de la población local, las transformaciones actuales de los productos y el potencial de las energías renovables.

Se ha recopilado mucha información en nuestro viaje a Mokala, pero en este artículo me centraré en hablar de algo de lo que no se conoce prácticamente nada, me refiero a los procesos preindustriales que actualmente existen en las comunidades tribales de África Central. Si entendemos estos procesos, sus limitaciones y la forma de mejorarlos, habremos avanzado mucho sobre cómo plantear proyectos para el asentamiento de las poblaciones rurales de África subsahariana. El conocimiento de los medios de vida de la población rural de África Central tiene interés para planificar las políticas de acción frente al fenómeno migratorio actual.

Por otra parte, puesto que en las regiones rurales de África Central no suele haber disponibilidad de energía eléctrica, discutiremos también las opciones

de la generación distribuida como alternativa para impulsar las actividades productivas en la región.

### El viaje a Mokala

El viaje a Mokala resultó ser una excepcional experiencia, un viaje al pasado en el que investigué los medios de vida en las regiones rurales de África Central, cuáles son sus principales problemas y, sobre todo, me di cuenta del enorme interés que para Occidente tiene ayudar a las sociedades tribales de África subsahariana a asimilar la tecnología moderna. La importancia de este concepto creo que es vital para los africanos, pero no menos para Occidente.

**“He viajado por muchas regiones remotas del planeta, pero ninguna representa a las sociedades tradicionales como las que encontré en la cuenca del río Congo”**

África tendrá en 2050 unos 2.000 millones de habitantes, que habitarán un continente muy afectado por las pérdidas de cultivos que está provocando el cambio climático. Se espera que entre 50 y 200 millones de personas tengan que abandonar sus hogares, y quizás sean estimaciones optimistas porque poco se conoce sobre la capacidad que tendrá África para seguir manteniendo a una población en vertiginoso crecimiento, y en un territorio cada vez más seco. Esa emigración se produce desde el medio rural y en lugares como Mokala están las causas que están provocando un éxodo migratorio jamás visto.

La gente está escapando de los desiertos, de las selvas, de las sabanas y está emprendiendo un viaje migratorio

de gran alcance. Gran parte de la población rural vivía en unas condiciones que habían variado poco desde el Neolítico, y han soportado siempre muchas penurias. Pero ahora la diferencia está en que les hemos dado internet, porque internet hay en casi todos sitios de África. En los lugares más perdidos de África se sabe que hay un mundo diferente y alcanzarlo es el principal objetivo. Según el Eurobarómetro, los dos principales problemas de los europeos son la migración y el terrorismo, y los ciudadanos se oponen frontalmente a la inmigración desde fuera de la UE. Pero no se pueden poner puertas al campo, o se buscan soluciones para el asentamiento de la población rural en sus lugares de origen o la emigración masiva es inevitable. También el terrorismo integrista tiene entre sus causas fundamentales la falta de alimentos. La guerra de Siria y la aparición de Boko Haran en Nigeria tienen su origen en carencias de alimentos debidas a la sequía provocada por el cambio climático.

He viajado por muchas regiones remotas del planeta, pero ninguna representa a las sociedades tradicionales como las que encontré en la cuenca del río Congo. En ese territorio podemos extraer datos de primera mano que nos ayudarán a entender lo que está ocurriendo con las poblaciones rurales de África y proponer soluciones para paliar el problema.

### Entendiendo África central

África Central es actualmente el punto geoestratégicamente hablando más importante del planeta. En esta región se encuentran enormes riquezas naturales entre las que podemos citar coltán, diamantes, petróleo y muchos otros recursos de gran importancia. Todas las grandes potencias tienen puesta su mirada en esta zona del planeta. Pero esta región es de difícil acceso, inestable, con conflictos bélicos endémicos, rentas per cápita de las más bajas del mundo, tasas de crecimiento de población próximas al



Figura 1. Proceso completo del sistema tradicional de producción de mandioca.

3% anual y un éxodo masivo de la población rural.

### La cuenca del río Congo

Con 4.700 km de longitud, y pese a ser la segunda mayor cuenca del continente, las enfermedades y las densas selvas habían impedido su exploración. No fue hasta finales del siglo XIX cuando los europeos empezaron a colonizar la región. La cuenca del río Congo es una enorme extensión de África donde tienen parte de su territorio nueve países (Angola, Camerún, República Democrática del Congo, Burundi, Ruanda, Tanzania y Zambia). Las selvas más extensas e impenetrables de África están también en la cuenca del Congo. En el corazón verde de África, estas selvas son un paraíso para pueblos indígenas, elefantes forestales, gorilas y una asombrosa vida salvaje.

### Biodiversidad en la República Democrática del Congo

A la hora de plantear el desarrollo de procesos productivos en África Central, y en particular en la República Democrática del Congo, es importante conocer el potencial que para la biodiversidad tiene esta región. Creo que el asentamiento de sus poblaciones rurales está precisamente en la explotación sostenible de los recursos naturales.

Unas 50.000 especies de plantas se han desarrollado en los bosques y sa-

banas de África. Sin embargo, será muy difícil encontrarlas como especies tropicales en los países templados porque allí llegan fundamentalmente de América y Asia. El potencial de las especies africanas está completamente por explotar. Sobre horticultura poco se conoce.

En la República Democrática del Congo se han descrito por ahora 11.000 plantas forestales, de las cuales 1.100 son endemismos. Otra particularidad de las selvas de África Central es que en una superficie pequeña de terreno encontraremos muchas especies. En un terreno de 200 m<sup>2</sup> en Gabón se encontraron 200 especies de plantas diferentes. En otro estudio en Camerún se identificaron 227 especies en 100 m<sup>2</sup>. Estas diversidades son las más elevadas encontradas en el mundo.

La biodiversidad en la agricultura congoleña es excepcional, tanto por la gran cantidad de especies y variedades cultivadas como también por muchas otras que son recolectadas de la foresta. Los puntos débiles son que la que la productividad es baja y que se carece de técnicas poscosecha que permitan la divulgación de estos extraordinarios valores. Trabajando con especies cultivadas y recolectadas podemos innovar en aplicaciones con muchas especies y variedades.

Si conseguimos introducir técnicas poscosecha con energías renovables en África Central estaremos abriendo

el camino hacia una excepcional fuente de biodiversidad que nunca ha llegado a occidente. Asimismo, creemos que con esa estrategia estaremos también contribuyendo a estabilizar a la población rural. Pocas iniciativas existen para ayudar a la agricultura tradicional africana, a los cultivos perdidos y a la divulgación de los valores de los productos del bosque tropical lluvioso que pueden aprovecharse de forma sostenible.

### Tribalismo en las comunidades rurales

En África la cuestión étnica es una realidad viviente, y muy activa en el medio rural. En la República Democrática del Congo la organización social que se mantiene es tribal, mientras que el Gobierno estatal es débil si lo comparamos con lo que conocemos en Europa. En los poblados de Mokala pregunté mucho sobre el tribalismo y su alcance. Aquí recojo algunas cuestiones que considero esenciales para entender esta forma de vida.

La República Democrática del Congo está reconocida como la segunda nación más étnicamente diversa del mundo, por lo que hay una gran diversidad de pueblos, costumbres y lenguajes. En el Congo la población está formada por varias etnias, reagrupadas en grandes grupos en los que la sociedad se reencuentra a través de características comunes como lengua, costumbres y tradiciones. Las

organizaciones tribales tienen funciones como gobierno local, además de otras como el registro de la propiedad de la tierra o actuaciones como jueces de paz.

En Mokala, están bien desarrolladas las estructuras étnicas tradicionales. En el Congo, la problemática étnica es crucial, por lo que entendemos que es importante que el desarrollo de actividades productivas se lleve a cabo desde la base, es decir, trabajando directamente con los productores a través de sus organizaciones étnicas.

El tribalismo establece el orden social basándose en la familia, que suelen ser agrupamientos de unas 30 personas. Varias familias forman clanes agrupados en poblados, que se van concentrando por el territorio formando grupos. Los diferentes grupos conforman un sector. Los grupos étnicos en la periferia de Mokala son principalmente Mongo, uno de los más grandes del país, representado por los subgrupos Njundo, Ndengese, Yaelima e Isolu. Otros grupos incluyen el Mbole y el Twa pygmies.

Un amigo congoleño me dijo una vez que según un dicho africano la riqueza de las personas está en sus hijos. Efectivamente es así, sin protecciones sociales la única forma de tener garantizada ayuda cuando son viejos es tener una gran familia, y en eso están. Una mujer en el Congo no se considera como tal a menos que tenga un mínimo de 8 hijos, y

probablemente tendrá algunos más. Estamos, por tanto, ante un planteamiento de gran alcance que afecta a África, pero afectará aún más a la Europa del bienestar.

El planteamiento que me hizo Jean Pierre era diferente de los de la cooperación convencional. Había nacido en una choza en Mokala y su idea es promover la agricultura tradicional estimulando el cooperativismo en las sociedades tribales tradicionales. Esa metodología, aún poco explorada, me interesó mucho porque creo que, si se realizan acciones para cambiar una sociedad, debemos plantearlas desde sus estructuras sociales tradicionales. El tribalismo es una forma de organización social, la primera fuente de identidad de los individuos en grupos étnicos, basada en la familia, que es el eje de la sociedad. Sus costumbres tradicionales y la fuerza grupal están basadas en la familia tribal. Las familias rurales en África Central practican frecuentemente la poligamia. El marido tiene una choza central y las esposas viven en pequeñas chozas próximas. Las mujeres no se consideran como tal si no tienen al menos ocho hijos, así que cada familia tiene al menos 30 miembros. Demasiadas bocas para alimentar con la producción de mandioca y otros productos que obtienen del bosque. Según las encuestas que realicé a las campesinas, la producción por hectárea no supera los

800 kg, por ejemplo, en los cultivos de cacahuete. En Europa las producciones agrícolas son 10 o 15 veces superiores.

La dieta es muy pobre especialmente en la época de lluvias, lo que dispara el impulso migratorio de los miembros más valientes de la familia. La principal conclusión que extraigo de mis investigaciones en África subsahariana es que la migración no ligada a los conflictos bélicos tiene lugar porque se supera la capacidad de carga del medio.

Las sociedades tribales de África sufren aislamiento y tienen dificultades para la asimilación de tecnologías modernas que les permitan progresar, entre otros problemas no hay disponibilidad de energía. A esto se suman altas tasas de crecimiento de la población que están provocando un éxodo rural masivo. Es por ello importante describir cómo son los procesos productivos en los poblamientos rurales de África central. Estos procesos corresponden a las actividades preindustriales que existían en Europa antes de la revolución industrial. En estas sociedades las actividades productivas derivan sobre todo de la agricultura y la ganadería y se caracterizan por una escasa actividad industrial a las que en algunos casos se han incorporado técnicas más modernas.

Cuando H. M. Stanley inició la exploración del río Congo en fechas tan recientes como 1875 esa región había



Figura 2. Procesos de cultivo, secado y preparación de la mandioca.



Figura 3. Fábrica de jabón, un producto que se comercializa y distribuye desde Mokala.

cambiado poco desde el Neolítico. Con las incursiones europeas en el territorio, y especialmente en tiempos recientes, fueron poco a poco incorporándose algunos elementos modernos. Sin embargo, la ausencia de infraestructuras para la producción de energía sigue siendo el gran problema para el desarrollo de la región. Dada la riqueza y elevada biodiversidad de la cuenca del río Congo, en los alrededores de Mokala encontraremos un gran número de actividades productivas diferentes con interés comercial, y enormes posibilidades de innovación, especialmente en la comercialización de nuevos productos alimenticios que actualmente solo se consumen en el mercado local. En estos centros de producción se usan técnicas tradicionales, aunque progresivamente van incorporándose algunos equipamientos más modernos y pequeñas máquinas.

Nos interesa evaluar cómo podemos mejorar la productividad de estos centros productivos, por lo que hemos analizado con cierto detalle algunos de ellos. En todas estas actividades pueden conseguirse importantes mejoras de la productividad utilizando energías renovables, ya sea para la producción de energía eléctrica o térmica. Su uso supondría un notable incremento de los ingresos, y la venta en mercados más lejanos, paliando el desabastecimiento que sufren las grandes ciudades en África. De especial interés es la mejora

del abastecimiento de las ciudades en África, que sufren graves problemas de inflación y de falta de alimentos. A veces, la energía que necesitamos es muy pequeña, y actualmente hay que recurrir a generadores para el accionamiento de cualquier máquina, pagando por el combustible un precio muy elevado (1,60 euros/litro el diésel en Mokala). Hay que viajar muchos kilómetros para llegar a una gasolinera. Por eso, el combustible se revende, muchas veces adulterado, a precios desproporcionados.

Creemos que si se trabaja por conseguir la mejora de la productividad en estos pequeños centros de producción rurales estaremos ante las claves del desarrollo de África. Estos modelos productivos se repiten por todo el continente y conseguir aumentar su productividad puede tener un efecto multiplicador, pues son actividades comunes en el medio rural en toda África.

### Actividades productivas comunes en África central

#### Producción de mandioca

La mandioca es un tubérculo de crecimiento rápido que es la base de la alimentación en la cuenca del río Congo, pues supone el 80% de la producción de alimentos. La mandioca se puede cocinar, pero la mayor parte de los africanos prefieren su harina. Después de la cosecha, la raíz se empapa en agua durante varios días, luego se seca y se

machaca. En la región de estudio la harina luego se usa para hacer una masa o pasta que, chikwangue o fufú, que se come con varias salsas y platos. Se utiliza para mojar en salsas, sobre todo pili-pili, y tiene como particularidad que puede conservarse hasta 20 días envuelto en hojas. Se trata de un alimento con un bajo contenido en proteínas.

Merece fomentarse el acelerado del secado de la mandioca, que actualmente se hace al sol y en un proceso que dura cuatro días (figuras 1 y 2). También puede ensayarse el riego por goteo de apoyo al cultivo y el molino solar.

#### Producción de jabón

Otra de las actividades productivas de Mokala es la fábrica de jabón, un centro de fabricación sencillo similar a otros parecidos que se pueden encontrar en el interior de África. Como todas las fábricas de la zona, su primera singularidad la encontramos en que se encuentra en una choza tradicional adaptada para ello.

En la fábrica se produce jabón en barras, que compran personas que las venden en los pueblos próximos. Tres de esas personas son los chicos de la figura 3, Kasongo y Kisaka. Como muchos chicos en Mokala, no recuerdan sus edades, y las estimamos entre 14 y 20 años. Estos chicos compran nueve barras con nueve pastillas de jabón cada una. Cada uno compra las nueve barras a un precio 2,31 euros y las vende por 5,06 euros,



con lo que ganan en la operación 2,31 euros. El pueblo donde venden el jabón está a tres horas de camino, por lo que emplean toda la jornada en la operación. Suponiendo que trabajen todos los días laborables obtienen al mes unos 50 euros, un salario común en la República Democrática del Congo. Los que pueden llevar dos bolsas de jabón obtienen 100, que es un salario alto para los estándares de la zona. La fábrica produce unas 200 barras de jabón al día, lo que supone unos ingresos diarios de 437 euros.

**Fabricación de bordados**

Otra sorpresa que nos depara Mokala es la fabricación de camisas bordadas en medio de uno de los poblados. Como todos los centros productivos, este se encuentra también bajo un humilde techo vegetal, pero la calidad con la que se cortan y bordan las telas no la encontraremos tan fácilmente (figura 4). El artesano no necesita ninguna medida para hacer la camisa, simplemente te mira y con eso ya es suficiente.

**Las fábricas de bloques de adobe**

Como no podía ser de otra forma, las fábricas de bloques de adobe de Mokala son también muy rudimentarias. Los ladrillos de adobe se preparan al sol en el exterior y luego son protegidos en chozas donde se almacena el producto terminado. El bloque de adobe es un material tradicional típico para construir las casas, por lo que encontraremos este



Figura 4. La fábrica de camisas de Mokala.

tipo de fábricas dispersas por todo el territorio. Un hecho destacable de este proceso de fabricación es que los bloques son repartidos por niños a partir de unos ocho años. Cada bloque puede pesar unos 5 kg (figura 5).

**Molienda**

El proceso de molienda lo comentamos en la producción de mandioca; se trata de un proceso común en el que se presta el servicio de molienda a las mujeres que obtienen el producto de la selva.



Figura 5. Lualinda y sus amigas hacen el reparto de los bloques de adobe



Figura 6. Pescadores de la cuenca del Congo.

Se cobra una cantidad por kilogramo en función también de la dificultad de la molienda.

#### Pescado salado o secado al fuego

La riqueza de la cuenca del Congo en pescado es excepcional, pues el 80% de los peces de agua dulce que hay en el mundo los encontraremos en su cuenca; se han identificado ya 686 especies. Esta enorme riqueza hace que Mokala tenga también interés para el desarrollo de actividades productivas asociadas al consumo de pescado y quizás de su exportación al mercado gourmet.

El aprovechamiento del pescado en la cuenca del río Congo se realiza a partir de la pesca directa o criándolo en pequeñas pozas. Todos los procesos son muy rudimentarios.

Actualmente, el pescado se consume especialmente junto a los ríos, y en las ciudades donde los pescadores pueden venderlos. El pescado es a nuestro parecer un grupo taxonómico que puede tener gran interés si se introducen técnicas

modernas para valorizarlo, especialmente con técnicas de deshidratación. En el proyecto Mokala pretendemos sobre todo trabajar con la piscicultura tradicional, ya que de esta forma disminuimos la presión sobre los recursos naturales.

Hemos encuestado a los consumidores y de ahí ha salido la siguiente lista como las especies más comunes consumidas por la población local.

- Akombung.
- Anguilas: varias especies de anguilas.
- Captain: es quizá el más preciado de los pescados de la cuenca del Congo y alcanza precios elevados.
- Carpas: al menos hay tres especies de carpas. Por ejemplo, boto es una especie de unos 20 kg.
- Ibobo: es una especie caracterizada por tener tres crestas sobre la cabeza. Se consumen habitualmente unas tres especies.
- Ikalir.
- Ikombung.
- Kamanzone.
- Kolo.

- Mayanga.
- Mbenga.
- Mikamba.
- Mikunga.
- Mingusu. Foto en casa de Jean Pierre, en cordada secada al fuego. El precio en el mercado de cinco peces en Mokala 20.000 en Mokala y unos 35.000 fcos en Kinshasa.
- Mpere Akuku: es una especie de pequeño tamaño, pero muy apreciada.
- Mpere.
- Mpuka. Es otra especie de gran tamaño; alcanza habitualmente los 30 kg.
- Mponu Ndjem.
- Munzanda.
- Ngolo: un pescado de gran tamaño que pesa unos 60 kg y mide 1 metro. Es un animal peligroso que se llega a cazar con armas de fuego. Foto de cordada de peces pequeños en casa de Jean Pierre, que costó 10 dólares en Panu.
- Oboro.
- Oshweshwe.
- Peces eléctricos: se consumen varias especies de peces eléctricos, por ejemplo Ninu.
- Sardinas de río.
- Siluros: varias especies de siluros.
- Tilapias: unos seis o siete tipos de Tilapias.
- Zaiko.

#### Conclusiones

Las conclusiones que podemos extraer de este estudio son las siguientes:

- En África central existe un gran potencial de desarrollo gracias a su riqueza en recursos naturales.
- Las actividades productivas locales están en una etapa muy primitiva de desarrollo, que junto con el aislamiento dificultan la comercialización. No obstante, a nivel micro estas actividades existen y tienen potencial para su mejora.
- Las elevadas tasas de natalidad con una capacidad productiva tan limitada es lo que está provocando un éxodo migratorio masivo.
- Puesto que la actividad productiva existe en todo el territorio, y tiene potencial de desarrollo, si actuamos mejorando las técnicas de producción a nivel micro los efectos tienen capacidad para extenderse rápidamente.

Santos Lozano Palomeque es ingeniero técnico industrial. [tecnocoe@telefonica.net](mailto:tecnocoe@telefonica.net)

## El próximo paso: la vida exponencial

VV. AA.

BBVA. 408 págs. ISBN 978-84-16714-44-5

Este es el noveno título de la colección anual que BBVA dedica al análisis y la divulgación de cuestiones fundamentales de nuestro tiempo. El libro hace un gran recorrido por los próximos cambios en diversas áreas en las que la tecnología impondrá sus novedades. Excelentes especialistas de todo el mundo presentan una visión del potencial de las llamadas "tecnologías exponenciales" y sus implicaciones económicas, sociales, medioambientales, éticas e, incluso, ontológicas. Y es que los límites entre los materiales inteligentes, la inteligencia artificial, la personificación, la biología y la robótica se están volviendo difusos.

Los avances recientes y las perspectivas de desarrollo en las biociencias, la genética, en la robótica y en la inteligencia artificial, y en la construcción de esa red global de sensores interconectados que se ha dado en llamar "internet de las cosas" son algunos de los temas que aborda este libro, en una perspectiva que no se limita al ámbito científico-técnico, sino que se extiende a otras vías de generación y transmisión de conocimiento.

Con la cuarta revolución industrial, otros sectores, más centrados en el mundo físico, y que hasta ahora habían experimentado cambios notables pero no disruptivos, están comenzando a ver cómo



la combinación de tecnologías genera maneras enteramente nuevas de atender a las demandas de sus clientes, que alteran radicalmente la cadena de valor de las industrias. Una

cuestión común a estos desafíos y tecnologías emergentes radica en que suele existir un elevadísimo nivel de incertidumbre científica y de desacuerdo entre los expertos.

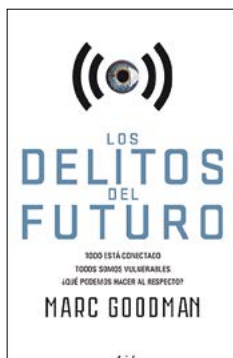
Las "voces" de este libro, 22, permiten comprender y reflexionar por dónde irá el próximo paso y sus futuras implicaciones para las personas y los modelos productivos. – S. A.

## Los delitos del futuro

Marc Goodman

Ariel. 671 págs. ISBN: 978-84-344-2294-0

Los *hackers* son capaces de activar las cámaras de vigilancia y *webcams* de cualquier hogar, los ladrones leen las redes sociales para conocer nuestros hábitos y los acosadores toman el control de los GPS de los coches de sus víctimas para seguirlos allá donde se dirigen. Los delincuentes de hoy pueden robarnos la identidad, hacerse con



los datos de nuestras cuentas bancarias y copiar el contenido de los servidores informáticos. Pero esto es solo el principio. También podrán desactivar los frenos de un coche desde kilómetros de distancia, electrocutar a un portador de un corazón artificial, interferir en tendidos eléctricos, en el control del tráfico aéreo, fabricar AK-47 con una impresora 3D y transportar droga a través de drones y actualmente parece ser que modificar los resultados de elecciones. Estos son algunos de los ejemplos de la vulnerabilidad que empresas, Gobiernos y ciudadanos tendrán o tienen ya. Por ello, Marc Goodman, una de las autoridades en materia de seguridad mundial, conduce a los lectores a las profundidades del ciberespacio para mostrar su lado oscuro. Si bien las ventajas del mundo en línea están bien defendidas y suelen ser destacadas por quienes trabajan

en el sector de las tecnologías, toda esta interconectividad también tiene un reverso sin detenernos a pensar qué implicaciones tiene ello. Los delitos del futuro es también útil como manual de supervivencia *online* que nos da las claves para evitar riesgos, reforzar nuestro derecho a la intimidad y encarar el futuro desde la seguridad y el control sobre nuestros aparatos tecnológicos antes de que sea demasiado tarde. – Salomé Abajo

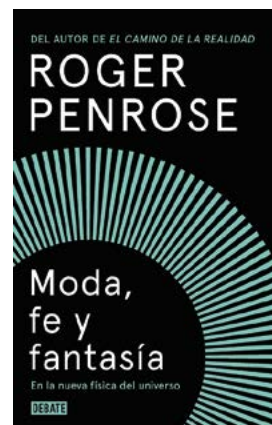
## Moda, fe y fantasía

Roger Penrose

Debate. 640 págs. ISBN 978-84-9992-789-3

¿Pueden tener influencia los conceptos moda, fe y fantasía en la investigación científica? ¿Los físicos se mueven también mediante su influjo? Estas polémicas cuestiones las trata Roger Penrose en este libro para criticarlas. La "moda" es la teoría de cuerdas, la "fantasía" son los modelos cosmológicos inflacionarios, y la "fe" es el uso de la mecánica cuántica a todos los niveles, desde las cuerdas hasta el universo en su conjunto. Penrose nos explica por qué los investigadores que trabajan en la última frontera de la física son, de hecho, tan susceptibles a estas influencias como el resto de mortales. Su análisis no es negativo, Penrose no pretende negar estas cualidades, sino más bien argumentar que la moda, la fe y la fantasía, pese a ser útiles y hasta esenciales en física, pervierten la investigación actual en tres de las áreas más importantes de esta disciplina: la teoría de cuerdas, la mecánica cuántica y la cosmología. Pese al prestigio de este físico con estas afirmaciones la polémica está servida.

Para él la propia naturaleza no tiene mucho interés en los caprichos efímeros de las modas humanas; ni tampoco la ciencia debería entenderse como una fe, pues sus dogmas están sometidos a un escrutinio continuo y sujetos a los rigores del examen experimental. A su vez, la fantasía es, sin duda, el territorio de ciertas zonas de la ficción y del entretenimiento, donde no se considera esencial que se preste demasiada consideración a los requisitos de coherencia con la observación, la lógica estricta o al mero sentido común. – S. A.



# **técnica** **undación industrial**

La Fundación "Técnica Industrial" es una organización sin ánimo de lucro, creada por el COGITI y la UAITIE, cuyo patrimonio se halla afecto, de forma permanente, a la realización de fines de interés general, como son el impulso y desarrollo, a nivel profesional e institucional, de la Ingeniería Técnica Industrial y la formación permanente de los Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales.

El constante cambio y transformación de las tecnologías que demanda la actual sociedad del conocimiento en su entorno globalizado hacen necesaria una especial atención a los beneficiarios de la

Fundación y a tal fin esta orienta su objeto primordial "la formación y desarrollo cultural de los Ingenieros Técnicos Industriales", editando la Revista "Técnica Industrial", colaborando con los distintos Colegios que componen el Patronato en la realización de publicaciones, seminarios, conferencias y cuantas actividades se consideran necesarias para la mejor formación de los colegiados, dotándolos del oportuno y adecuado fondo documental que les permita afrontar los retos que el nuevo milenio ofrece en los distintos sectores en que desarrollan su actividad profesional.



## Premios y Becas Fundación Técnica Industrial



## Publicaciones y Normas UNE



## Revista "Técnica Industrial"

Acceda a [www.fundaciontindustrial.es](http://www.fundaciontindustrial.es) e infórmese