

# Técnica Industrial

305

EL REINO UNIDO HOMOLOGA POR FIN EL TÍTULO DE INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

OPORTUNIDADES EN ÁFRICA Y SUDAMÉRICA EN PROYECTOS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA



ARRANCA LA CENTRAL HIDROEÓLICA GORONA DEL VIENTO DE EL HIERRO

LA NANOTECNOLOGÍA SE HACE LÍQUIDA PARA DOMINAR EL CALOR



## DIÁLOGO ENTRE MÁQUINAS

Las comunicaciones M2M dinamizarán toda la industria



TECNICAINDUSTRIALES



- > ELECTRIFICACIÓN FERROVIARIA DE ALTA VELOCIDAD EN ESPAÑA
- > OPTIMIZACIÓN Y AHORRO ENERGÉTICO EN LA FABRICACIÓN DEL ACERO INOXIDABLE
- > DISEÑO EXPERIENCIAL 'FUZZY' DE UN PRODUCTO





¿Quiere saber por qué  
**más de 110.000 socios** nos han escogido  
para ser su referente en banca y seguros?



Porque tenemos un  
**amplio abanico de productos**

Porque ofrecemos un  
**excelente servicio personalizado**

Porque disponemos de un  
**completo sistema de atención  
y acceso remotos**

**teleingenieros web teleingenieros fono**

Porque llevamos  
**más de 40 años satisfaciendo  
las necesidades financieras**

de los socios que nos han depositado su confianza

Y porque tenemos la máxima disponibilidad en nuestras oficinas  
**horario continuado de 8,30 a 19,00 h**

Amplia oferta de hipotecas y préstamos en **condiciones muy ventajosas**

**Sólida y variada oferta** de Fondos de Inversión y Planes de Pensiones propios y externos

Depósitos con rentabilidad estructurada y **alto potencial de revalorización** que permiten diversificar la inversión

Amplia oferta de seguros **personales y profesionales**

**Asesoramiento personalizado** de un Gerente de Cuentas

**Atención y acceso remotos** a través de Internet, teléfono o nuestros SMART Center

**Barcelona:** Via Laietana, 39, 08003 Barcelona - Tel. 93 268 29 29. Torrent de l'Olla, 9, 08012 Barcelona - Tel. 93 415 92 11  
Potosí, 22, 08030 Barcelona - Tel. 93 312 67 00. Gran Via de Carles III, 2, 08028 Barcelona - Tel. 93 411 87 00  
Via Augusta, 125, 08006 Barcelona - Tel. 93 240 44 55. Àngel Guimerà, 5, 08172 Sant Cugat del Vallès - Tel. 93 589 89 40  
Bon Pastor, 5, 08021 Barcelona - Tel. 93 200 95 22. Rambla de Catalunya, 8, 08007 Barcelona - Tel. 93 317 37 17

**Madrid:** María de Molina, 64, 28006 Madrid - Tel. 91 564 18 78. Carranza, 5, 28004 Madrid - Tel. 91 591 95 40

**Sevilla:** Doctor Pedro de Castro, 11, 41004 Sevilla - Tel. 95 453 55 34. Marqués de Paradas, 59, 41001 Sevilla - Tel. 95 422 67 18

**Valencia:** Félix Pizcueta, 29, 46004 Valencia - Tel. 96 353 51 13

**Zaragoza:** Paseo Pamplona, 12, 50004 Zaragoza - Tel. 976 79 70 30



**Caja de Ingenieros**

Cada socio, la razón de ser

www.caja-ingenieros.es



NUEVO  
SEGURO DE AHORRO

# bambú

DE MUPITI

¿SABÍAS QUE EL BAMBÚ  
PUEDE CRECER HASTA  
1 METRO EN 24 HORAS?

**Alta rentabilidad y disponibilidad**

**1% garantizado  
+  
Participación  
en Beneficios**

**DISFRUTA  
VIENDO CÓMO  
CRECEN  
TUS AHORROS**

Mupiti mantiene una política de inversiones conservadora y una estrategia de inversión muy diversificada, lo que ha resultado en que año tras año la rentabilidad haya sido positiva y estable  
La rentabilidad media de la suma del 1% técnico garantizado más la participación en beneficios (PB) de las inversiones de Mupiti de los últimos 10 años ha sido del 4,54%

\* Disfruta de un alto rendimiento y seguridad para tus ahorros al contratar el **Seguro de Ahorro Bambú de Mupiti** con una aportación única.

# Aportación mínima: 3.000€. Aportación máxima: sin límite.  
Edad del contratante: 18-79 años.

Infórmate en tu Colegio  
o en el teléfono gratuito

**900 820 720**

También en [info@mupiti.com](mailto:info@mupiti.com)

**mupiti**

# Técnica Industrial

La revista de la Ingeniería Técnica Industrial

## ACTUALIDAD

### Noticias y novedades

#### 04 El agua y el viento, un binomio perfecto

La central de Gorona del Viento convertirá este verano El Hierro en la primera isla del mundo que cubre su demanda energética solo con fuentes renovables.

*Manuel C. Rubio*

#### 05 La certificación radiactiva industrial

*Pura C. Roy*

#### 06 Innovación para la vida cotidiana

*Pura C. Roy*

#### 07 Tecnologías mestizas para reactivar la industria

*Pura C. Roy*

#### 09 I + D

#### 13 Ciencia

#### 15 Medio ambiente

## Reportajes

#### 18 El diálogo inteligente entre máquinas

En pocos años, miles de millones de objetos se conectarán a la red en un intrincado puzzle de tecnologías y modelos de negocio que dinamizarán la industria.

*Joan Carles Ambrojo*

#### 20 El placer de volar

La industria desarrolla aviones más eficientes y silenciosos y menos contaminantes.

*Manuel C. Rubio*

#### 22 La nanotecnología se hace líquida

Los expertos confían en que los nanofluidos venzan las limitaciones de los actuales sistemas de transferencia de calor.

*Hugo Cerdà*

#### 24 Ferias y congresos

## ARTÍCULOS

#### 28 ORIGINAL Optimización y ahorro energético en la fabricación del acero inoxidable

Optimization and energy saving in the manufacture of stainless steel

*Fernando Blanco Silva, Raquel González Corral y José María Bonelo Sánchez*

#### 34 ORIGINAL Análisis y resultados de regular lámparas led con estabilizadores-reductores de flujo en cabecera

Analysis and results of controlling LEDs lamps with lighting flow dimmer-stabilisers

*Manuel Jesús Hermoso Orzáez, José Ramón de Andrés Díaz*

#### 44 INNOVACIÓN Diseño experiencial 'fuzzy' de un producto

Experiential fuzzy design of a product

*Ana de las Heras García de Vinuesa, Francisco*

*Aguayo González, Juan Ramón Lama Ruiz y*

*Antonio Córdoba*

#### 56 INNOVACIÓN Análisis de las ventajas y limitaciones de las técnicas de investigación cualitativa en el mantenimiento industrial

Analysis of the advantages and disadvantages of qualitative research techniques in industrial maintenance

*Francisco Javier Cárcel Carrasco y Carlos Roldán*

*Porta*

#### 66 REVISIÓN Electrificación ferroviaria de alta velocidad en España

High speed railway electrification in Spain

*David Gómez Berzosa y Gregorio Velasco Rivero*

## INGENIERÍA Y HUMANIDADES

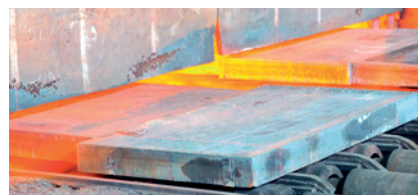
#### 90 Tecnología y sociedad

#### Proyectos de distribución de agua para el desarrollo en África y Sudamérica

Nuevo artículo de la serie sobre oportunidades profesionales en países en desarrollo.

*Santos Lozano Palomeque*

#### 94 Publicaciones



## COLUMNISTAS

#### 17 Bit Bang

Empatía. *Pura C. Roy*

#### 27 Ecologismos

Paisajes de cámara. *Joaquín Fernández*

#### 96 Con Ciencia

La sustancia del siglo

*Ignacio F. Bayo*

**En portada** El internet de las cosas o las comunicaciones M2M. Ilustración: Margot.

**Director:** Gonzalo Casino

**Secretario de redacción:** Francesc Estrany Coda (Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona) **Consejo de redacción:** Francisco Aguayo González (Universidad de Sevilla), Ramón González Drigo (Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona), José Ignacio Nogueira Goriba (Universidad Carlos III, Madrid), Ramón Oliver Pujol (Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona), Luis Manuel Villa García (Universidad de Oviedo, Gijón). **Consejo asesor:** Jorge Arturo Ávila Rodríguez (México), Manuel Campo Vidal (España), Nuria Martín Chivelet (España), Sara Nauri (Reino Unido), Jerry Westerweel (Holanda).

**Redactora jefe:** Pura C. Roy **Colaboradores:** Joan Carles Ambrojo, Manuel C. Rubio, Hugo Cerdà, Ignacio F. Bayo, Joaquín Fernández, Beatriz Hernández Cembellín, Ana Pérez Fraile, Helena Pol, Gabriel Rodríguez, M. Mar Rosell **Diseño gráfico:** Mariona García.

**Secretaría:** Mary Aranda **Redacción, administración y publicidad:** Avda. Pablo Iglesias, 2, 2º. 28003 Madrid. Tel: 915 541 806 / 809 Fax: 915 537 566

Correo-e: revista@tecnicaindustrial.es **Impresión:** Alprint. Vereda La Barca 55. 30162 Santa Cruz (Murcia).

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



# La dualidad de la ingeniería en España: nadar a contracorriente

Desde que España entró a formar parte de la Unión Europea, el 1 de enero de 1986, comenzó un proceso de convergencia en todos los ámbitos con los países de nuestro entorno y un acercamiento al resto de países del orden mundial, lo que a su vez ha supuesto una modernización generalizada y un desarrollo sin precedentes del país.

Pero, desgraciadamente, nuestra sociedad, o al menos parte de ella, sigue manteniendo cierta nostalgia y conservadurismo en determinados sectores que imposibilita el que puedan darse pasos decisivos y necesarios en cuestiones tan importantes como las profesiones y todo lo que ello conlleva en relación con la movilidad, la empleabilidad y la competitividad de los profesionales.

Y un ejemplo claro es lo que ocurre con la dualidad de las profesiones de ingeniero e ingeniero técnico en España, una dualidad profesional que, como es lógico, no existe en ningún otro país del mundo (o por lo menos que conozcamos). Pero lo peor de todo es que, lejos de tratar de adaptarnos de la mejor forma posible a la norma y al *establishment* europeos y mundiales, lo que al parecer queremos es que los demás se adapten a nuestro modelo, algo que además de ingenuo, me parece imposible.

Con la reforma del Espacio Europeo de Educación Superior se perdió una oportunidad única de converger con las profesiones de ingeniería del resto de los países del mundo, en los que el grado (*Bachelor*) es la única titulación exigida para poder ejercer la profesión de ingeniero. En nuestro país, sin embargo, para que pudieran seguir existiendo las profesiones de ingeniero e ingeniero técnico, se vulneraron todos los principios que rigen Bolonia y, por ende, la legislación española (Real Decreto 1393/2007 y Real Decreto 861/2010), y se crearon unos títulos de máster generalistas y habilitantes, que no tienen reconocimiento profesional en ningún otro sitio, excepto aquí.

Todo el mundo tiene que saber que lo que en España es un ingeniero técnico en el resto del mundo es simplemente un ingeniero, y que cuando salimos a trabajar fuera de nuestro país lo hacemos como ingenieros de pleno derecho; aunque, por qué no decirlo, en la mayoría de los países se requiere una habilitación profesional por parte de las asociaciones profesionales equivalentes a los colegios en España, que es lo que realmente otorga las garantías necesarias para la sociedad, y este es el modelo que desde nuestro Consejo General estamos implantando a través del sistema de Acreditación DPC Ingenieros.

En este sentido, estamos trabajando y poco a poco, el ingeniero técnico español se está posicionando como ingeniero a nivel mundial. Muestra de ello es la reciente resolución de la agencia británica UK Naric, por la que un ingeniero técnico ya está reconocido como *Bachelor* (grado) y, por tanto, puede optar al ejercicio de la profesión de ingeniero y a continuar



Foto: Shutterstock

“CON LA REFORMA DEL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR SE PERDIÓ UNA OPORTUNIDAD ÚNICA DE CONVERGER CON LAS PROFESIONES DE INGENIERÍA DEL RESTO DE LOS PAÍSES DEL MUNDO, EN LOS QUE EL GRADO (‘BACHELOR’) ES LA ÚNICA TITULACIÓN EXIGIDA PARA PODER EJERCER LA PROFESIÓN DE INGENIERO”

con sus estudios de posgrado, algo que hasta la fecha y por cuestiones que no conviene comentar, nos estaba siendo vetado en este país (más información en las páginas 74 y 75).

No cabe duda de que ha sido un gran logro, pero para mí solo ha significado una cuestión de justicia y razón, que son las que nos deberán acompañar en el cambio que estar por llegar a nuestro país.

Señoras y señores, ha llegado el momento, y no podemos seguir nadando a contracorriente. El tiempo de la dualidad en las profesiones de ingeniería españolas toca a su fin: tictac, tictac.

**José Antonio Galdón**  
Presidente del Cogiti





**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 Técnica Industrial (Cogiti).

## Comisión Ejecutiva

**Presidente:** José Antonio Galdón Ruiz  
**Vicepresidente:** Juan Ignacio Larraz Pló  
**Secretario:** Gerardo Arroyo Gutiérrez  
**Vicesecretario:** Luis Francisco Pascual Piñeiro  
**Vocales:** Aquilino de la Guerra Rubio, Domingo Villero Carro, Juan José Cruz García, Juan Ribas Cantero, Santiago Crivillé Andreu  
**Interventor:** Juan Luis Viedma Muñoz  
**Tesorero:** José María Manzanares Torné

## Patronos

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

**A Coruña:** Edmundo Varela Lema  
**Álava:** Alberto Martínez Martínez  
**Albacete:** Emilio Antonio López Moreno  
**Alicante:** Antonio Martínez-Canales Murcia  
**Almería:** Antonio Martín Céspedes  
**Aragón:** Juan Ignacio Larraz Pló  
**Ávila:** Fernando Espi Zarza  
**Badajoz:** Vicenta Gómez Garrido  
**Illes Balears:** Juan Ribas Cantero  
**Barcelona:** Joan Ribó Casaus  
**Bizkaia:** Mario Ruiz de Aguirre Bereciartua  
**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:** Francisco López Castillo  
**Cuenca:** Pedro Langreo Cuenca  
**Gipuzkoa:** Ramón Martínez de Murguía Urreta  
**Girona:** Narcís Bartina Boxa  
**Granada:** Isidro Román López  
**Guadalajara:** Juan José Cruz García  
**Huelva:** José Antonio Melo Mezcuca  
**Jaén:** Miguel Ángel Puebla Hernanz  
**La Rioja:** Juan Manuel Navas Gordo  
**Las Palmas:** José Antonio Marrero Nieto  
**León:** Francisco Miguel Andrés Río  
**Lleida:** Ramón Grau Lanau  
**Lugo:** Jorge Rivera Gómez  
**Madrid:** Juan de Dios Alférez Cantos  
**Málaga:** Antonio Serrano Fernández  
**Manresa:** Francesc J. Archs Lozano  
**Región de Murcia:** José Antonio Galdón Ruiz  
**Navarra:** Gaspar Domench Arrese  
**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:** Rodrigo Gómez Parra  
**Sevilla:** Francisco José Reyna Martín  
**Soria:** Levy Garijo Tarancon  
**Tarragona:** Santiago Crivillé i Andreu  
**Toledo:** Joaquín de los Reyes García  
**Valencia:** José Luis Jorrín Casas  
**Valladolid:** Ricardo de la Cal Santamarina  
**Vigo:** Jorge Cerqueiro Pequeño  
**Vilanova i la Geltrú:** Luis S. Sánchez Gamarra  
**Zamora:** Pedro San Martín Ramos

## PROFESIÓN

**02 Editorial** *La dualidad de la ingeniería en España: nadar a contracorriente* José Antonio Galdón

### Cogiti

**74 El Reino Unido reconoce por fin la homologación del título español de ingeniero técnico industrial con el 'Bachelor degree' británico**

**75 Acuerdo con el SEPE que abre las puertas a la movilidad internacional**

**76 El portal de In.Me.In. ya está disponible para aquellos ingenieros técnicos industriales que deseen inscribirse en el Registro de Ingenieros Mediadores**

El Cogiti pone a disposición de la sociedad y de las Administraciones una herramienta de búsqueda y designación de ingenieros mediadores. Las solicitudes de mediación se recibirán a través del portal de mediación por petición de los ingenieros interesados.

**78 La Acreditación DPC Ingenieros supera con éxito la auditoría y obtiene el certificado de calidad del sistema**

**78 Presentación en Vigo del portal In.Me.In. y del sistema de Acreditación DPC Ingenieros**

**79 El Cogiti desarrolla una aplicación en LinkedIn para los ingenieros acreditados y crea un grupo profesional**



**80 Nueva sentencia de los tribunales favorable en Castilla-La Mancha que elimina barreras entre ingenieros e ingenieros técnicos industriales**

## Formación

**80 La ingeniería técnica industrial pone en marcha un programa de becas en la plataforma 'e-Learning' para los colegiados desempleados**

El portal de cursos online del Consejo General ofrece un 50% de descuento en los precios de todos sus cursos para estimular así la formación e inserción laboral.



## Entrevistas

**84 Jesús Campo Hortas**, ingeniero técnico industrial y director del aeropuerto de A Coruña: "El sector aeroportuario es atractivo para cualquier profesional con capacidades y aptitudes".

*Mónica Ramírez*



**87 Jaime R. Sordo González**, ingeniero técnico industrial experto en climatización: "La ingeniería técnica está muy presente en puestos de responsabilidad del sector de la climatización".

*Mónica Ramírez*

## Tribunas

**74 Vigo Regreso al futuro** *Manoel da Costa Pardo*

**84 La mediación como alternativa para la resolución de conflictos** *Luis Francisco Pascual Piñeiro*

**86 Albacete La experiencia como fuente de conocimientos y su traslación a los ámbitos profesional y universitario** *Francisco M. Avellaneda Carril*

## Colegios

**81 Cantabria** El colegio inaugura el Espacio INGenieros, su nueva sede sociocultural para los ingenieros colegiados.

**75 Valencia** En recuerdo de Francisco Garzón Cuevas, exdecano del Colegio de Valencia y expresidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial.





# El agua y el viento, un binomio perfecto

La central hidroeléctrica de Gorona del Viento convertirá este verano El Hierro en la primera isla del mundo capaz de cubrir su demanda energética solo con fuentes renovables

**Manuel C. Rubio**

El viento y el agua harán muy pronto de El Hierro un icono de un modelo autosostenible y convertirán esta isla –la más pequeña del archipiélago canario, con 278 kilómetros cuadrados de extensión y poco más de 10.000 habitantes– en la primera del mundo capaz de abastecerse únicamente de energías renovables.

Ese es al menos el objetivo de Gorona del Viento, un ambicioso proyecto que empezó a gestarse hace muchos años para intentar superar la enorme dependencia energética de la isla y que se espera que este verano, una vez culminen con éxito las pruebas técnicas iniciadas el pasado mes de febrero, pueda por fin ver la luz. La clave de esta iniciativa pionera, ejemplo de innovación tecnológica y que ha supuesto una inversión superior a los 80 millones de euros, descansa en las propias condiciones naturales de esta isla canaria, considerada reserva mundial de la biosfera desde 2001. Y es que El Hierro emerge del Atlántico para alcanzar rápidamente los 1.500 metros de altitud, lo que da lugar a un paisaje singular de laderas escarpadas permanentemente azotadas por el viento.

En este escenario, los ingenieros han diseñado un sistema compuesto por dos depósitos de agua –uno inferior, con capacidad para 225.000 metros cúbicos, y otro, superior, construido sobre una caldera volcánica natural, de 500.000 metros cúbicos, ambos conectados por tuberías de tres kilómetros de longitud–; un parque eólico integrado por cinco aerogeneradores, de 2,3 MW de potencia y más de 150 toneladas de peso y 64 metros de altitud cada uno; una central hidroeléctrica, con un salto neto de 682 metros, y una planta de bombeo de 6 MW. El proyecto se completa con una central de motores diésel que ya existía con anterioridad y que solo entraría en funcionamiento en casos excepcionales de emergencia en los que ni el agua ni el viento fueran suficientes para cubrir la demanda eléctrica.

La central hidroeléctrica ha sido diseñada, además, teniendo en cuenta la demanda eléctrica prevista para este territorio insular en la planificación energética de Canarias, que es de 48 GWh/año en 2015,



Imagen del parque eólico de Gorona del Viento con un esquema de la central superpuesta.

mientras que las conducciones de agua y los depósitos, que no son ampliables de forma modular, han sido dimensionados en función de la demanda energética de 2030.

## La novedad de la interconexión

Pero la principal novedad de esta iniciativa única no es el parque eólico ni los embalses de agua, sino su interconexión, y esto hace posible convertir una energía intermitente y no gestionable, como es la eólica, en gestionable a través de otras fuente de energía, como es el agua.

La idea básica de todo este complejo es que el parque eólico se encargue de suministrar la energía necesaria para abastecer de electricidad a la isla y que, en los momentos de excedente eólico sea el sistema de bombeo el que aproveche la electricidad producida por los aerogeneradores para bombear agua desde el depósito inferior hasta el superior, en el que se acumulará para ser aprovechada por la central hidroléctrica y garantizar así el suministro eléctrico y la estabilidad de la red.

Además de para bombear el agua, el excedente de energía eólica también se utilizará para poner en marcha las tres desaladoras que hay en El Hierro y que garantizan el agua corriente a la población. Sin

viento, aseguran sus promotores, es posible abastecer de electricidad la isla durante cuatro días. Después, habría que usar los motores diésel.

Según los responsables de este proyecto, en el que participan el Cabildo insular, Endesa y el Instituto Tecnológico de Canarias, y que ha sido financiado en parte por el Ministerio de Industria, la entrada en funcionamiento de Gorona del Viento evitará el consumo anual de 6.000 toneladas de diésel –equivalentes a 40.000 barriles de petróleo, que tendrían que llegar importados y en barco a la isla–, lo que permitirá un ahorro de más de 1,8 millones de euros anuales. Asimismo, evitará cada año la emisión a la atmósfera de 18.700 toneladas de CO<sub>2</sub>, principal causante del efecto invernadero, de 100 toneladas de dióxido de azufre y de otras 400 de óxidos de nitrógeno.

El agua y el viento se presentan pues como un binomio perfecto capaz de convertir El Hierro en el banco de pruebas ideal para tratar de garantizar de forma sostenible y estable la demanda de energía en territorios insulares o aislados. Los más de 600 millones de personas que viven en islas en el mundo ya tienen un referente de cómo puede ser su futuro energético.



# La certificación radiactiva de la industria

El Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes emite un certificado diario para garantizar la seguridad de las fuentes de emisiones radiactivas utilizadas en España y promueve programas de I+D

## Pura C. Roy

El Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes (LMRI), que es el referente español en cuanto a estas radiaciones, emitió en 2013 un total de 348 certificados en relación con las fuentes radiactivas y los servicios de calibración de equipos, según consta en su último informe anual, de reciente publicación. Este centro, dependiente del Ciemat, certifica la calibración de todo tipo de equipos emisores de radiaciones: monitores de radioprotección o de contaminación  $\alpha$ ,  $\beta$  o  $\gamma$  y de rayos X (protección); cámaras de referencia ambientales, de radioterapia, de centrales nucleares; equipos de control de calidad de rayos X y alarmas de nivel de radiación. Los laboratorios que forman el LMRI son específicos para los distintos tipos de certificación y para la medida de distintas fuentes de emisoras de radiaciones.

La ciencia, la tecnología, la industria, el comercio, la protección del medio ambiente y también la salud de los ciudadanos dependen de medidas exactas, reproducibles y aceptadas internacionalmente, y por ello la demanda en metrología está creciendo de forma constante.

Por su especialización parte de la actividad de este centro está volcada al I+D. Por ello, participa en 14 proyectos de los que puede beneficiarse la industria española. Uno de ellos es MetroMetal, (Metrología de las Radiaciones Ionizantes en la Industria Metalúrgica) y está dentro del Programa Europeo de Investigación en Metrología, EMRP. En este proyecto participan 14 laboratorios nacionales.

El objetivo de este proyecto es desarrollar nuevos materiales de referencia, equipos de medida optimizados y procedimientos de calibración y medida de la radiactividad en procesos metalúrgicos debido a la potencial incorporación accidental de fuentes radiactivas de  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{192}\text{Ir}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ . Cubre las distintas fases del proceso metalúrgico habitual: reciclado de chatarra potencialmente contaminada, coladas de acero, polvos de humo y escorias. Asimismo, se redactan propuestas de nuevas normas técnicas que permitan la actuación armonizada de todos los países europeos.

Otros de sus proyectos son metrología para centrales nucleares de nueva gene-

ración y para la gestión de residuos radiactivos, además del titulado metrología para las redes de alerta temprana radiológicas en Europa, MetroERM, en el que el Ciemat trabajará en el desarrollo del soporte metrológico de nuevos equipos para medidas de dosis ambientales y de cuantificación de actividad en aerosoles radiactivos.

## El programa europeo MetroMetal contribuirá a crear procedimientos de calibración y medida de la radiactividad en procesos metalúrgicos

Entre las actividades de I+D llevadas a cabo por el LMRI también cabe destacar una interfase entre Penélope (simulación Monte Carlo) y Nucleide (programa de base de datos nucleares). El método Monte Carlo es un método numérico que permite resolver problemas físicos y matemáticos mediante la simulación de variables aleatorias. Esta interfase ha concluido satisfactoriamente la primera etapa y está en proceso de implantación en la versión 2014 de Penélope en cooperación con la Universidad de Barcelona.

## Nuevas adquisiciones

El LMRI, con el objetivo de ampliar su cartera de servicios técnicos y de capacidades en relación con el ámbito de la I+D, ha realizado nuevas adquisiciones, instalaciones y desarrollos como un detector de semiconductor portátil para la medida de muestras de aceras dentro del proyecto MetroMetal.

En 2013 se finalizó la construcción, en el Ciemat, de un prototipo para la medida de fuentes radiactivas emisoras de rayos X de baja energía. Además, se adquirió un nuevo monitor de contaminaciones superficiales para la comprobación de la ausencia de contaminaciones superficiales en los equipos que llegan para su calibración al laboratorio de referencia. Y en el taller del Ciemat se construyeron los dos primeros conos de sombra necesarios para la calibración de equipos de medida neutrónica.

Laboratorio de patrones neutrónicos. Foto: Ciemat





# Innovación para la vida cotidiana

El logotipo de 3M aparece en artículos tan diversos como estropajos, piezas de avión, material quirúrgico y vinilos para cristales. La multinacional cuenta ahora con un nuevo centro de innovación en Madrid

**Pura C. Roy**

Algunos de sus productos son tan familiares que se llaman por su nombre comercial como Post-it, Scotch Brite. A veces a 3M se la identifica solamente con estos productos, pero hay muchos otros destinados a los profesionales, ya que su trabajo está basado en la innovación. 3M tiene la regla del 15%, que consiste en que la gente de I+D no necesita justificar un 15% de su tiempo. Pueden trabajar en sus propios proyectos y, cuando creen que están listos, los muestran y se desarrollan. El Post-it, por ejemplo, nació gracias a esa regla.

Un ejemplo de los nuevos desarrollos de 3M se encuentra en las Windows Films, unas películas transparentes u opacas que sirven como aislamiento térmico y control solar y suponen un ahorro considerable en la factura energética.

Ahora, la filial 3M Iberia ha reunido los departamentos de investigación y desarrollo de sus unidades de negocio en un nuevo centro de innovación con el objetivo de fomentar las relaciones con clientes y consumidores y afrontar el futuro con optimismo. Susana Lallena, ingeniera de Desarrollo de Aplicaciones I+D de 3M, destaca que "este espacio contribuye a facilitar la colaboración con el cliente y encontrar la solución más apropiada para cada aplicación, incluso con la creación de nuevos productos".

**El edificio cuenta con 12 laboratorios y centros de experimentación para realizar prototipos y ensayos que ayuden a desarrollar soluciones específicas**

El nuevo edificio, que ocupa 3.000 metros cuadrados distribuidos en cuatro plantas, cuenta con 12 laboratorios y centros de experimentación para realizar prototipos y ensayos que ayuden a desarrollar soluciones específicas y abaratar los costes, así como con salas de demostraciones y formación y espacios versátiles para celebración de eventos con clientes.



Vista aérea del nuevo centro de innovación de 3M.

Una sala de demostración y una ciudad virtual demuestran cómo los productos 3M (industria, seguridad-grafismos, cuidado de la salud, electrónica-energía y consumo) están presentes en la vida cotidiana.

Cada una de las cinco grandes áreas de 3M dispone de su espacio específico en el edificio a través del laboratorio y centro de experimentación para desarrollo de soluciones de reparación del automóvil (con taller para vehículos reales), sala de ensayo de tecnologías de seguridad vial, centros de experimentación para adhesivos y abrasivos, laboratorios y centros de experimentación de sanidad (con quirófano y sala de dentista para visualizar todos los productos), seguridad alimentaria y ciudadana, protección laboral, imagen gráfica y telecomunicaciones, electrónica y energía.

El edificio, diseñado por Julio Touza, también mantiene el compromiso con la sostenibilidad y está pendiente de recibir el certificado LEED Platino, del US Green Building Council (USBGC), que promueve prácticas saludables y medioambientales en el diseño y la construcción.

Más de 40 desarrollos de 3M forman parte del diseño del edificio. Desde la alfombra de entrada Nomad hasta la fachada pegada con cinta Very High Bond (VHB), pasando por vinilos decorativos, láminas de protección solar, cableado

estructurado Volition y el sistema de extinción Novec, convierten al centro de innovación en un *showroom* de las aplicaciones de la empresa tecnológica.

El edificio, que ha supuesto una inversión de seis millones de euros, también se distingue por utilizar, al menos, el 9% de energía solar; disminuir el gasto de agua hasta en un 40% a través de sistemas de bajo consumo y reciclado, e integrar una cubierta vegetada que retiene el agua de lluvia, mejora el aislamiento y reduce la contaminación ambiental y, por tanto, maximiza la eficiencia y el respeto por el medio ambiente.

## Minería

Bajo el nombre abreviado de esta compañía se esconde otro: Minnesota Mining and Manufacturing Co., que comenzó en 1902 como una empresa minera. Volviendo a sus orígenes 3M *bajó a la mina* en 2010 a través de la donación de un proyector MPro150 a los trabajadores atrapados en la mina San José (Chile) para que pudieran comunicarse mientras esperaban a ser rescatados. Llanera se siente orgullosa de esta ayuda, como también "de ser la primera compañía que pisó la Luna, ya que Neil Armstrong usaba en su paseo por la superficie lunar en 1969 botas con suelas fabricadas en caucho sintético Fluorel patente de la compañía".

# Tecnologías mestizas para dinamizar la industria

Materiales, computación y tecnologías de la información se hibridarán para generar nuevos desarrollos que darán novedosos y necesarios impulsos al sector industrial

## Pura C. Roy

Europa apuesta por la computación de alto rendimiento (*high performance computing* o *HPC*) ya que esta podría desempeñar un papel muy importante en la medicina o facilitar el diseño de turbinas eólicas y mareomotrices eficientes, entre otras aplicaciones. En Francia se utiliza para elegir las configuraciones más efectivas y seguras de recarga de combustible en instalaciones nucleares, y en Escocia para simular los efectos del viento y las olas sobre las turbinas generadoras de electricidad en altamar.

Para fomentar estas aplicaciones e investigar en futuras se ha creado HIPEAC, un proyecto financiado con fondos europeos. Cada año celebra un congreso (el próximo se celebrará en Viena en junio) para compartir las posibilidades de este sector, ya que no dejan de surgir nuevas soluciones.

Un ejemplo del desarrollo de la computación de alto rendimiento lo encontramos en la fotónica de silicio. Científicos de la Universidad Politécnica de Valencia lideran un proyecto de investigación que pretende integrar nuevos materiales en la tecnología fotónica de silicio para mejorar el rendimiento de las telecomunicaciones e incrementar notablemente la velocidad de transmisión a través de Internet. En el proyecto se desarrollará un transceptor de comunicaciones con una velocidad de operación de 40 gigabits por segundo (Gbit/s) y una matriz de conmutación "con un consumo de potencia del orden de los milivatios".

Otro proyecto de investigación europeo, denominado REPARA y coordinado por la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M), estudia cómo mejorar las aplicaciones informáticas de computación en paralelo para aumentar su rendimiento, eficiencia energética y facilitar la programación y mantenimiento del código fuente.

La computación heterogénea en paralelo combina varios elementos de procesamiento de distintas características que comparten un único sistema de memoria. La clave para conseguirlo radica, entre otras cosas, en la "refactorización" de código fuente, una técnica usada en ingeniería de *software* para mejorar la estructura interna

de un programa sin alterar su comportamiento observable. Algo así como cambiar la distribución de las tuberías y bombas de presión de un edificio para que salga el agua de manera más rápida, limpia y ecológica. Diversos sectores podrían beneficiarse de sus avances como el sanitario (predicción del acoplamiento de proteínas), el transporte (monitorización de sistemas ferroviarios), la robótica (visión estereoscópica y navegación) y el industrial (análisis de defectos en la fabricación de piezas).

## Tendencias

El Consejo sobre Tecnologías Emergentes del Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) adelantó por otra parte las tendencias que a lo largo de estos años obtendrán protagonismo. Apunta a que una de las tecnologías emergentes será la desalinización del agua de mar, ya que esta empieza a resultar económicamente factible. Un nuevo enfoque para solucionar sus altos costes es ver la salmuera no como un residuo, sino como un recurso para obtener materiales valiosos como el litio, el magnesio y el uranio. Otro será los materiales compuestos de carbono nanoestructurado. En el sector del automóvil estos materiales permiten reducir hasta el 40% el peso de los vehículos, con el consiguiente ahorro ener-

gético. Además, mejoran en la seguridad del pasajero, al absorber el impacto del golpe sin romper la superficie.

Las baterías también tendrán un papel importante. Los coches eléctricos tal vez puedan ser competitivos con una nueva generación de baterías de nanotubos de ion-litio capaces de cargar más rápido y pro-

Las baterías de flujo, los supercondensadores de grafeno y la electrólisis de hidrógeno son algunas de las tecnologías candidatas a conseguir almacenamiento de electricidad de las tecnologías limpias

ducir entre el 30% y el 40% más de electricidad que las de litio de hoy. Se espera que se empiecen a utilizar en los teléfonos inteligentes en los próximos dos años, avanza el WEF. Las baterías de flujo, los supercondensadores de grafeno y la electrólisis de hidrógeno son algunas de las tecnologías candidatas para conseguir almacenamiento de electricidad de las tecnologías limpias, para independizarlas de la demanda de los consumidores y de los gestores de la red.

La integración de nuevos materiales con el silicio permitirá mejorar la velocidad de internet. Foto: HIPEAC.





## >> Cortador de cerámica preciso y ligero y con gran estabilidad

La empresa Rubi ha lanzado al mercado un nuevo cortador manual de cerámica. Se trata del Rubi TS, un producto en el que destacan su precisión y ligereza. La gama incrementa su potencia de separación, que llega a los 550 kg. Además de esta mejora, los nuevos cortadores TS incorporan mangos ergonómicos de gran comodidad y un nuevo tope lateral rediseñado y redimensionado para ganar en precisión y versatilidad.

También destaca entre los cambios la nueva maleta de transporte, con diseño e imagen nuevos, con una resistencia mejorada y una funcionalidad optimizada, de acuerdo con las necesidades de los usuarios. Además, se amplía la gama TS con la nueva TS-75, con una capacidad de corte de hasta 75 cm, muy adecuada para formatos cerámicos cada vez más habituales.

Igual que la versión anterior, la nueva cortadora TS cuenta con una base de gran estabilidad concebida para obtener una resistencia elevada manteniendo un peso ajustado y equipa guías de acero cromadas, rectificadas y calibradas, que dotan a la máquina de una gran durabilidad sin necesidad de mantenimiento.

Como el resto de la gama de cortadores profesionales, la nueva TS puede utilizar rodeles Rubi de entre 6 y 22 m para adecuar el rayado y corte a cada tipo de material y asegurar así unos acabados perfectos. Este cortador puede también utilizar los nuevos rodeles Rubi con rodamientos, de gran precisión y durabilidad.

Rubi

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



## >> Ensamblajes de rotor y estator para incrementar la eficiencia de motores eléctricos

Vacuumschmelze GmbH & Co ha anunciado nuevos ensamblajes de rotor y estator que ayudan a mejorar la eficiencia de motores eléctricos y garantizar que las aleaciones CoFe desarrollan unos niveles de par de torsión hasta un 50% superiores a los de motores convencionales.

Las aleaciones VACOFLUX 48, 49 y 50 ofrecen la máxima magnetización de los materiales *soft magnetic* y se pueden usar en diseños de motores eléctricos y generadores con elevada densidad de potencia. Los cores VACODUR de VAC también se pueden emplear en rotores de motores de alta velocidad, donde la propiedad más demandada es la resistencia a la deformación (hasta 800 MPa).

Para garantizar que los *stacks* de core mantienen las propiedades de las aleaciones CoFe, VAC produce ensamblajes completos de rotor y estator. Hasta hace poco tiempo, los *stacks* estaban limitados por un mínimo grosor de cinta de 0,1 mm. Sin embargo, los nuevos desarrollos de VAC han logrado crear *stacks* con un espesor de 50 µm.



Dependiendo del número de unidades que producir y de los requerimientos de rendimiento, se pueden emplear varias técnicas de fabricación, incluyendo *EDM wire-cutting*, *laser cutting*, *single-slot die cutting* y *complete blanking*. La amplia gama de opciones de VAC, junto con las tecnologías de fijación, soldadura o *in-die stacking*, facilita el suministro de soluciones a medida de cualquier aplicación con motores y generadores.

Vacuumschmelze

[www.vacuumschmelze.com](http://www.vacuumschmelze.com)

## >> 'Router' inalámbrico inteligente para aplicaciones M2M remotas

La empresa Diode ha anunciado la disponibilidad del *router wireless* HSPA inteligente MultiConnect rCell de Multi-Tech Systems que ofrece un amplio rango de protocolos de conexión flexible para respaldar aplicaciones *machine to machine* (M2M). El MultiConnect rCell, que ha sido diseñado específicamente para el mercado europeo, proporciona varias opciones de conectividad con modelos configurables para operación wi-fi y *bluetooth* y capacidad de rastreo GPS. En consecuencia, este *router* con chasis de tipo semiindustrial *high-end* se convierte en una solución económica y eficiente que hace frente a los rigores de las aplicaciones M2M en diferentes entornos.

El MultiConnect rCell se caracteriza por un excelente rendimiento 3G HSPA (850, 900 y 2100 GHz), conectores Ethernet (10/100BaseT) y RS-232, conexiones VPN seguras a través de protocolo IPsec y encriptación de datos (3DES y AES), sistema operativo embebido para incrementar la funcionalidad M2M, y opción de configuración TCP o UDP (modo servidor o cliente). Es ideal en aquellas aplicaciones que demandan excelente conectividad, como sucede en cámaras web, sistemas de acceso (seguridad), cartelería digital o monitorización remota, entre otras muchas.

Diode

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



## >> Nueva ubicación del Centro de Aplicación Global de Mecanizado de Agujeros Profundos

Sandvik Coromant ha reubicado el Centro de Aplicación Global de Mecanizado de Agujeros Profundos (DHM) de Cirencester (Reino Unido) a su oficina central en Halesowen, West Midlands. Este cambio estratégico no solo centraliza el negocio del mecanizado de agujeros profundos de la empresa, sino que también beneficia a los clientes con mayores exigencias de mecanizado, pues ahora podrán encontrar todas sus soluciones en un mismo lugar.

El objetivo del centro de aplicación será desarrollar nuevos y pioneros procesos de mecanizado de agujeros profundos para clientes de la industria de la generación energética, aeroespacial, etc. Asimismo, las instalaciones serán un importante punto de refe-

rencia para fabricantes de máquinas-herramientas, centros de investigación y universidades que deseen desarrollar pruebas de mecanizado en materiales o componentes específicos.

El Centro de Aplicación de Mecanizado de Agujeros Profundos de Halesowen incluye una máquina especial de taladrado de agujeros profundos capaz de realizar perfilado interior y mandrinado de chaflanes. Tiene una capacidad de 600 por 2.500 mm

(diámetro parcial por longitud) y puede producir agujeros de 10 a 150 mm de diámetro -avellanados a un máximo de 300 mm de diámetro. Para contribuir al desarrollo de procesos



consistentes y fiables en el centro de aplicación, la máquina también dispone de una serie de sensores dedicados al registro de datos como el par de carga del husillo, el volumen y la presión de refrigerante, la fuerza de arrastre y la vibración. De este modo, se pueden tomar decisiones sobre las herramientas y los parámetros del proceso basadas en datos científicos.

Una de las tendencias más notables del DHM es la creciente demanda de su adopción en centros de mecanizado convencionales. En la actualidad, el mecanizado de agujeros profundos debe realizarse en una máquina diferente y con un reglaje distinto, lo cual exige tiempo adicional y, por tanto, costes adicionales.

**Sandvik Coromant**

[www.sandvik.coromant.com/es](http://www.sandvik.coromant.com/es)

## >> Plataforma con sistema de elevación electro-mecánica adecuada para el sector industrial

Desarrollada íntegramente por el Departamento de Líneas Especiales de ThyssenKrupp Elevadores, la plataforma TP20 es un montacargas con sistema de elevación electromecánico que requiere de un foso de menos de 150 mm. TP20, con una capacidad de carga de 2.000 kilos, una velocidad de 0,2 metros por segundo y un recorrido de hasta 12 metros con tres paradas máximo, garantiza la excelencia de calidad, precisión y eficiencia.

Esta plataforma cubre un nicho de mercado que no había sido resuelto hasta la fecha con plataformas similares, y es la solución más adecuada para aplicaciones industriales.

ThyssenKrupp Elevadores a través del desarrollo de nuevos equipos pretende llegar aún más lejos en la satisfacción de las necesidades de sus clientes. La plataforma incorpora una serie de ventajas sobre otras plataformas similares, como mecanismos adicionales de seguridad, necesidad de un foso reducido, motor de alto rendimiento o bajo consumo de energía. Además, la instalación de este montacargas es rápida y sencilla.

**ThyssenKrupp**

Tel. 912 028 000

[www.thyssenkrupp-elevator-seame.com](http://www.thyssenkrupp-elevator-seame.com)



## I+D

### Un polímero autorreparante en la lista de los descubrimientos más sobresalientes de 2013

Con la ayuda de un grupo experto de editores, la revista *Chemistry World* ha elaborado una lista con los descubrimientos de laboratorios de química que han causado más impacto en 2013 en todo el mundo. Entre ellos se encuentra el polímero que han creado los investigadores de IK4-Cidetec. Este polímero es capaz de autorrepararse a temperatura ambiente y sin la necesidad de ningún catalizador ni estímulo externo. Tras haber sufrido un corte, el material puede regenerarse en tan solo dos horas, recuperando íntegramente sus propiedades mecánicas. La composición de este nuevo polímero es de tipo poliurea-poliuretano, un material muy utilizado en la industria. Por ello, y por su facilidad para ser escalado, se prevé que dicho desarrollo pueda llegar a la industria en un periodo breve. Su descubrimiento abre una amplia variedad de aplicaciones industriales en el uso de componentes de plástico, tanto en los sectores eléctrico y automovilístico, como en la construcción y en la elaboración de biomateriales.

### Prototipo sónico para facultar la movilidad a las personas invidentes

La propuesta de los investigadores de La universidad Carlos III de Madrid consiste en un procesador de estereovisión que, midiendo la diferencia de imágenes captadas por dos cámaras ligeramente desplazadas, calcula la distancia a cada punto de la escena. Después, para transmitir esa información al usuario se emplea un código de sonidos que informa de la posición y distancia de los distintos obstáculos. "Para representar la altura, el sintetizador emite hasta ocho tonos distintos", explica Pablo Revuelta. Además, los sonidos están localizados lateralmente, de forma que algo a la izquierda suena más fuerte por ese lado, y viceversa. El prototipo, que aún no está en fase de comercialización, se compone de unas gafas con dos microcámaras, una placa del tamaño de un paquete de tabaco junto a la batería, un pequeño amplificador de audio estéreo y unos cascos de transmisión ósea.

### Máquina-herramienta con adaptación a diferentes condiciones y necesidades

El proyecto europeo *Chameleon*, liderado por varias empresas e instituciones vascas, ha desarrollado un tipo de máquina-herramienta con capacidad de adaptación a diferentes condiciones y necesidades. Los nuevos sistemas, equipados con una variedad de dispositivos mecatrónicos inteligentes, se pueden configurar como si se tratara cada vez de una máquina diferente. La máquina-herramienta es un componente clave de los procesos de la industria y representa un área de investigación muy importante en la búsqueda de valor añadido para el tejido empresarial europeo. Por ello, la Unión Europea puso en marcha el proyecto *Chameleon*, dotado de un presupuesto de cinco millones de euros. Los resultados finales han sido aplicados en sendas máquinas de los fabricantes Soralue y Doerries Scharmann, instaladas en los laboratorios de IK4-Ideko en Elgoibar (País Vasco) y la Universidad Técnica de Aquisgrán (Alemania), respectivamente.



## >> Nueva norma UNE para conseguir seguridad en los incendios en la industria

Recientemente se ha publicado la nueva norma UNE 192005:2014 Procedimiento para la inspección reglamentaria. Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. En la elaboración de esta norma ha participado activamente

Tecnifuego-Aespi, por sus conocimientos técnicos y especializados en la fabricación e instalación y mantenimiento de los equipos y sistemas de seguridad contra incendios.

Esta norma ayudará en las labores de inspección para los organismos de control autorizados (OCA), y en este sentido, durante su elaboración, se ha tenido en cuenta en todo momento para que sea una herramienta eficaz de trabajo para estos organismos.

En ella se detalla la metodología que debe seguir la inspección para la seguridad industrial y establece el proceso de actuación, la documentación previa necesaria, la secuencia de operaciones, antes y durante y la caracterización de los defectos (leves, graves y muy graves). Este apartado es muy importante porque se definen perfectamente los defectos en función de parámetros como evacuación de las personas; sobre el control de la temperatura y el control de humos; sistemas manuales de alarma de incendios; sistemas automáticos de detección, y sistemas de comunicación y alarma.

También establece la documentación final tras la inspección, como son el acta y el informe de inspección periódica. El qué y cómo se ha de inspeccionar se establece en los anexos A (comprobación de configuración y ubicación), B (comprobación del nivel de riesgo intrínseco), C (protección activa), D (protección pasiva). El anexo F establece la formalización de la actuación inspectora

**Tecnifuego-Aespi**

Tel. 914 361 419

Correo-e: [info@tecnifuego-aespi.org](mailto:info@tecnifuego-aespi.org)

[www.tecnifuego-aespi.org](http://www.tecnifuego-aespi.org)



## >> Timbres para aplicaciones industriales en entornos adversos y de larga vida operativa

Sonitron, empresa representada en España por Anatron, ha ampliado su gama de timbres (*buzzers*) con la serie SRA (Sonitron Robust Application) para entornos adversos. La serie SRA es óptima para aplicaciones industriales, automoción y alarmas de seguridad. Las unidades SRA se distinguen por una larga vida operativa (más de 2.000 horas) en el rango de tensión DC de 5 a 80 Vdc y uso de cables 16 AWG para adaptarse a los requerimientos de aplicaciones industriales, automoción y alarmas de seguridad, entre otras.

Los *buzzers* comienzan a sonar a partir de 5 Vdc. La salida de sonido aumenta con la tensión hasta los 15 Vdc y de ahí en adelante permanece igual. Estos timbres en estado sólido a prueba de choques también se caracterizan por bajo consumo (típico de 15 mA @ 12 Vdc), protección de polaridad, rango de temperatura

operativa de -40 a +85 °C y varias opciones de montaje, como tuerca y *O-ring* o *wires only*. La cubierta de color gris está realizada en material ABS UL 94HB e IP67 para ofrecer impermeabilidad y protección ante la presencia de polvo. La serie SRA se compone de pequeños timbres (34 gramos) con salida de sonido continua o intermitente de entre 92 y 95 db(A) a una distancia de un metro.

**Sonitron**

Tel. 913 660 159

Correo-e: [info@anatron.com](mailto:info@anatron.com)

[www.anatron.com](http://www.anatron.com)

## >> Centros de torneado de gran capacidad para mecanizado intensivo

Los centros de torneado ST-45 y ST-45L de Haas Automation, son máquinas de gran capacidad y rendimiento diseñadas desde cero para que sean extremadamente rígidas y ofrezcan una gran precisión y estabilidad térmica. Todas las bases de fundición se han optimizado mediante el método de análisis final de elementos para obtener los diseños más rígidos posibles; se han mejorado los circuitos de las virutas y el refrigerante, y se ha simplificado el mantenimiento y el servicio.

El ST-45 tiene una capacidad máxima de corte de 648 x 1.118 mm y ofrece volteos máximos de 876 mm sobre bancada y de 648 mm sobre carro transversal. El modelo ST-45L, de bancada larga, tiene el mismo diámetro de corte de 648 mm y una gran capacidad de volteo de las piezas, con una longitud máxima de torneado de 2.032 mm (casi el doble que el modelo estándar ST-45) para torner y mandrinar ejes y tubos largos.

Ambas máquinas incorporan una nariz de husillo A2-11 con un diámetro interior de 178 mm y tienen una gran capacidad de barras de 165 mm con el plato de 457 mm y la unión hidráulica rotativa opcionales. El husillo, que gira a 1.400 rpm, está accionado por un sistema doble vectorial de 40 CV (29,8 kW) que proporciona un par de corte de 1.898 Nm. Para las tareas de mecanizado intensivo, hay una opción de husillo de rendimiento extra de 55 CV (41 kW) que ofrece un par de corte de 2.847 Nm. En cualquier caso, ambos husillos tienen un interruptor estrella-triángulo ultrarrápido que produce una banda de potencia amplia para mecanizar a velocidad constante de corte.

Tanto el ST-45 como el ST-45L están equipados con una torreta de 12 estaciones de sujeción hidráulica por tornillos, aunque admiten la torreta combinada BOT/VDI como opción. Otras funciones que vienen de serie son el roscado rígido, el monitor a color LCD de 15" y el puerto USB. Entre las opciones de alta productividad, se ofrece un extractor de virutas tipo cinta transportadora, un contrapunto accionado por servomotor (estándar en el ST-45L), un palpador de herramientas automático, herramientas motorizadas con eje C, sistemas de refrigeración a alta presión, entre otras.

Para realizar los trabajos típicos del sector petrolífero, el ST-45 y el ST-45L tienen la opción de incorporar el Sistema de Pro-



gramación Intuitivo exclusivo de Haas, que incluye ciclos de roscado y reparación de roscas tanto rectas como cónicas, algo que no ofrece ninguna otra máquina.

**Haas**

[www.HaasCNC.com](http://www.HaasCNC.com)

## >> Acoplamiento de mango poligonal de tamaño 100 para herramientas más largas

En 2008 se creó el estándar ISO/DIS 26623 para el adaptador de cono poligonal con superficie de contacto de brida con el fin de asegurar el diseño original de Coromant Capto. El estándar cubría los tamaños de brida de 32 a 80 (C3 a C8). Ahora se ha añadido el mango poligonal de tamaño 100 (C10) al estándar existente.

Coromant Capto ha sido desarrollado para tres áreas de aplicaciones específicas: Husillo integrado para cambio automático de herramienta que ofrece estabilidad y rigidez a través de su resistencia a la flexión y capacidad de transmisión del par. El sistema de cambio rápido para cambio manual de herramienta ofrece un aprovechamiento incrementado de la máquina a través de un menor tiempo de reglaje y montaje. Y para montajes modulares, que ofrecen flexibilidad sin, por ello, perder estabilidad y precisión.

Coromant Capto C10 ahora da una nueva dimensión a la gama. Con una fuerza de sujeción de 70 kN y un diámetro de brida de 100 mm, la resistencia a la flexión es superior a la de la solución HSK-A 100 y al tamaño de cono 50 (equiparable a HSK-A 125). Gracias a este nuevo tamaño, ahora se pueden emplear herramientas más largas, con un menor riesgo de vibraciones, a la vez que se mantiene la misma dimensión de husillo que con la solución HSK-A 100. A medida que incrementa la exigencia de los componentes y la capacidad multifunción de las máquinas, la necesidad de disponer de un mecanizado estable con montajes largos también se aplicará a los tornos verticales, de torno-fresado y de fresado-torneado, además de a los centros de mecanizado pesado.

**Sandvik Coromant**

[www.sandvik.coromant.com/es](http://www.sandvik.coromant.com/es)



## >> Solución completa de cálculo de magnitudes eléctricas en tiempo real

La compañía HBM ha introducido novedades en su gama Genesis HighSpeed de registradores de datos para proporcionar funciones completamente nuevas, como cálculos en tiempo real de magnitudes eléctricas y otros valores en aplicaciones complejas.

Los modelos Genesis HighSpeed pueden registrar, guardar y visualizar millones de datos por segundo con el objetivo de responder a los requerimientos de ensayos de seguridad y eficiencia en aviación, automoción (motores eléctricos) y energías renovables (generadores, motores e inversores), donde hay que medir y evaluar magnitudes eléctricas, como corriente y tensión. La gama de productos se ha ampliado con la tarjeta de adquisición de

# Bosch inside.

## Eficiencia que funciona.



**Confíe en los expertos y en las tecnologías orientadas al futuro para mayor eficiencia y rentabilidad.**

El uso eficiente de la energía es un factor clave para mantener la competitividad. Ya sea para la industria, los negocios, instituciones privadas y públicas o las empresas de suministros energéticos, le ayudamos a encontrar la solución óptima ajustada a sus necesidades. Nuestra gama de productos varía desde la producción de calor en sistemas de calderas industriales de vapor, agua caliente y sobrecalentada hasta unidades de cogeneración. Los altísimos estándares de calidad y amplios servicios ofrecidos por Bosch garantizan la durabilidad, la rentabilidad y el funcionamiento sostenible de su instalación.

[www.bosch-industrial.com](http://www.bosch-industrial.com)



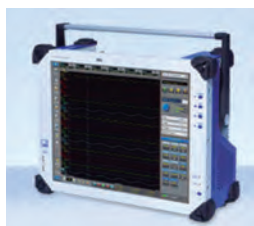
# BOSCH

Innovación para tu vida



datos de 1 kV con aislamiento, que permite calcular tensiones de hasta  $\pm 1.000$  V con cuotas de exploración de hasta 2 MS/s. Y, en combinación la interfaz de usuario Perception, de manejo intuitivo, garantiza un procesamiento rápido y seguro de enormes cantidades de datos. La implementación de la nueva versión 6.42 del *software* contribuye a aumentar las posibilidades de aplicación. A partir de ahora los usuarios, mediante varios canales lógicos de cálculo, podrán realizar cálculos en tiempo real por cada canal.

Esta combinación de productos también permite medir el valor efectivo real (True RMS), el valor medio, mínimo y máximo, valores pico a pico, potencia y energía. Además, la cuota de exploración puede conmutarse automáticamente tras un evento de disparo en los canales de cálculo en tiempo real. Gracias al nuevo sistema, las cuotas máximas se reservan para determinados eventos, creando así menores cantidades de datos y, por tanto, mejorando la eficiencia de los test y las evaluaciones.



#### HBM

Correo-e: [info@es.hbm.com](mailto:info@es.hbm.com)

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

### >> Dispositivos emuladores de cargador en puertos USB de PC

La firma STMicroelectronics ha incorporado funciones avanzadas en sus últimos chips PC USB con el objetivo de reducir el impacto medioambiental en la carga de equipos portátiles. Como los *smartphones* y los reproductores de medios se suelen conectar a un PC para intercambiar datos, los usuarios también tienden a cargar estos dispositivos en los puertos USB del ordenador. De hecho, el estándar IEC 62684 de cargador de teléfono universal de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) promueve la carga de USB al hacer uso de la especificación de interfaz USB.

Beneficiándose de una función de *attach-detection* patentada por ST que opera cuando el PC está en modo *shutdown*, los nuevos emuladores de cargador detectan la conexión de un dispositivo móvil. Esto permite que la fuente de alimentación del PC se active para la carga. Los chips también monitorizan la corriente para *apagar* la fuente de alimentación cuando la carga se ha completado y, por tanto, maximizar la eficiencia energética. Otros emuladores de cargador requieren que el PC esté operativo o en modo *sleep* para recargar un dispositivo, lo que implica un mayor consumo de energía.

Además, cuando un puerto USB está activo y espera la conexión de un dispositivo para su carga, los emuladores STCC5011 y STCC5021 consumen el 6,25% de la potencia de otros chips similares. Esto también disminuye el impacto en la batería del PC. Ambos chips de ST cuentan con circuitería para evitar la descarga de la batería del PC y garantizar un proceso totalmente seguro y eficiente. El STCC5011 tiene un límite de corriente de carga de 1 A, que es ideal para dispositivos Apple iPod e iPhone, mientras que el STCC5021 posee un límite de 2 A para poder utilizarse también con la gama iPad. Los dos emuladores son compatibles con

los estándares de carga de batería BC1.2, USB2.0, USB3.0 e YD/T 1591-2009 (China), que recomiendan la carga USB para reducir los residuos electrónicos y proteger el medio ambiente.

La IEC considera que dicho estándar podría ayudar a reducir las 51.000 toneladas anuales de *cargadores redundantes* y, por consiguiente, las emisiones de gases de efecto invernadero en 13,6 millones de toneladas. Los nuevos chips STCC5011 y STCC5021 de ST van más allá a la hora de minimizar el consumo de energía y las emisiones de CO2 al posibilitar que los usuarios carguen los dispositivos móviles desde un puerto USB, incluso cuando el ordenador se encuentra en modo *shutdown* controlado por *software*.

#### STMicroelectronics

Tel. 914 051 615

[www.st.com](http://www.st.com)

### >> Programa para visualizar el estado de las máquinas desde cualquier lugar

Omron ha lanzado la nueva versión (v1.3) del *software* NB-Designer, añadiendo aún más funcionalidad a la serie NB de terminales de altas prestaciones. La interfaz web incorporada hace posible controlar una máquina desde cualquier lugar del mundo. La principal novedad es la función de acceso remoto a la aplicación a través de un navegador web estándar, sin necesidad de instalar otro tipo de *software*.

Permite visualizar y controlar la aplicación HMI desde cualquier lugar a través de Internet. Su configuración es muy sencilla, y solo permite la visualización de la aplicación o la operación. Además, otros parámetros le ayudarán a optimizar el rendimiento y conexión al terminal HMI. El acceso remoto al mismo será siempre seguro, ya que se requiere usuario y contraseña.

Con esta interfaz web, los fabricantes de maquinaria podrán visualizar y operar sobre la aplicación HMI desde cualquier lugar del mundo, mediante un navegador web estándar, desde cualquier dispositivo, ya sea un PC, un *smartphone* o una tableta. Otras novedades de esta nueva versión del *software* NB-Designer son que incluye el soporte de más *drivers* de comunicación para dispositivos de otros fabricantes, la traducción al alemán y francés del *software* y otras mejoras para que sea aún más sencillo diseñar aplicaciones HMI.

El *software* de programación, NB-Designer, es totalmente gratuito y se puede descargar desde la página web de Omron. Así, la serie NB incorpora todo lo necesario para aplicaciones de una amplia gama de máquinas de diferentes industrias y tamaños.

#### Omron

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



## >> Filtros trifásicos para aplicaciones industriales de alta potencia

La firma Premo ha desarrollado nuevos códigos de su serie FVNSB de filtros trifásicos con neutro para uso en aplicaciones industriales de alta potencia. Estos modelos poseen un formato compacto con bornas en modo de accesibilidad segura y pletina de cobre sólido para facilitar la instalación en pared o suelo. La serie FVNSB, que ofrece un rango de corriente de 8 a 600 A @ +50° C, aporta la suma de filtrado N + 3-ph para máquinas potencialmente ruidosas conectadas a redes eléctricas de baja tensión.

Diseñados con baja corriente de fuga (por debajo de 1 mA) en el modo de conexión de 4 hilos, estos filtros proporcionan mejoras en inmunidad y fiabilidad de todo el sistema, protegiendo la maquinaria ante emisiones conducidas procedentes del entorno y ayudando a reducir el coste de mantenimiento. La serie FVNSB es una solución estándar para máquinas de 12 ejes y hasta con 10 m de conexión que funcionan en ambientes domésticos (mixtos) y permiten a los OEM cumplir con los límites de clase A o clase B.



Los nuevos filtros de 300, 450 y 600 A están especialmente indicados en máquinas industriales de alta potencia, máquina-herramientas, equipos de automatización de procesos, ascensores y *drivers*

para aplicaciones en convertidores e inversores, como SAI y fuentes de alimentación. Premo dispone de un laboratorio fijo y otro móvil para realizar ensayos EMC en las máquinas o las instalaciones de sus clientes y suministrar una solución que cumple la normativa específica aplicada.

**Premo**

[www.grupopremo.com](http://www.grupopremo.com)

## >> Sistema de carga solar inalámbrica para electrónica de consumo

Sunpartner Technologies y 3M han suscrito un acuerdo de colaboración para sacar el máximo rendimiento a la tecnología de celda solar transparente de Sunpartner y los materiales electrónicos de 3M. Ambas compañías cooperan en el diseño de un microcomponente transparente, inalámbrico y sostenible que cargará los dispositivos móviles mientras están siendo usados y son expuestos a la luz. Este desarrollo dotará de la capacidad de cargar *smartphones* y tabletas mediante luz natural o artificial, sin necesidad de enchufes.

La combinación de los adhesivos 3M Optically Clear Adhesives con los *drives* Wysips Crystal ofrece una respuesta sostenible que aporta numerosos beneficios en las tareas de gestión energética y, por tanto, incrementa la libertad de los usuarios. Wysips transforma cualquier superficie en un panel solar que genera su propia energía con luz natural o artificial. Estas celdas fotovoltaicas, que se activan desde el momento en que se exponen a la luz, cargan la batería o alimentan el equipo al que se

## CIENCIA

### Arsénico para reducir y retrasar la corrosión del magnesio con aplicaciones industriales

Un estudio internacional en el que ha participado el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) ha descubierto que la aleación de magnesio con pequeñas cantidades de arsénico disminuye y lentifica el proceso de corrosión del material. Los resultados del trabajo, publicado en la revista *Electrochemistry Communications*, podrían tener aplicaciones en la industria automovilística y en electrónica. La nueva aleación serviría para aligerar el peso de los componentes, aumentando su eficiencia energética al disminuir el consumo de combustible, lo que, a su vez, reduciría las emisiones de gases de efecto invernadero. Durante el estudio, los investigadores probaron más de 400 combinaciones de elementos aleantes diferentes para tratar de encontrar la manera de reducir la susceptibilidad del magnesio a la corrosión, explica el investigador del CSIC Alejandro Samaniego, del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.

### Nuevo centro para impulsar la nanociencia y la nanotecnología españolas

El Instituto Catalán de Nanociencia y Nanotecnología (ICN2) ha inaugurado su nuevo edificio en el campus de Bellaterra de la Universidad Autónoma de Barcelona. Con estas instalaciones el centro pretende potenciar las novedosas líneas de investigación en el ámbito de la nanociencia y la nanotecnología. Las actividades de investigación del instituto se dirigen a comprender los fenómenos físicos fundamentales asociados a las variables de estado de la materia e investigar nuevas propiedades que se obtienen a partir de la creación de nanoestructuras a medida. Los investigadores del centro trabajan también en nuevos métodos de fabricación a nanoescala y en la caracterización y manipulación de nanoestructuras, así como en el desarrollo de nanodispositivos y nanosensores para su aplicación en campos diversos como la salud, la alimentación, el medioambiente, la energía y la electrónica.

### Un paso adelante para confinar la fusión nuclear

Por primera vez investigadores del Lawrence Livermore National Laboratory de EE UU han logrado en una reacción de fusión liberar más energía que la que absorbe el combustible utilizado (de deuterio-tritio, dos isótopos del hidrógeno). Para el experimento se ha optado por la técnica del confinamiento inercial, que usa tecnología láser para calentar y comprimir el material. Otras instalaciones como el ITER utilizan confinamiento magnético. Para el confinamiento inercial los científicos estadounidenses emplearon 192 láseres para calentar y comprimir las pequeñas pastillas de combustible, hasta que implosionan y, de esta forma, se genera el plasma y la energía. En esta ocasión el rendimiento de las reacciones ha sido alrededor de 10 veces superior al conseguido en otros experimentos anteriores. Según la revista *Nature*, en la que se publica el trabajo, de momento han conseguido esta "ganancia" a nivel del combustible, pero el gran reto es obtenerla para todo el sistema, de tal manera que la energía total que se utiliza para producirla sea superada por la generada.



encuentran conectadas, revolucionando la forma de usar los terminales móviles, pues siempre estarían listos para operar.

Estas capas fotovoltaicas transparentes ultradelgadas se integran en *displays* electrónicos y suministran energía suficiente para mantener el dispositivo móvil siempre cargado, tanto en interiores como en exteriores. Son fabricados con la máxima precisión para eliminar cualquier defecto visual, como *bubbling* (burbujas), que pueden distorsionar el *display* y disminuir la satisfacción del cliente con su terminal. Ideal para aplicaciones interiores y exteriores, esta innovación se puede integrar en todo tipo de *displays* y *nomad devices*: teléfonos móviles, *e-readers*, etiquetas electrónicas, relojes y sensores inalámbricos. La nueva fuente de alimentación no realiza cambios ni en el diseño y ni en la estética del terminal. El componente fotovoltaico transparente se conecta a un chip, que convierte y gestiona la energía producida para cargar la batería.

### 3M

Tel. 913 216 155

[www.solutions.productos3m.es](http://www.solutions.productos3m.es)

## >> Botellas para reforzar la seguridad frente a peligros biológicos

La empresa Integra ha lanzado sus nuevas botellas colectoras desechables para residuos mejorando así el sistema Vacusip de aspiración al vacío de sobremesa, una solución compacta y portátil para la eliminación práctica y segura de pequeños volúmenes de residuos líquidos biológicos. Al estar hechas de polipropileno altamente resistente, estas nuevas botellas colectoras desechables son irrompibles y resistentes al vacío, previniendo, de ese modo, riesgos de rotura y contaminación con agentes biológicos durante la manipulación. Además, permiten reforzar aún más la seguridad funcional y reducir los costes de manipulación y eliminación de sustancias que puedan comportar peligros biológicos. Con una unidad pueden ejecutarse todos los pasos de manipulación, aspiración y recogida de residuos líquidos dentro de una cabina de seguridad biológica, reduciendo así los riesgos de contaminación medioambiental y humana por contacto con los agentes manipulados que puedan comportar peligros biológicos.

También, es posible adquirir una amplia gama de adaptadores que permiten aspirar líquidos con facilidad desde prácticamente cualquier recipiente o utensilio de laboratorio como pequeños tubos de centrifugado, microplacas y matraces. Una vez llena, simplemente se desconecta la botella colectora del sistema Vacusip y se cierra herméticamente con la tapa incluida con la unidad.

### Integra

Correo-e: [info@integra-biosciences.com](mailto:info@integra-biosciences.com)

[www.integra-biosciences.com/us](http://www.integra-biosciences.com/us)



## >> Control remoto para controlar y programar las calderas en hoteles y residencias

La empresa Baxiroca ha lanzado al mercado un *web server* para el control remoto de las salas de calderas del sector terciario, como hoteles, residencias geriátricas, polideportivos, o residencial centralizado (edificios de viviendas). Mediante una sencilla aplicación vía web de fácil personalización y con un manejo sencillo e intuitivo se pueden visualizar todos los parámetros del cuadro de control de la caldera y modificar sus valores, de la misma forma que in situ delante de la caldera. También puede programar el envío de señales de alarma, averías o estados de funcionamiento mediante mensajes de texto SMS o correos electrónicos.

Para poder instalar el *web server* solo es necesario tener conexión a Internet en la sala de calderas, y disponer de un PC, tableta o teléfono móvil con acceso a Internet. En caso de no tener acceso a Internet en la sala de calderas, existe un modelo de Web Server que permite la comunicación vía GSM. Además del citado modelo para comunicación vía GSM, la gama está formada por 3 modelos de Web Server que permiten tener el control remoto tanto de las calderas como de los diversos circuitos de calefacción y ACS que haya en la instalación.

### Baxiroca

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

## >> Simuladores de red regenerativos para crear formas de onda de voltaje armónico

El simulador de red regenerativo 61800 de la empresa Instrumentos de Medida está disponible ahora en dos modelos: 45kVA y 60kVA. Su amplio conjunto de características propio de la última tecnología digital, se suma a la capacidad de entregar hasta 300Vac a frecuencias de salida desde 30 hasta 100 Hz. La función AC+DC permite aplicaciones que requieran polarización con voltajes CC. Además de suministrar señales CA limpias, precisas y estables, la serie 61800 es capaz de simular varios tipos de formas de onda de voltaje distorsionadas y condiciones transitorias requeridas para ensayos de validación de producto.

La función de síntesis permite a los usuarios crear formas de onda de voltaje armónico periódicas hasta el orden 40 basado en una frecuencia fundamental de 50/60 Hz. La función inter-armónico hace posible la generación de barridos de frecuencia desde 0,01 Hz hasta 2400 Hz sobre la frecuencia fundamental de 50/60 Hz, ayudando a los usuarios en la localización de los puntos de resonancia. La serie 61800 también proporciona medidas de precisión tales como voltaje y corriente RMS, potencia real, factor de potencia, factor de cresta de corriente y muchas otras.

Aplicando una avanzada tecnología de procesamiento, pueden simular fácilmente perturbaciones de línea de potencia (PLD) usando sus modos de operación LIST, PULSE y STEP. Incorporan interfaces RS232, USB y Ethernet para ser controlados remotamente. Es posible alcanzar potencias mayores con dos o más simuladores en paralelo, solo en modo trifásico.

### Instrumentos de Medida

[www.idm-instrumentos.es](http://www.idm-instrumentos.es)

## >> Nuevos cables de TPE para operaciones de pesaje en exteriores

La compañía HBM dispone ya de nuevas bobinas de cables de elastómeros termoplásticos (TPE) que proporcionan una elevada protección a la intemperie para garantizar un pesaje seguro en aplicaciones exteriores. Tanto la resistencia como la estabilidad a largo plazo son aspectos fundamentales en operaciones en exteriores. Por ello, HBM ha desarrollado estos cables TPE con una mayor protección mecánica que los modelos convencionales de PVC. También ha diseñado una versión con trenzado de metal (serie CABM1) para responder a los requerimientos de protección contra los roedores en diferentes instalaciones.



Los nuevos cables, que mantienen un elevado nivel de seguridad, eliminan la necesidad de incorporar tubos protectores especiales y costosos. De esta forma, contribuyen a reducir los costes del proyecto de pesaje. Las bobinas de cable de TPE se convierten en el complemento perfecto para las básculas de la compañía. HBM también suministra células de carga C16 y HLC, módulos de pesaje C16/M y HLC/M y electrónica de pesaje WE2107 para ofrecer una solución completa en cualquier proyecto.

**HBM**

Tel. 918 062 610

Correo-e: [info@es.hbm.com](mailto:info@es.hbm.com)

## >> Mono que ofrece protección contra una gama de peligros químicos de bajo riesgo

El mono, basado en el comportamiento de barrera de Tyvek, usa tecnología específica que combina repelencia al aceite y una protección duradera frente a líquidos a presión y productos químicos de base acuosa con un tejido transpirable lo que representa una innovación en protección de Tipo 3 (estanco a los líquidos).

Hasta ahora, las prendas hechas con Tyvek eran una excelente barrera contra partículas finas y fibras, además de proteger frente a una amplia gama de líquidos con base acuosa y aerosoles. Ahora, usando las tecnologías impermeables específicas de la nueva prenda Tyvek 800 J, sus prestaciones de protección se han incrementado hasta alcanzar la categoría III, tipo 3 de protección de estanqueidad a los líquidos (a presión) además de repeler el aceite. Es también permeable al aire y al vapor de agua para mayor comodidad de uso. Este traje cumple con las exigencias de protección



## MEDIO AMBIENTE

### Diseño para tratar todo tipo de residuos que permitirá ahorrar costes

Un proyecto europeo liderado por el centro tecnológico Cartif en Valladolid ha diseñado una planta de tratamiento integral de residuos de distinto tipo que está previsto poner en marcha en la provincia de Tarragona y que permitirá un notable ahorro de costes. Actualmente, las plantas de tratamiento que existen son diferentes en función del tipo de residuos, por lo que "no aprovechan sinergias", ha declarado la coordinadora de este proyecto denominado *Life Reva-Waste*, María Dolores Hidalgo. El centro ha proyectado una planta mixta, con dos líneas de tratamiento, una de ellas para residuos orgánicos, ya sean ganaderos, de la industria alimentaria o biomasa, entre otros. La otra línea corresponde a residuos industriales, como los plásticos. La previsión es que la primera de estas plantas recicle una tonelada de residuos a la hora.

### Tecnología para conseguir pinturas más ecológicas para el sector aeronáutico

El proyecto GreenGelair trata de resolver un problema que actualmente presentan las pinturas utilizadas en diversas industrias. Estas pinturas contienen cromo hexavalente y, según las regulaciones medioambientales (REACH), deben sustituirse por otras en la mayoría de los sectores, particularmente en el aeronáutico. Por ello, los investigadores están diseñando una nueva formulación y un nuevo sistema de aplicación para recubrimientos de pintura para el sector aeronáutico basados en la tecnología sol-gel. Su principal objetivo es encontrar una alternativa más ecológica en el proceso de pintado de aviones. En concreto, conseguir un nuevo y competitivo producto sol-gel y desarrollar un sistema versátil para su aplicación, tanto en operaciones de mantenimiento como en la fabricación de las piezas originales de las aeronaves. En este proyecto la Universidad Carlos III de Madrid participa como socio tecnológico experto en el desarrollo de productos sol-gel que aumentan la adherencia en pinturas sobre sustratos metálicos; la empresa Galvatec, ubicada en Sevilla, como socio experto en operaciones del sector aeroespacial, y el Instituto Tecnológico Metalmecánico de la Comunidad Valenciana, como coordinador del consorcio, promovido por la empresa francesa Dassault Aviation.

### Detalles técnicos y consejos para un mejor aprovechamiento del agua

Es urgente la necesidad de hallar mejores métodos para la conservación del agua y para la gestión de su demanda, así como tecnologías que reduzcan el derroche. En un intento por resolver esta situación, los artífices de un proyecto Cordis de investigación hídrica titulado *Transitions to the urban water services of tomorrow* han editado recientemente una guía para todos los interesados en el tema del agua y a quienes ocupan estas cuestiones. *Guidance on evaluation and selection of sustainable water demand management technologies* ofrece indicaciones sobre la evaluación y selección de tecnologías para la gestión de la demanda hídrica y la reducción del consumo de agua.



contra riesgos biológicos (EN 14126), protección contra contaminación radiactiva (EN 1073-2) y, finalmente, protección contra descargas electrostáticas (antiestático acorde con EN 1149-5).

El diseño de la capucha, la manga, la cintura y la pierna se ha optimizado para alcanzar un buen acabado protector que se ajuste a los movimientos y que no inhiba y permita la flexibilidad y ligereza que proporciona el propio tejido. La prenda incluye una solapa en la barbilla para incrementar la protección a los líquidos y un mayor ajuste cuando se llevan máscaras, presilla en el pulgar para prevenir que se suban las mangas, aperturas elásticas y una cinta naranja en las costuras de la prenda para la visibilidad y protección del trabajador. Tyvek 800 J se comercializa desde abril.

**DuPont**

[www.dpp-europe.es](http://www.dpp-europe.es)

### >> Bandas extensométricas encapsuladas para test estructurales en entornos adversos

Los test estructurales realizados en entornos adversos demandan una elevada protección mecánica de las bandas extensométricas (DMS) para garantizar un resultado preciso sin influencia de las inclemencias meteorológicas ni de la longitud de los conductores. Por este motivo, HBM, fabricante de equipos y componentes para la medida de magnitudes mecánicas y pesaje, ha desarrollado la serie V de bandas extensométricas encapsuladas con cuatro hilos trenzados de conexión para preservar los datos de forma óptima ante choques y la presencia de humedad.

Este nuevo diseño facilita y acelera la instalación de la banda extensométrica al poder prescindir de las operaciones, hasta ahora necesarias, para cubrirla. Los cuatro hilos trenzados de conexión de tres metros resultan idóneos para conectar el amplificador de medida de HBM con el circuito EKR patentado, que compensa las posibles pérdidas de tensión ocasionadas por la longitud de los conductores o por los efectos de la temperatura en el cable y, por consiguiente, garantiza mediciones de alta precisión.

La serie V de HBM se encuentra disponible con una resistencia de 120  $\Omega$  (estándar) y 350  $\Omega$  (opción) para aumentar la flexibilidad a la hora de llevar a cabo los test estructurales. Por tanto, las mediciones al aire libre, como en vías ferroviarias, buques o chimeneas, resultan mucho más sencillas y precisas.

**HBM**

Tel. 918 062 610

Correo-e: [info@es.hbm.com](mailto:info@es.hbm.com)

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

### >> Localizador visual de fallos 'tipo lápiz' con emisor láser

C3, Cables y Componentes para Comunicaciones dispone del localizador visual de fallos (VFL) FLS-40 de EXFO, un modelo de bolsillo *pen-style* que facilita la identificación de fibras ópticas de extremo a extremo (*end-to-end*) y la identificación de daños en el pulido de los conectores.

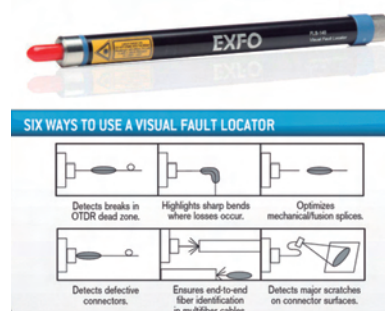
Este VFL tipo lápiz está equipado con un emisor láser rojo de 655 nm, visible a través de la cubierta amarilla de los cordones de fibra óptica cuando se dan roturas, curvaturas, conectores defectuosos, empalmes u otras causas de pérdida de

señal, incluso en las zonas muertas de OTDR. Con un alcance de hasta 5 kilómetros, el FLS-140 localiza los fallos de forma visible al crear un resplandor de color rojo en la ubicación exacta del problema en cordones monomodo o multimodo.

Este modelo también se caracteriza por incluir un conector universal de 2,5 mm y dos pilas alcalinas AAA para alcanzar una autonomía de 40 horas de operación ininterrumpida, y trabajar en modo pulsado y CW. Por tanto, este VFL con cubierta de aluminio anodizado se convierte en una herramienta ligera y duradera que responde a las necesidades de cualquier técnico.

**C3, Cables y Componentes**

[www.c3comunicaciones.es](http://www.c3comunicaciones.es)



### >> Nueva serie de transmisores de presión para facilitar su elección

La empresa VEGA ha revisado completamente los transmisores de presión de la familia VEGABAR y ha reducido su número a unos pocos modelos. De esta forma, es mucho más fácil para el usuario seleccionar el instrumento adecuado de entre los transmisores de presión de la nueva gama.

Si se precisan altas temperaturas (hasta 400 °C) y resistencia a productos químicos agresivos, el VEGABAR 81 con sello separador es la opción adecuada. El todoterreno VEGABAR 82, con celda de medición cerámica, cubre el 80% de todas las aplicaciones. El VEGABAR 83, con celda de medición metálica, está especializado en altas presiones de hasta 1.000. Los VEGABAR 86 y 87 representan una nueva generación de transmisores de presión suspendidos. El VEGABAR 86 con celda de transmisión cerámica es particularmente resistente a la abrasión y a productos químicos abrasivos. El VEGABAR 87, sin juntas, con tubo de acero inoxidable y celda de medición metálica, es ideal para contenedores de alimentos.

Todos los sensores de la Serie 80 de VEGABAR pueden combinarse rápida y fácilmente para convertirse en un sistema de presión diferencial electrónico.

**VEGA**

[www.vega.com](http://www.vega.com)



# Empatía

Sin ser adivinos, ni creyentes de la teoría de la “mente extendida” del bioquímico británico Rupert Sheldrake y sin aplicar “el séptimo sentido”, podemos decir que las interfaces cerebro-ordenador todavía no han dado sus mejores posibilidades. Sin embargo, la capacidad de controlar un ordenador utilizando solo el poder de la mente está más cerca de lo que se podría pensar.

Las interfaces que permiten al ordenador leer e interpretar las señales directamente del cerebro ya han alcanzado algún éxito clínico, permitiendo a personas que sufren tetraplejía mover sus propias sillas de ruedas. Fue uno de los ejemplos que puso en una reciente conferencia un gran defensor de estas posibilidades que es Kevin Warwick. Bajo el título *¿El futuro será Cyborg? La fusión hombre-máquina*, el público de la sala de la Fundación Telefónica y mediante *streaming* pudo escuchar a este profesor de cibernética de la Universidad de Reading en Gran Bretaña exponer, ejemplo tras ejemplo, cómo la tecnología de implantes y electrodos se puede emplear para crear cerebros biológicos para robots, posibilitar mejoras humanas y disminuir los efectos de ciertas enfermedades neurológicas. Seguramente nuevos objetos se incorporaran al cuerpo humano como ahora nos ponemos unas gafas.

Lo más curioso de este investigador es que él mismo ha sido su propio conejillo de indias, al implantarse electrodos en su brazo, unido a su sistema nervioso durante tres meses. También contó con la colaboración de su mujer, Irina, para experimentar la comunicación entre dos cerebros. “Cuando se consiga seguramente la comunicación entre cerebros será más limpia ya que perdemos muchas de las señales que tenemos alrededor, las emociones, las ideas o los pensamientos no nos engañarán”, comentó Warwick no sin cierto susto al tratarse de su mujer.

Tal vez cuando un cerebro y otro se puedan comunicar directamente volvamos a restablecer una propiedad humana cada vez menos utilizada que es la empatía entre las personas. Ya que no solo las máquinas ampliarán sus posibilidades de comunicación; también los humanos. A Warwick no le gusta mucho la palabra superhombre; sus investigaciones no se encaminan a su búsqueda, sino a encontrar la posibilidad de amplificar o a que perduren capacidades que ya tenemos como la memoria, así como a recuperar habilidades que hemos perdido. Pero es consciente de que toda tecnología tiene su lado oscuro.

Para Warwick no hay duda de que en un futuro los robots tendrán cerebros parcialmente biológicos y en el que los implantes

neuronales vincularán de forma bidireccional el sistema nervioso del ser humano con la tecnología e Internet. Las máquinas pueden leer ya libros, pero hay que ampliar potencialidades que por ahora solo pertenecen al ser humano. En su laboratorio los experimentos son diversos, tanto con robots con *cerebros biológicos* con tejidos vivos de embriones de ratones como con estudiantes que se prestan a acoger implantes; uno de ellos permitió la colocación de imanes en sus dedos. Esto es realidad no ficción.

El cine siempre ha narrado un posible futuro. Para aquellos a quienes les guste la ciencia ficción la película *Her* de Spike Jonze cuenta la historia de un hombre (Joaquim Phoenix) que decide combatir su soledad instalando un sistema operativo (Scarlett Johansson) con nombre de mujer del que termina enamorándose. Para algunos especialistas el sistema operativo Samantha de la película ya está presente en la realidad, como el reconocimiento del lenguaje, las habilidades de conversación y, sobre todo, la capacidad del *software* para aprender de la experiencia, sin necesidad de tener que ser reprogramado constantemente. Este enamoramiento tecnológico ya ha tenido su recompensa al mejor guión en los Oscar de 2014. Para Jonze *Her* no es una película de ciencia ficción, ni romántica, sino una forma de poner de manifiesto cómo las tecnologías pueden fomentar el control y la dependencia también en las relaciones sentimentales, incluidos los celos.

Ya resulta difícil para muchas personas desconectarse de su móvil, así que el entablar relaciones emocionales con máquinas no es descartado por los especialistas si estas se revisten de algunas características amables y si son capaces de detectar nuestros verdaderos sentimientos. Ya sabemos que entre humanos esto es difícil, he ahí nuestra complejidad.

Siempre se ha querido que los demás sepan de tus sentimientos sin expresarlos claramente. Tal vez, cuando se avance en interfaces capaces de interpretar tus señales cerebrales y un sistema operativo sea capaz de saber lo que necesitas sin necesidad de mantener siquiera una conversación, más de una persona cambie a un ser humano por una máquina. La empatía también puede ser compartida con una máquina, así lo manifestó un estudio realizado por científicos holandeses, en el que se observó que a los participantes del mismo les resultaba muy difícil apagar un robot que representaba a un gatito pidiendo cariños.



STREIMAN / SHUTTERSTOCK



# El diálogo inteligente entre máquinas

En pocos años, miles de millones de objetos estarán conectados a la red a través de comunicaciones inalámbricas o fijas, en un intrincado puzzle de tecnologías y modelos de negocio que dinamizarán notablemente la industria. Es el llamado internet de las cosas o las comunicaciones M2M

## Joan Carles Ambrojo

La primera ola de Internet fue la de las personas. Ahora entramos de lleno en la internet de los objetos o de las comunicaciones *machine to machine* (M2M, máquina a máquina). Es un conjunto de sensores, tecnologías y redes que permiten a edificios, infraestructuras y todo tipo de dispositivos y objetos proporcionar e intercambiar información, en muchos casos sin necesidad de intervención humana.

Las comunicaciones entre máquinas conectadas en Red son una realidad desde hace tiempo, ya que permiten avanzar el fallo de un equipo o predecir el mantenimiento requerido: una máquina o dispositivo puede informar de su uso y proporcionar datos de forma remota, sin necesitar la visita de un técnico. Esto permite elaborar modelos de predicción de fallos para ascensores o escaleras mecánicas, por ejemplo, y realizar el mantenimiento preventivo; o avisar al distribuidor cuando las existencias de un alimento o bebida de un dispensador automático sea baja.

En el Mobile World Congress 2014, celebrado recientemente en Barcelona, la cadena de comida casera Nostrum presentó una máquina de *vending* que expende los platos mediante un teléfono inteligente, y también se presentaron las *Google glasses*. Los campos de aplicación son innumerables: contadores de suministros inteligentes, el control remoto del tráfico, servicios logísticos y de telemedicina.

## Un mercado inmenso

El Internet de las cosas alcanzará en 2020 un valor de 8,9 billones de dólares y 212.000 millones de objetos conectados y desatendidos. Según la consultora IDC, se espera que las denominadas ciudades inteligentes, los vehículos y las casas, con las infraestructuras necesarias, impulsen el crecimiento de este inmenso mercado. Siempre que se salven obstáculos como la ausencia de plataformas M2M estándar y la escalabilidad, pues lo habitual son sistemas construidos para una tarea específica. Otro problema se puede presentar cuando sea necesaria la actualización del *software* que controlan



Los nuevos contadores de la luz pueden ofrecer datos de forma remota, sin necesitar la visita de un técnico.

estos dispositivos. "Porque las actuales implementaciones de aplicaciones M2M a través de diversos mercados geográficos y verticales en todo el mundo dan lugar a un

Entre otras aplicaciones en la industria es posible elaborar modelos de predicción de fallos para ascensores o escaleras mecánicas, o realizar el mantenimiento preventivo

ecosistema cada vez más fragmentado y los actores de la industria deben poner la seguridad, la programación remota y la interope-

rabilidad en el corazón de sus planes de desarrollo, a riesgo de inhibir las perspectivas de crecimiento del sector", dice Bruno Basquin, presidente del grupo de trabajo eUICC (*embedded Universal Integrated Circuit Card*, es decir, el chip SIM integrado en el dispositivo) de la SIMalliance.

Un desafío clave está relacionado con el modelo operacional del M2M; el proceso de flotas de equipos que ejecutan diversas aplicaciones de funcionamiento es muy diferente del funcionamiento de comunidades de suscriptores humanos. Muchas aplicaciones M2M utilizan millones de terminales desatendidos en diversas ubicaciones remotas, difíciles e inaccesibles.

En este escenario, a los proveedores de servicios no les es rentable proporcio-

nar terminales con un nuevo UICC (o tarjeta SIM), cuando las actualizaciones o sustituciones sean necesarias. En vista de ello, el aprovisionamiento remoto extendido y las capacidades de gestión son esenciales. "Por esta razón, SIMalliance apoya los conceptos de UICC embebido (eUICC) y la infraestructura de administración remota de suscripción como activadores del crecimiento del mercado M2M, ya que el primer beneficio del eUICC es la facilidad de actualización remota", añade Basquin.

Puesto que el eUICC tiene un papel dual (llevan una suscripción y actúan como una plataforma de aplicaciones), ofrece a los proveedores de servicios, operadores móviles y sus socios la capacidad de administración remota segura, añade. "Como el ciclo de vida de una aplicación suele ser mucho menor que el de su anfitrión terminal –muchos de ellos pueden durar hasta 20 años en el sector de M2M– las capacidades de administración de servicio, habilitadas por la administración remota, son esenciales para apoyar las iteraciones de muchas de las aplicaciones que pueden evolucionar con el ciclo de vida de la terminal".

En España destaca el proyecto científico Smart Santander, desarrollado por Telefónica, que cuenta con 20.000 sensores conectados en la ciudad de Santander que captan información sobre temperatura, iluminación, ruido, tráfico, aparcamiento, etc. Y la Comisión Europea quiere implantar el sistema eCall, una tarjeta SIM en todos los vehículos para que, en caso de emergencia, indique al teléfono de emergencia su posición exacta y reciba una primera asistencia telefónica.

### Datos telemétricos

Cualquier objeto al que se pueda acoplar un sensor puede convertirse en un nodo de internet. Los datos telemétricos son tradicionales en estos sistemas, pero los sensores pueden captar y difundir información sobre todo tipo de parámetros (velocidad, temperatura, altitud, iluminación, humedad, voltaje, azúcar en la sangre, etc.). Estos sensores son diminutos procesadores con memoria, programas autónomos que permiten interpretar los datos y elementos de entrada y salida de información a través de Internet o de dispositivos que se conecten a la Red.

En España destaca la empresa zaragozana Libelium, que ha desarrollado la plataforma modular *opensource* Waspmote, que permite construir redes de sensores inalámbricas de muy bajo consumo para monitorizar una gran cantidad de información local.

Por ejemplo, Rias Baixas lo utiliza en un proyecto vitivinícola inteligente para cosechar uvas más sanas y abundantes de Albariño. El año pasado, Libelium participó con uno de sus dispositivos en un proyecto para medir la radiación solar desde un satélite.

La gestión y el control de la información recibida por los dispositivos remotos se realiza desde un servidor con una aplicación específica, con almacenamiento local, o en la nube, cuando sea necesaria una gran capacidad de procesamiento y almacenamiento.

Ante el ingente volumen de dispositivos inteligentes diseminados por todas partes, ¿qué redes se encargarán de gestionarlos? Todo el mundo quiere un pedazo de la inmensa tarta M2M, pero las conexiones entre máquinas y dispositivos vendrán determinadas por la ubicación de cada uno de los objetos. En la actualidad, las comunicaciones M2M a través de módulos con tarjeta SIM son mayoritarias, pero no exclusivas.

## El crecimiento del mercado M2M vendrá por tres mercados verticales claves, según los analistas: la automoción, la electrónica de consumo y los servicios públicos

Según el informe elaborado por Neul y Machina Research, no hay una tecnología única que pueda conectar todos los dispositivos, y las aplicaciones actuales utilizan un mosaico de diferentes enfoques: la malla inalámbrica se utiliza para el control de procesos en plantas industriales y para la conexión de medidores inteligentes de suministros a través de los barrios. Wifi es usado en hogares y oficinas para conectar dispositivos a una conexión de banda ancha fija o un dispositivo WWAN con un SIM móvil. Y las redes del hogar conectan los dispositivos en los sótanos y las cajas de contadores como *hub* o concentrador. También son útiles otras tecnologías como el RFID, NFC, ZigBee, Bluetooth y *powerline communications*.

Se calcula que existen alrededor de 195 millones de objetos accediendo a Internet a través de tarjetas SIM, ofrecido por 430 operadores móviles de 187 países. Estos servicios los utilizan, por ejemplo, los denominados coches conectados, según reflejan los últimos datos de la organización mundial de comunicaciones móviles GSMA. A finales de 2014 habrá 250 millones de con-

exiones máquina a máquina, cifra que excluye los *smartphones*, tabletas, *routers* y *hotspots*. Para los operadores móviles, conectar las máquinas a sus redes es un área de enfoque prioritaria. Pero no solo se trata de añadir nuevos tipos de conexiones: es una oportunidad para que los operadores móviles puedan agregar valor más allá de la conectividad mediante el desarrollo de capacidades M2M, que reducen la fragmentación y estimulan nuevos servicios, asegura Hyunmi Yang, jefe de estrategia de la GSMA.

### Posibilidades en automoción

Los fabricantes de automóviles están explorando multitud de posibilidades en sus coches conectados, más allá del acceso clásico a Internet: desde la comunicación entre vehículos para evitar accidentes a información sobre el tráfico. El fabricante Volvo recolecta información en tiempo real de sensores de sus vehículos por todo el mundo para enviarlos a sus centros de diseño en Suecia, de forma que pueda ajustar los diseños y mejorar los procesos de construcción. BMW y Audi también se han volcado en estas tecnologías y GM anunció hace un año que los vehículos que lanzará en 2015 estarán completamente conectados a la Red. Hace un año, GM anunció que sus modelos de 2015 saldrán completamente conectados a la Red.

Los beneficios del Internet de las cosas son innumerables: un fabricante de equipos de electrónica de consumo puede agregar una solución de almacenamiento de nube para una cámara; algunas compañías de seguros ofrecen pólizas basadas en el uso del vehículo en tiempo real; sistema de estacionamiento administrado que permite avisar al conductor de la existencia de plazas libres y así reducir la cantidad de tiempo para aparcar y de la huella de carbono.

Tradicionalmente, las redes de telefonía móvil se utilizan en algunas aplicaciones M2M, pero no han podido alcanzar su pleno potencial debido a los altos costes de los dispositivos y de su uso, la corta duración de la batería y la dificultad del emplazamiento fijo de unidades en las que se garantice una señal fuerte, afirma Jim Morrish, director de investigación de Machina Research. "Las nuevas soluciones diseñadas específicamente para M2M son capaces de llegar a dispositivos en zonas remotas, en interiores o zonas subterráneas, de bajo consumo y baterías de hasta 10 años de duración", explica. Pero también recomienda que el precio de los módulos de conectividad M2M deberá estar por debajo de los cinco.



# El placer de volar

**Volar será en unas décadas una experiencia que nada tendrá que ver con la actual. Mientras, la industria se concentra fabricar aviones más eficientes y silenciosos y menos contaminantes**

Los ingenieros de la industria aeronáutica se afanan desde hace años en descifrar cómo será el avión del futuro. Maquetas de modelos futuristas y prototipos dotados de maravillas tecnológicas avanzan cambios en las reglas del juego aéreo y anticipan que volar dentro de unas décadas será una experiencia fascinante que nada tendrá que ver a como es en la actualidad.

Aviones de puertas de acceso el doble de grandes en los que no será necesario facturar el equipaje; cabinas transparentes sin ventanas ni paredes que permitirán observar el cielo y la tierra; zonas de juegos para practicar deportes virtuales; espacios que se personalizan y transforman completamente durante el vuelo; filas que se pliegan cuando están vacías; butacas de nuevos materiales que mutan adaptándose a la forma y tamaño del pasajero, capaces además de captar el calor corporal y convertirlo en energía para alimentar la luz de cabina y las pantallas de información y entretenimiento... Puro diseño aeronáutico en busca del mejor avión.

Pero la cuestión es cuáles de estos fantásticos avances serán realidad en la aviación comercial y, sobre todo, cuándo. Entonces, el sector cambia el paso y reconoce que su pelea en estos momentos no es esta, aunque tenga puesto un ojo de forma permanente en ello, sino la de fabricar aeronaves más silenciosas, más eficientes desde el punto de vista del consumo y menos contaminantes, y ya sea con motores más eficaces, con nuevos materiales, con combustibles renovables, con peso inferior del aparato o reduciendo la resistencia al aire que opone gracias a una aerodinámica más sutil. O todos a la vez.

Así al menos lo sostienen los dos grandes gigantes de la aviación mundial –Boeing y Airbus–, que hacen sus números en un escenario futuro de constante crecimiento de tráfico y pasajeros. Así, la compañía americana pronostica que la flota mundial se duplicará durante las dos próximas décadas, al tiempo que prevé para los próximos 20 años una demanda de más de 35.000 nuevos aviones. Por su parte, la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA, en sus siglas en inglés) prevé que 3.600 millones de personas viajarán en avión en 2016, casi el 29% más que en 2011.

Consciente de esta realidad, la Unión Europea, en la que el número de vuelos comerciales rondará los 25 millones en 2050, frente a los poco más de nueve registrados en 2011, ha puesto en marcha diferentes proyectos de investigación para alcanzar un espacio aéreo más sostenible y seguro. Entre estos programas que persiguen la excelencia en seguridad y sostenibilidad destaca el proyecto Clean Sky, destinado al desarrollo de tecnologías que permitan construir aeronaves más ecológicas. Se trata de la principal iniciativa de la UE para mejorar la competitividad del sector y reducir su impacto ambiental. De forma concreta, este proyecto público-privado iniciado hace seis años destinará hasta 2017 unos 1.600 millones de euros para desarrollar tecnologías limpias para el transporte aéreo. La meta es alcanzar en 2020 una reducción del 50% en las emisiones de CO<sub>2</sub> y del 80% en óxido de nitrógeno, así como reducir a la mitad los actuales niveles de ruido externo.

Pero el sector tiene muy claro que el futuro de los aviones no descansa solo en manos de los ingenieros, sino que este también vendrá condicionado por la evolución de las

rutas, las infraestructuras aeroportuarias, la gestión del tráfico aéreo y el más que previsible incremento continuo del precio de los combustibles, factor por sí solo capaz de marcar la *hoja de ruta* de la aviación.

Por tanto, y al igual que ocurre ahora, el futuro más cercano seguirá marcado por tratar de reducir lo máximo posible el consumo con motores más eficientes, un menor peso y formas más aerodinámicas y favorables al vuelo. Pero también por el uso de los bio-combustibles, que ya son una realidad en algunos vuelos comerciales, incluso mezclados con el tradicional queroseno.

## Reducción del consumo

En este terreno, sin embargo, muchos expertos coinciden en que aún hay margen de maniobra para reducir el consumo sin tener que cambiar radicalmente de fuente de energía a bordo. Porque, aseguran, en este campo, como en otros, no todo tiene por qué jugarse al todo o nada. Así, sostienen que aunque los aviones eléctricos o movidos por energía solar no parecen hoy por hoy una alternativa real porque no ofrecen suficiente propulsión –aunque su uso

## Nuevos pasajeros

La investigación llevada a cabo por Airbus para desarrollar su propuesta de Concept Plane sugiere que todos los vuelos en el mundo podrían ser de media unos 13 minutos más cortos. Esto ahorraría aproximadamente nueve millones de toneladas de exceso de combustible al año, lo que equivale a más de 28 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> y más de 500 millones de horas de exceso de tiempo de vuelo a bordo de una aeronave, lo que constituye una de las principales demandas de los pasajeros, pues el 65% de ellos cree que no siempre las compañías aéreas eligen la ruta más directa. Además, este informe reflejaba, entre otros aspectos, que el 37% de los usuarios sufren estrés a la hora de volar y que el 32% se queja de los retrasos y falta de puntualidad. A pesar de ello, el 63% asegura su intención de usar más el avión en 2050. Para satisfacer sus deseos, los ingenieros estudian el perfil de la población y buscan aplicar soluciones para un pasaje que estará integrado por una cada vez mayor proporción de mujeres, que demandan una mayor privacidad en un espacio tan densamente poblado como es la cabina de un avión; de personas mayores, a los que habrá que facilitar mayor y mejor acceso a los servicios de a bordo y ofrecer menos tensión durante el embarque y desembarque, y de personas más altas y obesas, que reclaman mayor separación entre filas y asientos más anchos. De ello dependerá a buen seguro la elección de con qué compañía volar o de, simplemente, la de elegir o no el avión como medio de transporte.



El avión futurista Virgin Galactic, presentado en 2012 en el Farnborough International Airshow de Gran Bretaña. Foto: Steve Mann / Shutterstock.

se prueba ya en prototipos alimentados por pilas de combustible—, si podrían, en cambio, contribuir a ahorrar combustible si, por ejemplo, en los desplazamientos de los aviones en tierra firme —desde la terminal a la pista de despegue y desde esta hasta aquella tras el aterrizaje— se utilizaran motores eléctricos en las ruedas en lugar de las turbinas convencionales que son las que en la actualidad mueven el aparato.

Pero los ingenieros también exploran sobre cuál puede ser el tamaño y la velocidad de los futuros aparatos. Con relación al primero, los fabricantes no parecen muy dispuestos a ofrecer aeronaves mucho mayores que el actual Airbus A-380, el avión más grande del mundo, capaz de dar cabida hasta 853 pasajeros en sus casi 73 metros de longitud y 24 metros de altura, y el primero de reacción con dos cubiertas a lo largo de todo su fuselaje. Y no lo hacen porque no todos los aeropuertos disponen de espacio para estos gigantes, amén de que, con los actuales sistemas de embarque, el proceso de acomodar a más de un millar de pasajeros podría eternizarse.

Sus propuestas actuales van más bien encaminadas a mejorar las prestaciones de los aparatos de tamaño medio, como el nuevo A-350 de la compañía europea o el Boeing 787 americano, dos aparatos capaces de transportar a más de 300 pasajeros que han sido construidos en más de su mitad con materiales compuestos y el

resto por aleaciones de aluminio con litio, titanio y, en menor porcentaje, de acero y otros materiales, que permiten ahorros de combustible cercanos al 20%.

Sobre la posibilidad de volar a velocidades supersónicas, las compañías son aún más escépticas. Superar los 2.000 kilómetros por hora a los que navegaba el famoso y ya desaparecido Concorde, más o menos el doble de la velocidad actual, no parece una opción viable a corto plazo por el enorme consumo de energía que conlleva, además de por el ruido ensordecedor.

### Pequeños cambios

Sea porque pensar a lo grande exige mucho tiempo y dinero, lo cierto es que la industria parece decantarse más por incorporar pequeños cambios, a veces casi imperceptibles, pero que suponen mejoras sustanciales. Una nueva orientación y posición de las alas para reducir las perturbaciones y la resistencia al aire, pinturas exteriores que no se ensucian y aumentan el rendimiento, o el uso de mejores aislantes y el montaje de las turbinas en la cola para reducir el ruido suponen, sin duda, algunos de los avances tecnológicos que son o serán muy pronto una realidad.

Pero, como una cosa no quita a la otra, Airbus ha complacido a quienes prefieren dejar volar la imaginación, y ya ha presentado al mundo su visión sostenible del futuro. El *Concept Plane*, así se llama su propuesta,

tiene todo lo apuntado y más para ser el avión más silencioso, rápido, eficiente, ecológico y hasta flexible del planeta. Con una estructura biónica que imita la composición ósea de los pájaros, lo que permitiría al fuselaje tener la solidez necesaria y ofrecer al mismo tiempo el máximo de espacio, este avión *verde* hecho con materiales reciclados representa una nueva forma de volar en la que zonas personalizadas reemplazarán la configuración actual de clases tradicionales. Según la visión de Airbus, los pasajeros de 2050 podrán participar en conferencias interactivas, leer un cuento a sus hijos antes de irse a la cama como si estuvieran en casa o reponer energías en un asiento revitalizante mientras se contempla el amplio paisaje bajo sus pies. Eso sí, se trata de una apuesta a 40 años vista, por lo que habrá que esperar hasta entonces para comprobar si este ingenio volador surca los cielos.

Lo que nadie cuestiona es que en los próximos años seguiremos viendo alucinantes prototipos de diseño de ciencia ficción como el de la compañía europea, aunque solo sea porque muchas veces se necesita una imagen para hacer tangible el cambio que se acerca. Pero entre tanta vanguardia surge una duda. Si los fabricantes venden bien los aviones que tienen ahora —Boeing tenía a finales de 2013 más de 5.000 pedidos de aviones comerciales sin entregar y Airbus contaba en esa misma fecha con 812 solicitudes en firme del modelo A-350—, ¿para qué cambiar?



# La nanotecnología se hace líquida

El calor se ha convertido en la bestia negra de cualquier avance tecnológico en el que esté presente. Su gestión eficiente es imprescindible y necesaria tanto en aquellas aplicaciones en las que resulta perentorio deshacerse del exceso de calor, como en aquellas en las que interesa transportarlo para aprovechar su valor energético. Los expertos confían en que los nanofluidos venzan las limitaciones de los actuales sistemas de transferencia de calor

## Hugo Cerdà

En estas mismas páginas, con ocasión de una entrevista publicada en el número 287 de junio de 2010, el ingeniero de sistemas y computadores de la Universidad Politécnica de Valencia y premio Nacional en Investigación José Duato señalaba la disipación de calor como una de las principales barreras para el avance en la miniaturización de los dispositivos microelectrónicos y el aumento de la velocidad a la que operan: "Eso ha hecho que los procesadores limiten su frecuencia por debajo de los cuatro gigahercios. Se puede llegar más allá pero los procesadores se calientan mucho. En estos momentos, la densidad de producción de calor de un procesador actual es parecida a la de una central nuclear. Y evacuar esa cantidad de calor es difícil".

El calor se ha convertido en la bestia negra de cualquier avance tecnológico en el que esté presente. Su gestión eficiente es necesaria tanto en aquellas aplicaciones en las que resulta perentorio deshacerse del exceso de calor, como en aquellas en las que interesa transportarlo para aprovechar su valor energético.

La refrigeración es indispensable para mantener el rendimiento y la fiabilidad deseados de una amplia variedad de productos, como ordenadores, dispositivos

**Los científicos todavía no conocen con precisión los mecanismos por los cuales la adición de nanopartículas en los fluidos base aumentan su conductividad térmica**

de electrónica de potencia, motores de automóviles y láseres de rayos X de alta potencia. La refrigeración es, sin duda, uno de los principales desafíos técnicos a los que se enfrentan las industrias de alta tecnología. También lo es en equipos desti-

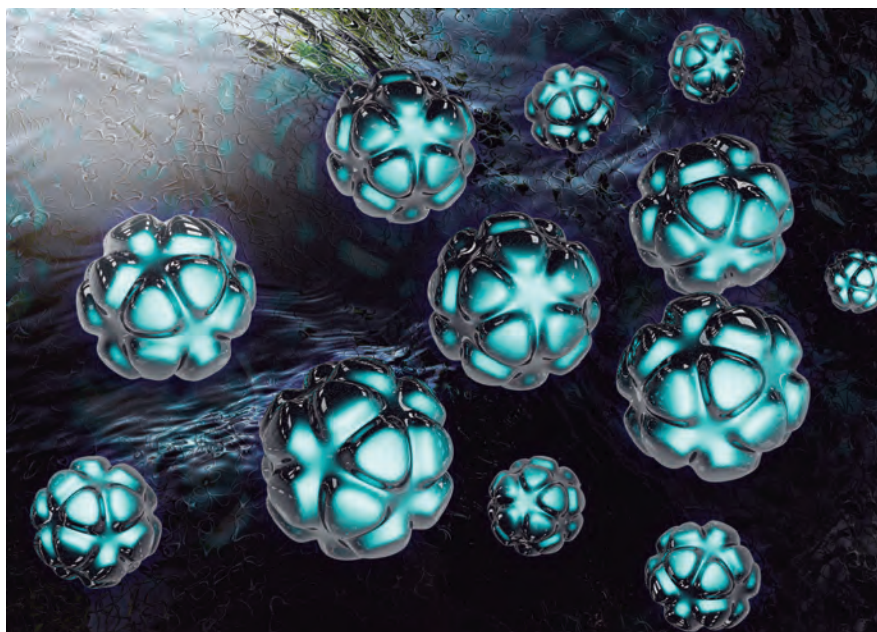


Foto: Xrender / Shutterstock

nados a la producción de energía a partir del calor, como es el caso de las centrales termosolares.

Con la tecnología actual de transferencia de calor, muchas de esas aplicaciones han llegado a un límite infranqueable. Ahora los científicos proponen aprovechar las extraordinarias propiedades de la materia en la escala nanométrica para incrementar la capacidad de transferencia de calor de los actuales fluidos. Nacen los nanofluidos.

## Mayor conductividad térmica

La idea es aumentar la limitada conductividad térmica de los principales fluidos de intercambio térmico (agua, aceites y etilenglicol) mediante la dispersión en ellos de pequeñas cantidades de partículas metálicas de tamaño nanométrico. "Los materiales que se emplean más comúnmente son metales estables (oro, cobre), óxidos metálicos (alúmina, sílice, zirconia) y carbono en diferente formas (nanotubos,

grafeno, nanopartículas de grafito)", señala Cecilia Wollushek, consultora industrial en ingeniería térmica y profesora de la Universidad Pública de Navarra.

Con semejante variedad de materiales, los investigadores avanzan por el método de prueba y error, experimentando con diferentes combinaciones hasta encontrar las más eficientes. "Según los resultados experimentales, los nanofluidos permiten incrementar notablemente la conductividad térmica del líquido base; sin embargo, el porcentaje de mejora parece que depende fuertemente del tamaño, forma (nanotubos o esferas) y el material utilizado para las nanopartículas, así como del líquido de base", explica Cecilia Wollushek.

Así, los resultados que han ido arrojando los diferentes ensayos con cada una de esas diversas combinaciones posibles proporcionan valores bastante dispares, que se mueven, según Wollushek, entre el 15% y el 40% de aumento de la conductividad térmica.

Los científicos todavía no conocen con precisión los mecanismos por los cuales la adición de nanopartículas en los fluidos base aumentan su conductividad térmica. “Depende de a quién le pregunte”, admite por correo electrónico Gang Chen, director del NanoEngineering Group del Massachusetts Institute of Technology (MIT), que mantiene una línea de investigación en nanofluidos. Cecilia Wollushek habla de “falta de acuerdo entre los resultados experimentales” y “falta de comprensión teórica de los mecanismos”.

Parece claro, sin embargo, que son la estructura de las partículas nanométricas y sus interacciones las que determinan las propiedades de los nanofluidos. “Las partículas menores de 100 nanómetros presentan propiedades diferentes de las de los sólidos convencionales. Las propiedades de los nuevos materiales en la nanoescala provienen de su relativamente elevada relación entre superficie y volumen, lo cual se debe a la alta proporción de átomos constituyentes que residen en los límites de grano”, explican los autores del libro de referencia *Nanofluids. Science and technology* (Ed. Wiley-Interscience).

En este sentido, Chen cree que la clave está en las interacciones entre las partículas dentro del nanofluido. “Si se incluye el efecto estructural (agrupación y percolación de nanopartículas, etc.) se puede explicar la elevada conductividad térmica observada, al menos cualitativamente”, afirma Chen. Pero eso es solo parte del camino. “Lo que todavía no se conoce bien es cómo se forman esas estructuras y cuál es la relación entre la estructura y la propiedad exhibida por el nanofluido”, añade el profesor del MIT. Sin este conocimiento resulta difícil dirigir los esfuerzos hacia el diseño de soluciones eficientes directamente aplicables a nivel industrial.

“Todavía quedan retos por resolver antes de dar ese salto”, sentencia Jesús Esarte, investigador del centro multidisciplinar de tecnologías para la industria Cemitec, en Navarra. Esarte dirige un grupo de investigación que lleva diez años trabajando en el campo de la disipación térmica avanzada, tratando de dar respuesta a los cada vez más exigentes requerimientos de la industria de la electrónica. Se estrenaron en el estudio de los nanofluidos hace tres años con la obtención de un nanofluido estable de alta conductividad térmica a nivel experimental.

Uno de los retos que frenan la aplicación industrial de los nanofluidos que ya han demostrado su eficiencia en el labo-

torio tiene que ver con la estabilidad de la disolución de nanopartículas. Los científicos necesitan encontrar modos de evitar que, con el tiempo, las nanopartículas sedimenten, perdiéndose con ello la mejora en la conductividad térmica del fluido. Las nanopartículas o cúmulos de nanopartículas se mueven en el interior del nanofluido por movimiento browniano.

## La idea es aumentar la limitada conductividad térmica de los principales fluidos de intercambio térmico (agua, aceites y etilenglicol) mediante la dispersión en ellos de pequeñas cantidades de partículas metálicas de tamaño nanométrico

Para asegurar el correcto funcionamiento de un nanofluido resulta fundamental evitar que las nanopartículas o sus cúmulos se queden adheridos cuando choquen, porque esto haría que aumentara el tamaño de los cúmulos y afectaría a su estabilidad. Los nanofluidos se pueden estabilizar mediante el uso de sistemas de repulsión entre nanopartículas. El grupo

de Jesús Esarte en el Cemitec estudia precisamente la estabilidad de las dispersiones en el tiempo y cómo puede afectar la adición de estabilizantes a las propiedades térmicas.

La otra barrera a la aplicación industrial de los nanofluidos es la viscosidad. Al añadir las nanopartículas al fluido base se está incrementando tanto su conductividad térmica como su viscosidad. Para cualquier aplicación práctica, es importante controlar el aumento de viscosidad, pues supone un aumento paralelo en la potencia de bombeo necesaria para mover el nanofluido. Gang Chen pone un ejemplo: “Usando copos de grafito en un volumen cercano al 1% podemos doblar la conductividad térmica del agua y otros líquidos. La mejora es impresionante. Sin embargo, hay que ser conscientes de que el 1% de volumen de nanopartículas hace el fluido base muy viscoso y, por tanto, podría no ser adecuado para aplicaciones de convención”, advierte Chen.

A medida que se vayan despejando las principales incógnitas y superando las barreras que todavía separan a esta nueva tecnología de su aplicación industrial, los expertos creen que los nanofluidos pueden representar el cambio de paradigma largamente anhelado para muchas tecnologías que viven constreñidas por la dificultad para tratar con el calor.

## El sueño de Maxwell

La tecnología de los nanofluidos es joven, pero con una profunda raigambre en el llamado árbol de la ciencia, que le emparenta de manera directa con uno de los físicos más insignes de la historia, James C. Maxwell. Fue él quien propuso en 1873 usar partículas metálicas para aumentar la conductividad térmica y eléctrica de determinadas matrices de materiales y presentó las bases teóricas para predecir la conductividad efectiva de dichas suspensiones coloidales.

“La idea fue ensayada hace más de 100 años con partículas de tamaño micrométrico y milimétrico”, explica Cecilia Wollushek, de la Universidad Pública de Navarra. “Pero aunque esta acción aumenta la capacidad térmica del fluido, se requiere un gran número de partículas (superior al 10% en volumen), generando, a menudo, una presión significativa que requiere una bomba más potente para mover el líquido. Además, debido a su tamaño, las partículas rápidamente sedimentan, atascan los canales y causan daños en bombas, álabes y tubos”, continúa Wollushek.

La llegada de la nanotecnología y su capacidad para manejar la materia a escala nanométrica hizo posible retomar la vieja idea de Maxwell, superando las limitaciones asociadas al tamaño de las partículas dispersas. Fue el investigador Steve Choi, del Laboratorio Nacional Argonne (Estados Unidos), el primero en abordar esta posibilidad a mediados de la década de 1990. Desde entonces los avances en este campo no han podido abandonar los laboratorios y dar el salto a la industria, pero los expertos confían en que los nanofluidos serán la nueva generación de fluidos de transferencia de calor.



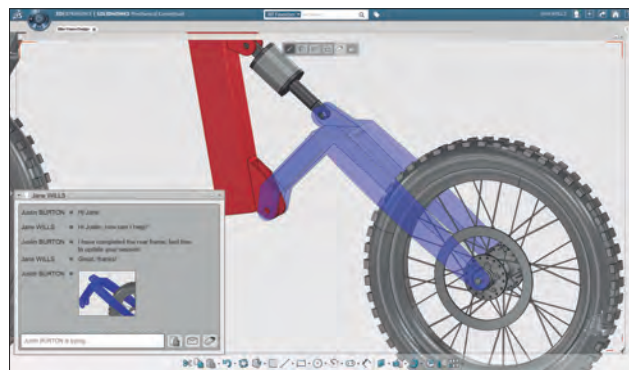
## SAN DIEGO

### >> Solidworks World 2014: el diseño industrial 3D se hace más social y conceptual

El programa de diseño industrial 3D Solidworks, de la multinacional francesa Dassault Systèmes, está tan ampliamente introducido en todos los sectores industriales de prácticamente todos los países del mundo que los usuarios y desarrolladores forman una comunidad capaz de montar una reunión mundial comparable a los grandes congresos científicos o las citas anuales de los gigantes tecnológicos de internet. En el congreso Solidworks World 2014, celebrado en la ciudad californiana de San Diego, del 26 al 29 de enero, se dieron cita más de 4.500 ingenieros mecánicos y diseñadores para compartir experiencias y crear sinergias que permitan materializar los proyectos más innovadores. Entre los prestigiosos conferenciantes asistentes al congreso figuraron Hugh Herr, responsable del departamento de investigación biomecánica en el Media Lab del Massachusetts Institute of Technology, y el equipo Bo-Dyn Bobsled Project, desarrollador del trineo olímpico de Estados Unidos.

En esta decimosexta cita anual del fabricante de *software* industrial, se presentó como gran novedad el lanzamiento de Solidworks Mechanical Conceptual sobre la plataforma 3D Experience de Dassault Systèmes, un nuevo entorno de diseño que pretende aprovechar la experiencia de los usuarios (Solidworks tiene 2,3 millones de licencias y 3,5 millones de usuarios en todo el mundo) y hacer del diseño una tarea más social y conceptual. La colaboración *online* es una de las señas de identidad de la aplicación, gracias a sus capacidades integradas en la nube (*cloud*).

El entorno de modelado Solidworks Mechanical Conceptual se centra en cuatro elementos clave que lo definen: 1. *Conceptual*: los usuarios pueden plasmar directamente sus ideas sin las barreras de diseño, que quedan capturadas automáticamente para poder usarlas en cualquier momento futuro. 2. *Instintivo*: los usuarios pueden diseñar tal como piensan, con herramientas de diseño ágiles e instintivas en un entorno de modelado sin estructuras y con capacidad de edición directa. 3. *Social*: las herramientas de colaboración social incluidas en el entorno interactivo 3D Experience permiten a los diseñadores aprovechar la inteligencia colectiva de su compañía, sus clientes y sus proveedores. 4. *Conectado*: la colaboración se ha mejorado con la función de



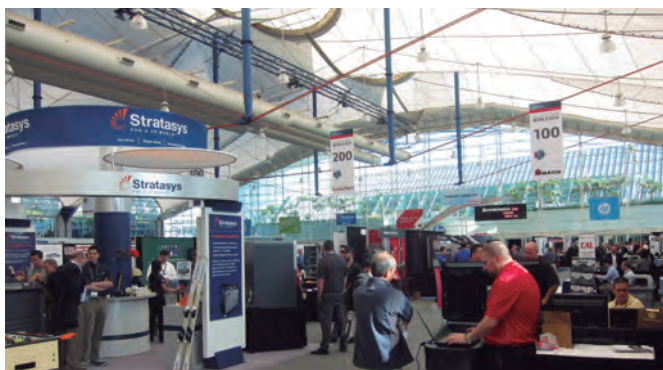
Pantalla del entorno Solidworks Mechanical Conceptual.

guardado automático de las iteraciones de diseño para mantener los datos a salvo, siempre actualizados y accesibles en cualquier momento y en cualquier parte.

“Del mismo modo que las tecnologías y los modelos de negocio evolucionan, nuestros usuarios esperan que les proporcionemos las herramientas más novedosas para ayudarles a colaborar de forma más extensa y a aprovechar la fabricación e impresión 3D con el objetivo de ser más competitivos e innovadores. Con Solidworks Mechanical Conceptual, hemos hecho precisamente eso. Por primera vez, toda la industria de fabricación puede beneficiarse de una revolucionaria plataforma social que sirve tanto a la comunidad global de Solidworks como a la nueva generación de experiencias de procesos dirigida a la comunidad mundial de Catia”, señaló Bertrand Sicot, CEO de Solidworks de Dassault Systèmes. “Las oportunidades de cooperación para los usuarios de Solidworks son mayores que nunca. Esto abre la puerta a nuestros clientes de todo tipo de industrias y compañías en las que Dassault Systèmes y sus otras aplicaciones son piezas significativas”. Dassault Systems es un grupo de empresas presente en 140 países que está considerado por la revista *Forbes* como la tercera compañía de *software* más innovadora del mundo.

Junto a las demostraciones de producto de las últimas novedades en la cartera de diseño de Solidworks –incluyendo 3D CAD, simulación, gestión de datos de productos, comunicaciones técnicas y diseño eléctrico–, en el congreso de San Diego se celebraron más de 200 sesiones de formación técnica y, en el recinto expositivo, estuvieron presentes más de 100 fabricantes de *hardware* y *software* que trabajan con las aplicaciones Solidworks para mejorar sus resultados de negocio.

A la izquierda, el equipo desarrollador del trineo olímpico de EE UU. A la derecha, imagen del recinto expositivo de Solidworks World 2014 en San Diego.



# LIDERE EL FUTURO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA

## BARCELONA

### >> Expoquimia, Eurosurf y Equiplast convergen en el futuro World Chemical Summit

Del 30 de septiembre al 3 de octubre, Barcelona volverá a ser la capital mediterránea de la química aplicada con la celebración simultánea de Expoquimia, Eurosurf y Equiplast, salones que reunirán en el recinto de Gran Vía de Fira de Barcelona la oferta comercial, técnica y científica de tres industrias fundamentales para el desarrollo del bienestar de la sociedad actual. Esta edición marca un punto de inflexión en su trayectoria con el objetivo de ampliar su horizonte internacional durante los próximos 10 años y convertirse en el futuro World Chemical Summit en el que se den cita ciencia e industria a nivel mundial.

Para lograr este ambicioso objetivo, cuya materialización se prevé para el año 2023, la organización de los tres salones ha diseñado un plan estratégico que se resume en la Fórmula WICAP (World, Investment, Cooperation, Application, Project). Con su implementación, pretende incrementar el grado de internacionalización, conectar ciencia e industria y atraer inversiones extranjeras y proyectos que se estén desarrollando en cualquier país para ser presentados, en exclusiva, a los expositores que participen en Expoquimia, Eurosurf y Equiplast. De este modo, los tres salones evolucionarán para convertirse en el World Chemical Summit, un nuevo evento de referencia mundial en los sectores químico, del plástico y del tratamiento de superficies.

La directora de los tres salones, Pilar Navarro, afirma que "este replanteamiento "responde a un profundo análisis que nos lleva a romper con el paradigma tradicional para así hacernos más internacionales, ya que los mercados son globales y no de ámbito local". Navarro asegura que el proceso de transformación del Encuentro de la Química Aplicada del Mediterráneo en el World Chemical Summit se quiere apoyar en el programa Horizonte 2020 de la Unión Europea, que apuesta por la investigación y la innovación como herramientas para lograr mayor competitividad. Y añade: "Por eso miramos hacia el futuro, teniendo en cuenta que nuestros salones se celebran cada tres años, para conseguirlo".

La directora de Expoquimia, Eurosurf y Equiplast considera que "la fortaleza de la marca Barcelona y el prestigio de Fira de Barcelona, como se pone de manifiesto con la celebración del Mobile World Congress o la nominación de la ciudad como Mobile World Capital, "nos hacen ser optimistas a la hora de poder asumir este reto". Los tres salones, que desde 2005 se celebran en el recinto de Gran Vía de Fira de Barcelona, volverán a reunir a las empresas líderes de cada uno de sus sectores y presentarán un completo programa de congresos, seminarios, jornadas y conferencias.

Citas como las XIV Jornadas de Análisis Instrumental, el XIII Congreso de Ingeniería Química del Mediterráneo en el marco de Expoquimia, el I Congreso SPE Nanotec que reunirá a cientos de ingenieros especializados en plásticos de todo el mundo en Equiplast o el VIII Congreso Eurocar en Eurosurf ponen de relieve la importancia del programa científico.

Una vez más, Fira de Barcelona muestra su apoyo a un sector como el químico estratégico para la economía del país.



La zona expositiva se transforma en un **área de transferencia tecnológica** para crear **nuevos modelos de negocio**.

**Los mayores expertos expondrán nuevos avances y soluciones que marcarán el futuro del sector:** Jornadas de Análisis Instrumental y Congreso de Ingeniería Química del Mediterráneo entre muchos más.

Toda la **oferta y demanda internacional concentradas** en 4 días para optimizar resultados:

**2.150** expositores.

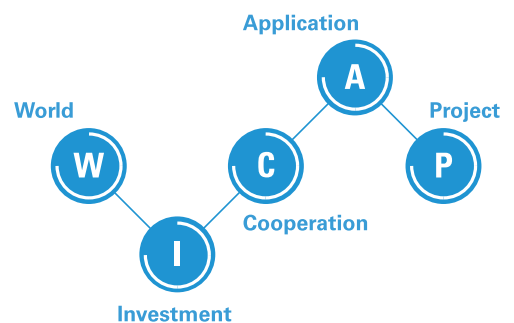
**37.825** visitantes profesionales.

**196** actividades paralelas.

**60** países de todo el mundo.

**Además este año contamos con la fórmula que cambiará el futuro de la química: WICAP.**

Venga y descubra todas las actividades potenciadoras.



**Conviértase en un referente para el sector. Expoquimia 2014, su gran oportunidad.**

**ACREDÍTESE DE  
FORMA GRATUITA EN  
EXPOQUIMIA.COM CON ESTE CÓDIGO**

**SNMTZKF4**

**EXPOQUIMIA**  
Encuentro Internacional de la Química

#Expoquimia YouTube in f Twitter

**EXPOQUIMIA  
EUROSURFAS  
EQUIPLAST**  
Encuentro Internacional de la Química Aplicada  
del Mediterráneo

**Recinto Gran Vía  
30 Sep - 3 Oct 2014**

[www.expoquimia.com](http://www.expoquimia.com)

**Fira Barcelona**



Compuesto por más de 3.000 empresas, el sector químico español cuenta con una cifra anual de negocio de 55.000 millones de euros, genera el 11,5% del producto industrial bruto, y crea más de 500.000 puestos de trabajo directos e indirectos en España. El sector químico es el mayor exportador de la economía española, con unas ventas en mercados internacionales de 28.000 millones de euros, y el primer inversor en I+D+i.

La primera edición de Expoquimia fue en 1965. En 1984, Expoquimia se comenzó a celebrar conjuntamente con Eurosurfas, la feria de la pintura y el tratamiento de superficies. Tres años después, en 1987, Equiplast, el Salón Internacional del Plástico y el Caucho, se sumó a estos dos, dando forma desde entonces, y de manera interrumpida cada tres años, a la celebración del Encuentro de la Química Aplicada del Mediterráneo.

### Cita para los emprendedores químicos

La 17ª edición de Expoquimia, el Salón Internacional de la Química de Fira de Barcelona, apuesta por el emprendimiento en el ámbito de la química con la puesta en marcha del Programa ChemUp, que quiere ser el punto de encuentro entre investigadores de toda Europa y compañías químicas para el impulso de iniciativas empresariales innovadoras en este sector.

Promovido por la prestigiosa escuela de negocios Esade, la Sociedad Española de Química Industrial e Ingeniería Química (SEQUI) y el propio salón, el Programa ChemUp pondrá en contacto a investigadores de universidades y centros de desarrollo públicos y privados europeos que tengan una clara voluntad emprendedora con una serie de empresas del sector químico caracterizadas por su interés en la innovación tecnológica.

ChemUp tendrá lugar el día 1 de octubre en el marco de Expoquimia y están invitados a participar en él todos aquellos proyectos que se encuentren en fase inicial (*start up*) y que presenten un elevado grado de innovación tecnológica y sean perfectamente transferibles al mercado como procesos o productos innovadores.

Los proyectos se llevarán a cabo bajo un concepto de *open innovation* y deberán estar incluidos en las líneas temáticas que forman parte del Programa Horizonte 2020 de la Unión Europea como son: salud, cambios demográficos y bienestar; seguridad alimentaria, agricultura sostenible, investigación marina y marítima y bioeconomía; energía segura, limpia y eficiente; transporte inteligente, ecológico e integrado; acción por el clima, eficiencia en el uso de los recursos y materias primas; sociedades integradas, innovadoras y seguras.

## HANNOVER

### >> El Cogiti facilita invitaciones a la feria de Hannover para profesionales y empresas

El Cogiti ha establecido una colaboración con la Delegación en España de la Feria de Hannover Messe, que se celebra en dicha ciudad alemana del 7 al 11 de abril. El objetivo es ofrecer la oportunidad de que tanto los colegiados a nivel particular, como las empresas del ámbito de la ingeniería, puedan visitar y participar en este importante encuentro internacional. A los interesados

se les ha enviado un *link* el que han podido descargar su entrada gratuita a la feria. El mercado alemán es líder en la industria de automoción, energías renovables, industria aeroespacial, química, electrónica, salud y tecnologías medioambientales, y todos estos sectores estarán representados en Hannover Messe. Además, dentro de la feria se dan cita siete salones: automatización industrial, energía, Mobilitatec, digital Factory, subcontratación industrial, tecnología industrial eco e investigación tecnológica.

De forma paralela, en Hannover Messe hay un espacio dedicado a la gestión del talento dentro de los citados sectores. Esta área se denomina "Job and Career", y en ella están presentes tanto empresas alemanas como de otros países, para mantener entrevistas con candidatos (previamente concertadas), por un lado, y publicar sus ofertas de empleo, por otro. Este espacio puede resultar muy interesante para todos los colegiados que estén buscando nuevas oportunidades profesionales en el extranjero.

Las ventajas que ofrece la Delegación en España de la Feria de Hannover se divide en tres apartados, dependiendo del público al que vayan dirigidas: 1) empresas interesadas en participar como expositoras, con posibilidad de instalar un *stand* conjunto en la Feria para todas ellas; 2) visitantes: colegiados interesados en visitar la Feria, en su conjunto, que han podido obtener pases gratuitos (y no han tenido que pagar, por tanto, los 35 € que cuesta la entrada por un día), y 3) demandantes de empleo: los colegiados que, interesados en desarrollar una carrera profesional en el extranjero, han podido obtener pases gratuitos (en el área de Job and Career).

## BILBAO

### >> La feria Ferroforma se abre a los usuarios profesionales de las grandes industrias

Ya ha comenzado oficialmente la campaña de promoción internacional de Ferroforma 2015, que tendrá lugar en Bilbao Exhibition Centre del 26 al 29 de mayo. El giro estratégico que ha dado la feria, con su apertura al usuario profesional de las grandes industrias, se refleja este año en el rediseño de su imagen, basado en un nuevo concepto de eslogan y la definición de una única marca.

Así, la Feria Internacional de Ferretería, Bricolaje y Suministro Industrial se comercializará bajo el nombre de Ferroforma y utilizará el mensaje de "herramientas que crean industrias" para resumir de forma directa y sencilla el nuevo esquema, que propone ofrecer un espacio más amplio para todas las empresas, con sinergias intersectoriales. Una tuerca formada por herramientas muy diversas es la representación gráfica de este nuevo planteamiento.



# Paisajes de cámara

Ni el propio autor contaba con el éxito de crítica y público que ha tenido en el Museo del Prado la exposición *Historias naturales*. Un proyecto de Miguel Ángel Blanco. Se trata de 22 intervenciones en el entorno de otros tantos cuadros en los que el artista introduce una serie de elementos naturales más o menos alusivos a sus contenidos: un gorrión albino en la parte superior derecha de *Las Meninas* de Velázquez, un toro disecado frente a *El rapto de Europa*, de Rubens, cornamentas y pezuñas en *El Aquelarre*, de Goya, una caja entomológica con 75 insectos al lado de *El carro de heno*, de El Bosco, etc.

Lo que pudiera parecer una ocurrencia más de artista o de museo ansiosos de llamar la atención del público tiene, sin embargo, intenciones de mayor calado, como la de recordarnos que en el siglo XVIII no había una separación tajante entre los museos de arte propiamente dichos y los de ciencias naturales. A propósito de esta exposición se recuerda que el edificio del Prado, diseñado por Juan de Villanueva en 1875, iba a ser originalmente el Real Gabinete de Historia Natural, formando lo que entonces se llamó un eje científico con el Jardín Botánico y el Observatorio Astronómico. En realidad, el Museo del Prado estaba destinado a la colección de maravillas naturales que el rey Carlos III había comprado al ilustrado criollo Pedro Franco Dávila en 1771 y que en un primer momento se expuso en la Real Academia de Bellas Artes ubicada en el antiguo palacio de Goyeneche, en cuya fachada estaba inscrito el lema *Naturam et arte sub uno tecto* (Naturaleza y arte bajo el mismo techo).

La brillante idea de Miguel Ángel Blanco, que con tanto entusiasmo acogió el Prado, ha servido, además, para revalorizar su propia obra, la maravillosa Biblioteca del Bosque que ha

Paisajes encajados. Paisajes de cámara. Paisajes a pequeña escala para contemplarlos y disfrutarlos de cerca, como si fueran jardines en miniatura en el salón de nuestra casa. Coincide esta exposición de Miguel Ángel Blanco con otra de Esther Pizarro en el Matadero de Madrid titulada *Un jardín japonés: topografías del vacío*. No sé si esta exposición va a itinerar por otros lugares de España, pero si pueden no se la pierdan. Es un respiro de muy alta

calidad estética que, sin duda, nos aliviará de las angustias cotidianas provocadas por esta crisis especulativa (¿no les parece que ya llevamos toda una vida entera inmersos en ella?).

La gastronomía moderna también se ha convertido en paisaje y, en parte, por eso muchos quieren elevarla a la categoría de arte, no sé si mayor o menor. Sea como fuere, algunos platos de la llamada nueva cocina, que con tanto éxito ha arraigado en nuestro país, a partir del maestro Ferran Adrià sobre todo, alcanzan una belleza sobrecogedora. Arte efímero, frágil y consumible en un bocado que engorda las facturas, pero que también

da satisfacciones sin cuento a quienes puedan pagarlas. Los demás debemos conformarnos con los programas de cocina en la televisión.

El uso de alimentos y elementos de culturas exóticas, los nuevos modos de manipulación con aplicaciones imaginativas que llevan detrás un serio y profundo trabajo de investigación científica y de desarrollo tecnológico. La imaginación, en fin, de nuestros jóvenes cocineros que han convertido un acto tan vulgarmente cotidiano en experiencia estética de alto voltaje. En el programa de charlas y demostraciones de Madrid Fusión 2014, celebrado a finales de enero, se incluye este enunciado: *50 preguntas que cambiarán la manera de entender la cocina, decodificando el genoma culinario*. Ahí queda eso.

La influencia de esta corriente gastronómica en la revalorización de la pluralidad de cultivos y productos nacionales o foráneos, así como en la defensa de métodos limpios (ecológicos) para su producción (no hay cocinero de postín que no presuma de huerto propio o de una red de abastecedores de confianza que cumplen sus requerimientos de calidad), es otra de las aportaciones de la nueva cocina a la cultura ecológica de la que, por otra parte, tanto ha bebido. ¿Habría sido posible todo esto sin el trasfondo de dicha cultura? Creo sinceramente que no. Consulto el catálogo de una firma comercial que vende hierbas de sabores variados (nabo negro, rábano, nuez tostada, apio, wasabi, cilantro, regaliz de palo) y flores de nombres y aspectos nada comunes que, además de un toque de sabor, decoran el plato. Pero a lo que iba, que se me ha ido el santo al cielo: la gastronomía se ha convertido también en paisaje. Otro paisaje de cámara para la vista y el resto de los sentidos. Paisajes de plenitud sensorial encima de la mesa. Que aproveche.



ANTIPATHIQUE / SHUTTERSTOCK

“POCO A POCO LA NATURALEZA  
NO SOLO SE HA DISTANCIADO DEL ARTE,  
SINO DE NUESTRAS PROPIAS VIDAS.  
CONVIENE RECORDARLO”

ido formando casi en silencio (se expuso parcialmente en La Casa Encendida y en la Biblioteca Nacional) durante estos últimos años con elementos naturales recogidos en lo que ahora, por fin (¿nos habíamos felicitado por ello?), es el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Muy pocos han pateado este espacio natural con la minuciosidad que lo ha hecho Blanco, recogiendo piedras, palos, musgos, frutos, raíces, etc., con los que ha ido construyendo sobre cajas paisajes insólitos de una sofisticadísima belleza a los que añade a veces grabados de gran calidad. No en vano fue Premio Nacional de Grabado en 1995.



# Optimización y ahorro energético en la fabricación del acero inoxidable

Raquel González Corral y José María Bonelo Sánchez

*Optimization and energy saving in the manufacture of stainless steel*

## RESUMEN

El objetivo general del estudio es la predicción automatizada de tendencias y comportamiento del horno de recocido de acero inoxidable, encargado de la recuperación de la estructura de la banda de acero inoxidable sometiendo la bobina durante un cierto tiempo a un calentamiento con una temperatura suficientemente alta. Este tratamiento se realiza porque en la laminación en caliente, fase en la que se reduce el espesor de la bobina, se produce una deformación en la estructura cristalina de la red metálica que afecta a sus propiedades metalúrgicas.

Para implementar esto, es necesario adquirir continuamente las temperaturas del horno de recocido y la velocidad de la línea para correlacionarlos con cada unidad de producción o bobinas. Para la gestión de toda esa información, se construye un modelo simple del horno y se proponen simples funciones de recocido cuya integración a lo largo de una trayectoria e-t proporciona una herramienta poderosa para la supervisión de los ingenieros de control de calidad.

Con este estudio se pretende obtener un modelo de calentamiento del horno de recocido, para lo cual se generarán los valores de las consignas que escribir en el control lógico programable (PLC) del horno.

Recibido: 2 de febrero de 2013  
Aceptado: 1 de septiembre de 2013  
Avance online: 27 de febrero de 2014

## Palabras clave

Horno de recocido, temperatura, acero inoxidable, bobina, ahorro de energía

## ABSTRACT

*This paper is a study of a process step of manufacturing stainless steel. The general aim of this study is the automated prediction of trends and behaviour of the stainless steel annealing furnace in charge of recovering the stainless steel band structure, submitting the coil, during certain period of time, to a sufficiently high temperature heating. This treatment is done because during lamination process it takes place a deformation of the crystalline structure of coil metallic network that changes its metallurgical properties.*

*To implement that, it is necessary to acquire continuously the temperatures of the annealing furnace and the speed of the line and to correlate them with each production units or coils. For managing all that information, a simple model of the furnace has been built and simple annealing functions have also been proposed. Their integration along an e-t trajectory provides a powerful supervision tool for control quality engineers.*

*This study aims to obtain a model of warming the annealing furnace. For that reason, the temperatures values will be written in the programmable logic controller (PLC) of the furnace.*

Received: February 2, 2013  
Accepted: September 1, 2013  
Online first: February 27, 2014

## Keywords

Annealing furnace, temperature, stainless steel, coil, energy saving



Foto: Jordache / Shutterstock

El objetivo de la fabricación del acero inoxidable es obtener un producto que cumpla las especificaciones del cliente, en paralelo a una minimización de los costes. Podría pensarse que en el sector del acero existe poco margen para la innovación; nada más lejos de la realidad, el mero hecho de que hace 10 años no existiesen el 50% de los aceros que hay actualmente en el mercado, da una idea de la evolución constante del mismo.

El sector del acero se ha caracterizado por las constantes innovaciones desarrolladas durante las últimas décadas en sus procesos de producción, lo que ha significado una revolución tecnológica desde el punto de vista productivo y de calidad. En la actualidad, la actividad innovadora del sector continúa y seguirá en el futuro en términos de simplificación de los procesos, obtención de nuevas calidades y control avanzado de los procesos, buscando siempre soluciones que contribuyan al desarrollo sostenible.

El esfuerzo inversor en I+D+i ha de estar enfocado, entre otras acciones, en conseguir el máximo rendimiento de los recursos empleados en las empresas.

Al trasladar esta intención de innovación al proceso de fabricación se pretende abordar la optimización de una fase del proceso, ya que en la laminación en

caliente se reduce el espesor de una bobina al deseado pero se produce una deformación en la estructura cristalina de la red metálica a causa de la deformación sufrida por el material. Con el objeto de regenerar la estructura y conseguir la aparición y crecimiento de los granos, se realiza el tratamiento térmico de recocido de la banda laminada en caliente (acritud), con el consiguiente descenso de alargamiento junto con acercamiento de la carga de rotura y el límite elástico.

En este artículo se pretende dar a conocer un estudio realizado en un horno de recocido de acero inoxidable basado en la predicción automatizada de tendencias y del comportamiento del horno de recocido de acero inoxidable.

Ya se ha mencionado que, para regenerar la estructura interna del acero y mejorar las características mecánicas que permitan la conformabilidad del material laminado en frío, es preciso someter las bandas laminadas a un recocido cuyas fases fundamentales son:

- Calentamiento a hasta más de 900 °C.
- Mantenimiento a temperatura.
- Enfriamiento.

Los hornos de recocido en las líneas de laminación en frío se extienden a lo largo de una longitud considerable, constituyendo un foco térmico distribuido.

Se dispone de la información de la temperatura suministrada por sensores situados en las diferentes zonas, cada una de ellas dividida, a su vez, en parte superior e inferior. Así pues, el horno se puede considerar un conjunto de focos térmicos con una distribución de temperatura homogénea en cada zona, que será medida por el sensor correspondiente.

Puede realizarse un modelo sencillo si se efectúa una aproximación lineal discreta de la variación de la temperatura en cada zona, es decir, temperatura constante en cada zona y variación lineal en las transiciones entre zonas. Para la realización de este modelo se dispondrá de las dimensiones de cada zona y una función lineal de aproximación para describir la variación de la temperatura en la transición entre zonas, considerando una cierta graduación de la temperatura para suavizar las transiciones entre las zonas.

Las herramientas de minería de datos (*data mining*) han experimentado en las últimas décadas un desarrollo paralelo a la capacidad de los ordenadores para procesar datos. Los componentes esenciales de la tecnología de *data mining* han estado bajo desarrollo en áreas de investigación como estadística, inteligencia artificial y aprendizaje de máquinas. Esta tecnología,



si bien reciente en su concepción, puede considerarse una herramienta de obligada aceptación y uso en el competitivo entorno empresarial, aunque sus principales aplicaciones no se han dirigido a los procesos puramente industriales.

Dentro de las aplicaciones a los procesos industriales se debe destacar el control de calidad.

El cumplimiento a largo plazo de este objetivo global requiere iniciativas de innovación en las áreas de procesos de producción y tecnologías de fabricación, con el fin de hacer frente a los principales retos que se plantean:

- Alcanzar los más altos niveles de calidad con procesos altamente productivos y eficientes.
- Reducir los tiempos desde la recepción de pedido hasta la entrega al cliente.
- Renovar constantemente la oferta de productos siderúrgicos, es decir, el desarrollo de nuevas calidades de acero con mayores, mejores o nuevas propiedades y funciones.
- Garantizar un periodo mínimo desde el desarrollo hasta el lanzamiento en el mercado.
- Contribuir al desarrollo sostenible.

La sostenibilidad y la eficiencia energética constituyen importantes desafíos, no solo en términos de producto, sino también en términos de procesos y actividad siderúrgica en general. Las cuestiones medioambientales suponen en la actualidad elementos dinamizadores de la actividad en I+D+i pero, en un futuro, están llamados a convertirse en factores de diferenciación entre diferentes materiales y, por tanto, entre las empresas.

## Métodos

### Metodología empleada

El desarrollo del proyecto se puede desglosar en dos fases principalmente: la primera de ellas es la fase de estudio de los datos y obtención de los modelos de recocido; y la segunda es la fase de simulación, verificación y validación.

Para todas las bobinas de cada tipo de acero se calcula el valor ideal de recocido que debe tener en función de su tipo y espesor. Además, se calcula el valor de recocido real que ha tenido cada bobina, considerando, por tanto, los datos reales y no ideales.

En este proyecto se ha analizado de forma individualizada el recocido de cada bobina y de cada una de sus partes al pasar por un horno extenso con diferentes zonas y temperaturas, que a su vez son función del tiempo. Con el fin de obtener un modelo de calentamiento del



Figura 1. Material incandescente en el interior del horno de recocido.

horno de recocido se generarán los valores de las consignas que escribir en el PLC del horno.

El cálculo de los puntos de temperatura determinan la temperatura ideal para ser transferida a los controladores individuales de las zonas, por lo que cada material es calentado de acuerdo con el óptimo de la curva de calentamiento.

La segunda fase ha consistido en el estudio experimental basado en la simulación, en el que se ha podido corroborar el estudio realizado en la primera, así como obtener el proceso de recocido corregido de las bobinas ya procesadas. Con ello, se pretende conseguir un *software* que corrija el recocido de las bobinas en el horno, modificando la velocidad de la línea y temperaturas de las zonas del horno en tiempo real, haciendo que este proceso se rija por los modelos ya calculados.

La situación de la detección de anomalías de recocido estaba basada hasta el momento en una observación visual de las bobinas, a partir de la cual se determina si la bobina es correcta o defectuosa. Con los cálculos de recocido de las bobinas realizados en este proyecto se ha demostrado la imprecisión de dicho sistema, debido a que estos cálculos desvelan un número mayor de bobinas con falta de recocido a las anteriormente detectadas.

En este proyecto se utiliza la simulación para comprobar y verificar la validez de los modelos calculados, así como realizar un simulacro del funcionamiento del horno en tiempo real.

En primer lugar, lee la velocidad de la línea y la temperatura de cada una de las zonas del horno. Con esa información y la introducida por el operador, calcula el recocido que está alcanzando cada una de las zonas del horno, para poder contrastar dichos valores con el modelo de recocido.

Si los valores se encuentran en el rango permitido, no se tomará ninguna acción; en caso contrario se valorará si se está produciendo una falta de recocido, disminuyendo de esta manera la velocidad de la línea, o si se está produciendo un exceso de recocido, aumentando la velocidad de la línea.

Ante problemas de falta y exceso de recocido simultáneamente, tendrá preferencia a ser solucionada la falta de recocido, debido a que este problema causa defectos más graves que el exceso.

En caso de que la temperatura de alguna de las zonas del horno se encuentre muy por encima o por debajo del valor medio establecido para esa zona, la aplicación dará un aviso al operador para que sea consciente del problema y se solucione lo antes posible.

Una vez tomadas las acciones correctoras oportunas, la aplicación escribirá los valores de las consignas (temperaturas y velocidad) en el PLC del horno.

Este proceso se repetirá continuamente durante el recocido de cada bobina.

El alcance de estos dos propósitos involucra los siguientes objetivos:

- Corrección de los parámetros de recocido: temperatura y velocidad de la línea para cada tipo de acero y espesor.

- Comprobar la respuesta del sistema ante variaciones espontáneas de los parámetros velocidad y temperatura.
- Seguimiento continuado de las bobinas durante su recocido.
- Lectura de las consignas del PLC del horno.
- Disminuir el número de bobinas con defectos de recocido.
- Tener la posibilidad de hacer pruebas de la aplicación anteriores a su implantación.
- Evitar el consumo de energía mediante altas temperaturas innecesarias.

### Funciones de recocido

El manejo y representación adecuados de toda esta información no es trivial. Hay que tener en cuenta que una bobina son cientos de metros y se procesan diariamente decenas de ellas. Nos encontramos con un problema de presentación de gran cantidad de datos de temperaturas de zonas, velocidades, bobinas, metros, etcétera que hay que tratar de representar de forma gráfica y compacta. Para facilitar el análisis y visualización del recocido de una bobina completa, el procedimiento seguido ha sido integrar la curva de la temperatura a que ha estado sometido cada punto de una bobina en su trayectoria por el horno y extender este cálculo a todos los puntos de la misma. Esta integración nos proporciona un valor por cada Dx de bobina que resume el proceso de recocido de cada punto.

En las bases de datos históricos se obtienen numerosas variables como temperaturas de las seis zonas del horno tanto en la parte superior como inferior, velocidades, temperaturas medias, longitud de las bobinas, ancho, espesor, tipo de acero, etc.

Para completar la información necesaria para el estudio se han generado variables adicionales que representan el valor de recocido que han adquirido puntos de cada banda de acero situados cada 10 metros.

Para calcular el recocido de una bobina completa, el procedimiento seguido ha sido integrar la curva de la temperatura a que ha estado sometido cada punto de una bobina en su trayectoria por el horno y extender este cálculo a todos los puntos de la misma. Esta integración proporciona un valor por cada Dx de bobina que resume el proceso de recocido de cada punto. Estos valores pueden representarse para cada punto de la bobina, teniendo una representación compacta 2D de cada bobina.

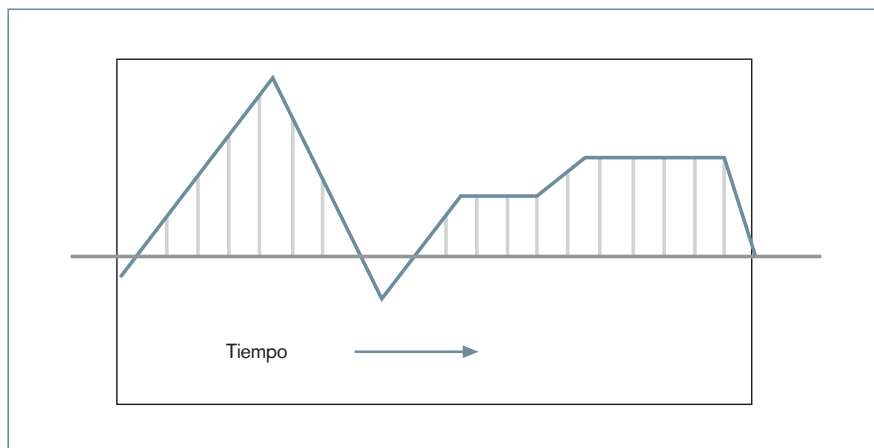


Figura 2. Integración de la temperatura T-Tr frente al tiempo de la trayectoria de una sección de material en el horno.

El resultado de esta integración dará temperatura\*tiempo, que se expresa en °C\*seg. Este es un valor representativo de la energía térmica total recibida por cada punto de la bobina. No obstante, para que este valor tenga sentido hay que tener en cuenta que el recocido solo se efectúa a partir de una determinada temperatura.

Por tanto puede establecerse un límite inferior a partir del cual hay recocido y por debajo de él no. Así pues, el recocido se calcula como la integración de la temperatura en exceso de un valor de temperatura configurable (típicamente 1.050 °C) a lo largo de la trayectoria en el horno de cada intervalo de material. Es decir, las temperaturas inferiores a la de referencia,  $T_r$ , no cuentan en la integración. La función de recocido  $Rec\_1(T)$  tipo todo-nada así descrita se representa en la figura 3a. La dimensión del resultado de la integración de la función  $Rec\_1$  a lo largo de una trayectoria es  $temp * tiempo$  y se mide en °C\*seg, aunque en realidad no son °C sino el exceso en °C respecto de la Temperatura  $T_r$ .

Así el recocido para cada metro se obtiene integrando en la trayectoria

$$R1(m) = \int_{t_{ent\_horno}}^{t_{sal\_horno}} f_{Rec\_1}(T(t)) * dt$$

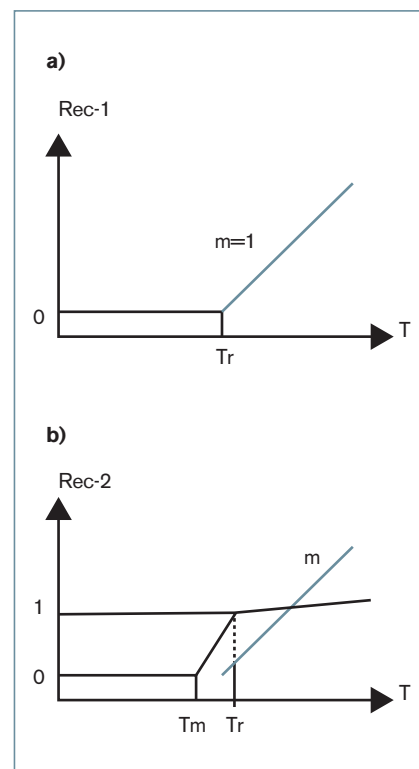
La gráfica de la bobina representa los resultados de la ecuación anterior aplicados a cada muestra de la bobina (en función de la distancia a la cabeza). El valor mostrado en el eje de ordenada son °C \* seg.

Existe otro enfoque para analizar el recocido. Está basado en el tiempo en que la chapa está sometida a una temperatura superior a la de recocido.

Así considerado, solamente interesa contar el tiempo dentro del horno si se cumple la condición  $T > T_r$ . La inte-

gración de esta función tiene un significado diferente a la primera y la dimensión obtenida no es Temp \* tiempo, sino que admite una interpretación puramente temporal, ya que si un punto se mantuviera durante toda la trayectoria a una temperatura superior a  $T_r$ , la integración equivaldría al tiempo de permanencia en el horno. No obstante, para evitar el carácter excesivamente crítico del valor  $T_r$ , que llevaría a que si se está a solo 1 °C por debajo de  $T_r$  no se cuenta en absoluto el tiempo de recocido, se ha propuesto otra función de recocido  $Rec\_2$  como se muestra en la figura 3b.

Figura 3. Funciones de recocido (T). a) Función todo-nada,  $T^*$ . b) Función de tiempo de reconocido compensado





Esta se interpreta más bien como un tiempo compensado en el que los momentos en los que la temperatura es inferior a  $T_r$ , pero se mantiene entre  $T_m$  y  $T_r$ , cuentan menos proporcionalmente a la diferencia con respecto a  $T_r$ , y si está por encima de  $T_r$ , se valoran más, dependiendo de la pendiente  $m$  aplicada. (Si la pendiente del tramo es 0, equivaldrán a tiempo de recocido efectivo en el horno). Y, por último, si la  $T$  está por debajo del valor  $T_m$ , no cuentan en absoluto a efectos de tiempo de recocido.

Así, el recocido para cada metro se calcula de la siguiente forma:

$$R2(m) = \int_{t_{ent\_horno}}^{t_{sal\_horno}} f_{Re} c_2(T) * t * dt$$

#### Modelo simplificado espaciotemporal del horno de recocido

Los hornos de recocido en las líneas de laminación en frío se extienden a lo largo de una longitud considerable y constituyen un foco térmico distribuido. Se dispone de la información de la temperatura ( $t$ ) suministrada por sensores situados en cada zona (6 zonas en el caso de la línea de recocido estudiada, cada una de ellas dividida a su vez en parte superior e inferior). Así pues, podemos considerar el horno un conjunto de focos térmicos con una distribución de temperatura homogénea en cada zona que será medida por el sensor correspondiente.

Puede realizarse un modelo sencillo, si se efectúa una aproximación lineal discreta de la variación de la temperatura en cada zona, tal como se representa en la figura 4.

Es decir, temperatura constante en cada zona y variación lineal en las transiciones entre zonas. Para la realización de este modelo se dispondrá de las dimensiones de cada zona y de una función lineal de aproximación para describir la variación de la temperatura en la transición entre zonas.

Pero además, la temperatura varía con el tiempo de forma independiente en cada zona. Por tanto  $T(e, t)$  constituye una superficie en el espacio (figura 6) que

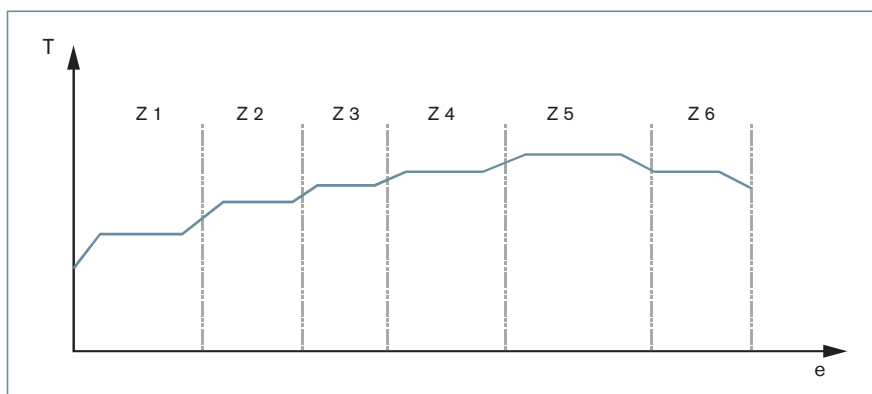


Figura 5. Modelo simplificado del horno. ((e) a lo largo de las zonas.

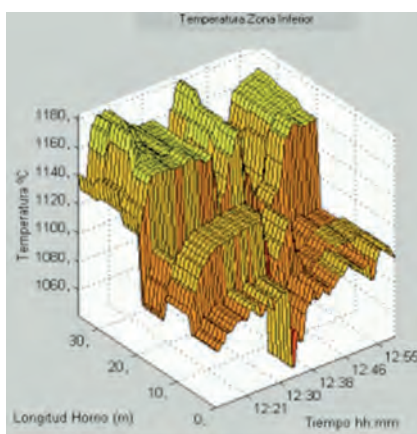


Figura 6. Modelo elaborado del horno de recocido de AP2.  $T(e, t)$  cambia en cada zona a lo largo del tiempo.

depende tanto del tiempo como de la posición en que nos encontremos dentro del horno.

#### Resultados

En este documento se presenta parte de un proyecto de supervisión del proceso de recocido de una línea de acero inoxidable que implica un modelo simplificado del horno como un conjunto de focos térmicos variables con el tiempo y la organización de la múltiple información adquirida para su representación y visualización. Se proponen unas funciones de recocido cuya integración a lo largo de trayectorias espacio-tiempo posibilita una representación compacta de las

unidades de producción (bobinas) y proporciona al ingeniero de control de calidad una herramienta útil para la supervisión del proceso de recocido de una línea de producción.

Para este estudio se ha utilizado el modelo simplificado del horno como un conjunto de focos térmicos variables con el tiempo, así como una población de datos de 5.132 bobinas con el fin de disponer de una población representativa con la que elaborar el modelo.

El desarrollo del proyecto, como se ha detallado previamente, se ha realizado en dos fases principalmente: la primera de ellas es la fase de estudio de los datos y obtención de los modelos de recocido, y la segunda es la fase de simulación, verificación y validación.

En la primera fase se han estudiado las variables que afectan al valor de recocido que obtiene cada uno de los puntos de una bobina. Estas, como ya se han citado, son la temperatura de cada una de las zonas del horno, tiempo de recocido de cada punto de la bobina a unas temperaturas determinadas, lo cual es una consecuencia de la velocidad con que la bobina recorre el horno, y también el espesor de la bobina considerada.

En los resultados obtenidos se puede observar que la temperatura media de salida de las bobinas correctas es superior a la temperatura de las que tienen exceso de recocido en algunos casos. Esto se debe a que el exceso de recocido puede ser causado por estancia en el horno un tiempo superior al indicado por la norma a temperaturas no lo suficientemente elevadas, o bien a una estancia inferior a la indicada por la norma sometida a temperaturas muy elevadas.

En otros casos, las bobinas que tienen exceso de recocido tienen una temperatura media de salida mayor que las bobinas correctas, debido a que han estado sometidas a altas temperaturas.

Figura 4. Representación esquemática zonas del horno de recocido  $T_{sj}(t)$ : temperatura superior zona  $j$ -ésima;  $T_{ij}(t)$ : temperatura inferior zona  $j$ -ésima.

	Ts1 (t)	Ts2 (t)			Ts6 (t)
	Ti1 (t)	Ti2 (t)			Ti6 (t)

Respecto a las temperaturas medias de salida del horno de los puntos con falta de recocido, generalmente poseen una temperatura inferior a aquellas bobinas que han permanecido en el horno un tiempo inferior al que indica la norma y a mayor velocidad de la indicada por esta que aquellas que han estado el tiempo que indica la norma a temperaturas muy bajas debido a que los primeros tienen una estancia en el horno inferior a la establecida por la norma, como consecuencia de su elevada velocidad.

En la mayor parte de los casos, el defecto de exceso de recocido con mayor temperatura de salida es causada por estar un tiempo superior al que indica la norma y a menor velocidad de la que indica la misma.

Contrastando las causas de la falta y exceso de recocido, llevándolas a los extremos, se puede deducir que la principal causa de los mismos es el tiempo de estancia en el horno, consecuencia de la velocidad de la línea, en algunos casos muy superior a la de la norma y en otros muy inferior.

Debido a esto la aplicación mantiene la velocidad en el valor adecuado para el recocido, sin producir bruscas variaciones y manteniendo la velocidad lo más uniforme posible.

### Conclusiones y justificación del proyecto

En toda sociedad, para alcanzar un cierto desarrollo y bienestar social es preciso disponer de energía suficiente que cubra y atienda las necesidades personales de los ciudadanos, el funcionamiento de los servicios, la producción de bienes de consumo, el transporte y comercio de productos, etc. Y resulta evidente que las demandas energéticas se incrementan en la medida en que la sociedad progresa y se desarrolla.

Por ello, la industria debe colaborar optimizando el consumo energético de sus procesos alcanzando un doble beneficio: ahorro de costes energéticos en la empresa y un uso efectivo de la energía favoreciendo cuestiones medioambientales que suponen en la actualidad elementos dinamizadores de la actividad en I+D+i pero, en un futuro, están llamados a convertirse en factores de diferenciación entre las empresas.

Un excesivo uso de la energía provoca problemas sociales y ambientales. La crítica hacia esa realidad es creciente pero, a su vez, introduce contradicciones en su funcionamiento.

En España, la intensidad energética, relación entre el consumo de energía y el

producto nacional bruto, ha crecido considerablemente en los últimos años, lo que puede relacionarse con un uso ineficiente de la energía y/o con el bajo valor añadido de nuestra actividad económica.

A esta situación se le añade, además, el problema de nuestra excesiva dependencia energética del exterior que se cuantifica ya en el 80% del consumo, lo que nos coloca en una posición ciertamente crítica y preocupante.

El objetivo de este estudio persigue, con la optimización de este proceso, conseguir una reducción de costes energéticos, así como en combustibles, contribuyendo de esta manera a un uso racional de la energía eléctrica. Para lograrlo, los puntos de temperatura calculados deben adaptarse a cualquier cambio en las condiciones de operación.

En primer lugar es de vital importancia considerar las variables que afectan al valor de recocido que obtiene cada uno de los puntos de una bobina. Estas son principalmente: temperatura de cada una de las zonas del horno, tiempo de recocido de cada punto de la bobina a unas temperaturas determinadas, lo cual es una consecuencia de la velocidad con que la bobina recorre el horno, y también el espesor de la bobina considerada.

Las principales causas que originan la falta de recocido de una bobina son:

- La bobina tiene un tiempo de recocido inferior al indicado por la norma, lo que es consecuencia de la velocidad de la línea.

- Temperaturas de las seis zonas del horno muy bajas, por lo que el tiempo de recocido es menor o igual al indicado por la norma.

Las principales causas que originan el exceso de recocido de una bobina son:

- La bobina tiene un tiempo de recocido superior al indicado por la norma, lo que es consecuencia de la velocidad de la línea.

- Temperaturas de las seis zonas del horno muy altas.

En todos los modelos obtenidos se puede observar que las temperaturas de las zonas superior e inferior del horno para un tipo de acero y espesor determinado siguen un comportamiento muy similar.

También cabe destacar que la zona 2 del horno posee para todos los aceros y espesores las temperaturas más elevadas que en el resto de zonas. De la misma manera, las temperaturas más bajas corresponden generalmente a las zonas 3 y 4.

### Bibliografía

- Bailey JE, Hirsch PB (1962). The recrystallization process in some polycrystalline metals. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences* 267: 11-30.
- Ben Young (2008). Experimental and numerical investigation of high strength stainless steel structures. *Journal of Constructional Steel Research*, vol. 64, no. 11: 1225-30.
- Carvalho SR, Ong TH, Guimaraes G (2006). A mathematical and computational model of furnaces for continuous steel strip processing. *Materials Processing Technology* 178: 379-387.
- Charles J (2008). Duplex stainless steels, a review after DSS'07 in grado. *Revue de Metallurgie* 3: 155-171.
- Erdem G, Taptik Y (2005). Effect of hot rolling conditions to produce deep drawing quality steels for continuous annealing process. *Material Processing Technology* 170: 17-23.
- Gfrerer M, Erlangen F (1983). Method and device for the continuous, contactless monitoring of the structure state of cold strip. US Patent 4394193.
- Chen JX, Rine D, Simon HD (1996). Advancing Interactive Visualization and Computational Steering. *IEEE Computational Science & Engineering*, Vol. 3, No. 4: 13-17.
- Jha BK, Jha P, Singh CD (2002). Process Technology for the Continuous hot band annealing of 17% Cr ferritic stainless steel. *Journal of Material Engineering and performance*, 11 (2): 180-186.
- Li S, Chen Q, Huang GB (2006). Dynamic temperature modeling of continuous annealing furnace using GGAP-RBF neural network. *Neurocomputing* 69: 523-536.
- Mitra A, Sagar SP, Bhattacharya DK (2003). Sensitive device for the nondestructive evaluation of steel structures or components. US Patent 6617847.
- Quach WM, Teng JG, Chung KF (2009). Residual stresses in press-braked stainless steel sections, i: Coiling and uncoiling of sheets. *Constructional Steel Research* 65: 1803-1815.

---

#### Raquel González Corral

raquel.gonzalez@acerinox.com

Doctora en ingeniería multidisciplinar. Responsable de Eficiencia Operativa, en el departamento de Administración de Acerinox Europa S.A.U.

#### José M<sup>o</sup> Bonelo Sánchez

josemariabonelo@acerinox.com

Doctor en Ingeniería. Responsable del área de Sistemas de Información en Acerinox Europa.

---



# Análisis y resultados de regular lámparas led con estabilizadores-reductores de flujo en cabecera

Manuel Jesús Hermoso Orzáez, José Ramón de Andrés Díaz

*Analysis and results of controlling LEDs lamps with lighting flow dimmer-stabilisers*

## RESUMEN

En la actualidad existe un gran interés dentro del ámbito de la iluminación urbana por la aplicación de las nuevas lámparas con tecnología led (*light emitting diode* o diodo emisor de luz). Estas pueden llegar a tener ahorros superiores al 50% comparadas con las lámparas de descarga tradicionales. Este estudio pretende dar un paso más en la búsqueda de la eficiencia y ahorro energético, mostrando la compatibilidad de la tecnología led con los equipos estabilizadores-reguladores de flujo en cabecera. De los análisis lumínico y eléctrico recogidos en el presente estudio se pone de manifiesto que es posible obtener reducciones superiores al 20% en los consumos de las lámparas led, regulando en cabecera del cuadro de maniobra, obteniendo reducciones lumínicas equivalentes, sin afectar a la uniformidad de la iluminación de los viales. Se analiza, además, la contaminación por armónicos con el sistema de ahorro propuesto.

Recibido: 18 de julio de 2013  
Aceptado: 25 de octubre de 2013

## ABSTRACT

*Actually, LED technology is generating much interest in public lighting. This technology has potential savings of over 50% compared with traditional discharge lamps. This study aims to go one step further in the quest for energy efficiency and savings. It demonstrates the compatibility of LED technology with lighting flow dimmer-stabilizer. The analysis of lighting and electrical parameters collected in this study shows that it is possible to obtain more than 20% reduction in consumption of LED lamps, regulating with lighting flow dimmer-stabiliser. Besides, equivalent reductions of lighting are obtained, having little effect on uniformity of illumination of the vials. It also discusses the harmonic pollution of the saving system proposed.*

Received: July 18, 2013  
Accepted: October 25, 2013

## Palabras clave

Led, iluminación, eficiencia energética, estabilizadores-reductores de flujo.

## Keywords

Public lighting, LED lighting, energy efficiency lighting flow dimmer-stabilisers.



Foto: Jesus Keller / Shutterstock

## Introducción

El alumbrado público supone el 2,3% en el consumo eléctrico mundial (Reusel, 2008; Kostic, 2009), hasta el 80% de la energía eléctrica municipal consumida y hasta el 60% de su factura energética (AAE, 2011).

Las posibilidades de ahorro, sustituyendo las lámparas de descarga tradicionales por luminarias con tecnología led con prestaciones lumínicas semejantes, son elevadísimas (Saunders, 2012; Atkinson, 1993) (Mills, 1993) y permiten reducir el consumo eléctrico entre el 20% y el 50% (Mahapatra, 2009; Wen-Shing, 2011; Gil de Castro, 2012) con amortizaciones en menos de tres años.

La iluminación urbana con tecnología led es ya una realidad que poco a poco tiende a ir imponiéndose en nuestras ciudades (Svilainis, 2008). A pesar de ello, todavía no parece recomendable realizar sustituciones masivas debido a su elevado coste. No obstante, la tendencia a la baja en los últimos años permite pensar que, a corto o medio plazo, las haga competitivas en precio y prestaciones, en comparación con las lámparas tradicionales de descarga.

Este estudio intenta dar un paso más en la búsqueda de la eficiencia energética aplicada a la tecnología led de iluminación urbana. Se pretende analizar y exponer los resultados de regular el flujo

luminoso sobre un vial iluminado con luminarias led, mediante el empleo de equipos estabilizadores-reguladores de flujo en cabecera (equipos que permiten reducir la tensión por fase en cada uno de los circuitos de salida, operando desde la cabecera, en el cuadro de maniobra y control, manteniendo dicha tensión estabilizada), incorporando a la luminaria un equipo controlador que lo hace compatible.

Para ello se han utilizado datos eléctricos y lumínicos tomados en el cuadro de mando telegestionado (cuadro con control remoto monitorizado e informatizado, para la captura de datos eléctricos e incidencias cada 15 minutos, para su posterior procesamiento y elaboración de informes, conectado a un terminal central, vía Internet, utilizando tecnología GPRS), contrastados con un analizador de red y dos luxómetros, uno fijo y otro móvil, para poder analizar así los resultados antes y después de reducir la tensión (Hermoso, 2013).

## Desarrollo, materiales, equipos de medición y metodología del estudio

### Características de la instalación analizada

Para el estudio se ha seleccionado un vial tipo residencial, situado en el centro

urbano de la localidad de Fuengirola (Málaga), concretamente, en la calle Héroes Dos de Mayo, con un ancho total de 8 m, formado por calzada de 3 m y dos acerados de 2,5 m. Se instalaron nueve farolas de 3,5 m de altura, de las mismas características y prestaciones, con una disposición al tresbolillo cada 15 m de interdistancia (distancia longitudinal entre puntos de luz consecutivos, a un lado y otro del acerado del vial). Las nueve luminarias objeto del presente estudio son de la marca ATP modelo Villa y vienen equipadas con lámpara led, de la marca Etilled, con 51 W de potencia y diodos led fabricados por Cree (tabla 1).

La fuente de alimentación para los leds será del tipo LDAC-1500 I-75 con las características que se especifican en la tabla 2.

### Cálculos luminotécnicos teóricos de partida

Previamente, se realizó el estudio lumínico teórico, a potencia completa, sin reducir, para led (figura 1) del vial, usando programa de cálculo luminotécnico SIBA, elaborado para ATP por el laboratorio de luminotecnia de la Universidad Politécnica de Cataluña (Smet, 2012; Ryckaert, 2012).



Tipo lámpara led	Marca lámpara	Marca led	Potencia (W)	T° Color (°K)	Flujo luminoso (Lm)	Efic. luminosa (Lm/W)	Vida útil (h)
ETILED	ETIS.A	CREE	51	4.000	4.059	80	50.000

Tabla 1. Características de las fuentes de luz. Fuente: Catálogo del fabricante ETI SA.

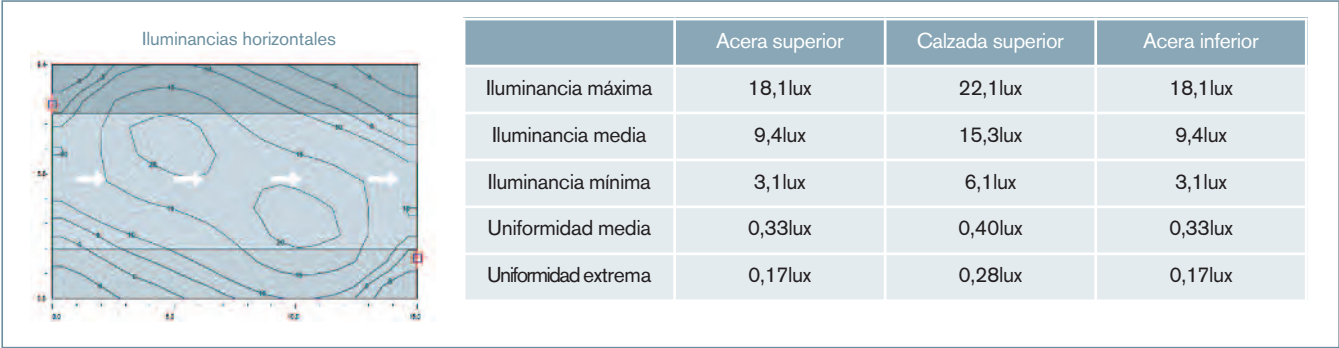
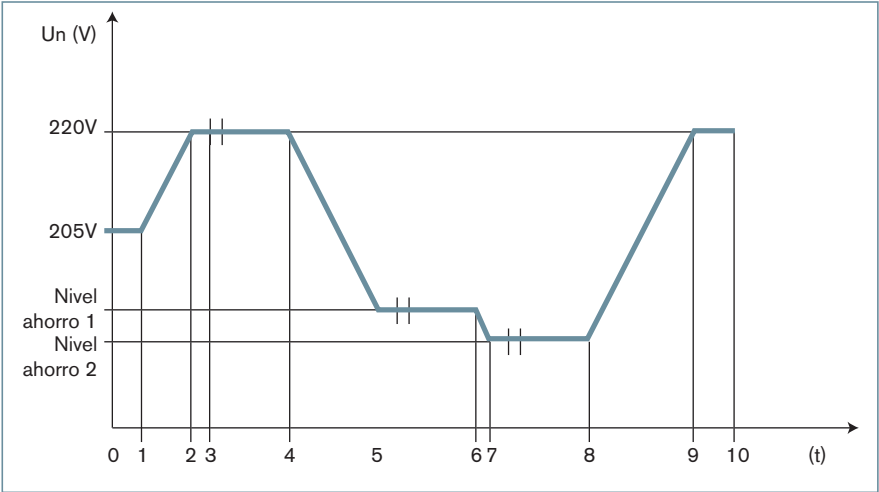


Figura 1. Cuadro de iluminancias y curvas Isolux de iluminancias horizontales [Lux] (2D). Fuente: Catálogo ATP y programa SIBA.

LDAC-1500 I-75	
Tensión nominal	110-240 Vac
Factor de potencia	> 0,95
Corriente de salida	1.200 mA
Potencia máxima	75 W
Corriente de arranque	45 A (230 Vac)
Frecuencia	50 Hz
Potencia nominal	51 W
Rango de tensión	90-295 Vac
Corriente de fuga	<0,75 mA (240 Vac)
Corriente de arranque	45 A (230 Vac)

Tabla 2. Características de la fuente de alimentación de los leds. Fuente: ETI SA.

Figura. 2. Detalle de rampa de funcionamiento durante el proceso de estabilización de tensión del equipo Iluest. Fuente: Salicru.



**Definición del sistema de ahorro y eficiencia**

El sistema de regulación y ahorro objeto del presente estudio consta de:

- Un estabilizador de tensión reductor de flujo luminoso, situado en la cabecera del cuadro. El modelo es Iluest fabricado por Salicru.
- Controlador universal para módulo led, marca Dimiled, instalado en cada una de las luminarias (figura 3).

Los datos eléctricos, se recogieron registrando medidas a intervalos de 15 minutos, telegestionadas mediante equipo Teleastro de Afeisa.

Estos datos fueron contrastados mediante la realización de mediciones in situ, a la salida de las tres fases y neutro del circuito de las nueve lámparas leds (repartidas tres por fase), con un equipo analizador de red tipo AR6 de la marca Círculo.

El estabilizador-reductor de flujo en cabecera se instaló en un cuadro sito en calle Málaga, con cuatro circuitos de salida. Tres de ellos están conectados a líneas con lámparas de descarga, que no serán objeto de estudio, y un cuarto circuito alimenta exclusivamente las nueve luminarias led que pretendemos analizar de forma aislada, tanto con el equipo de medida telegestionado de la marca Afeisa, como con el analizador de red AR6de la marca Círculo. De esta forma, podremos contrastar medidas eléctricas (tensión, intensidad, potencia activa y reactiva, así como el análisis de armónicos) antes y después de estabilizar la tensión de salida en el circuito de leds (véase la rampa de funcionamiento del estabilizador de tensión de la figura 2).

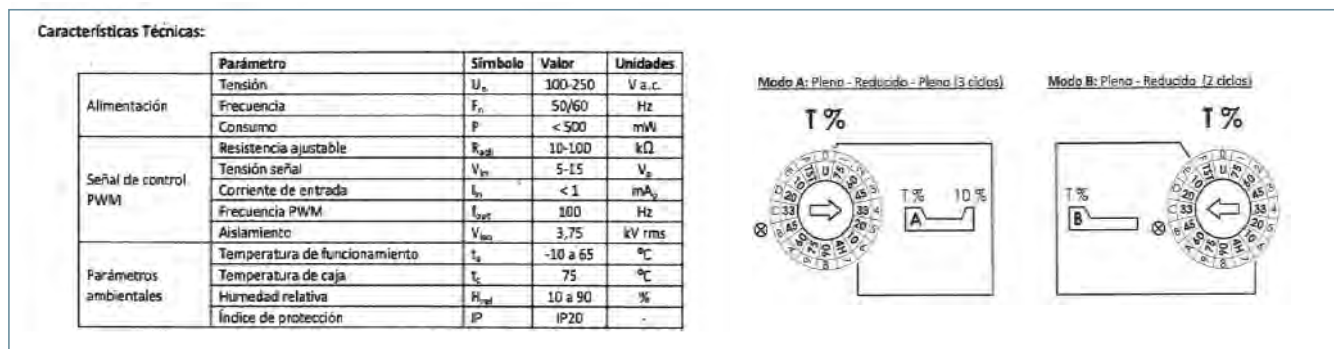


Figura 3. Características técnicas de las señales de entrada y salida (señal de control PWM) del controlador Dimiled instalado en cada luminaria led que permite reducir flujo en función de la tensión reducida desde el estabilizador Iluest. Fuente: ETI SA.

Registro	Unidades	Rango
Tensión	Volt x 10	0...3000
Potencia	Watt	0...65535
Intensidad	Ampere x 10	0...F_ESCALA_I x 10 *(1)
Factor de potencia	----	-1...1
Potencia activa	Watt	0...196605
Potencia reactiva	VAR	0...196605
Energía activa	kWh x 10	0...4294967295
Energía reactiva	kVARh x 10	0...4294967295

Tabla 3. Unidades y rangos de los registros de medida. Fuente Afeisa.

Analizador Ar6
Clase 0,5 en la medida
Clase B según UNE-EN 61000-4-30
Medida y registro según EN 50160
Tensión nominal: 12 Vdc
Corriente: 2 A
Potencia máxima: 24 W
Consumo: 30 VA
Temperatura de funcionamiento: 0...50 °C
Altitud: 2.000 m
Humedad sin condensación: 5...95 %
Grado de contaminación: 2
Tensión (alimentador externo): 100...240 V c.a.
Corriente (alimentador externo): 3,33 A
Frecuencia: 50...60 Hz
Potencia máxima: 40 W

Tabla 4. Características técnicas generales del analizador AR6 de Circuitur. Fuente: Circuitur.

Previamente, se procedió al ajuste manual del equipo de ahorro, en función de las caídas de tensión, por circuito. Se fijó la tensión reducida, en  $208 \text{ V} \pm 5 \text{ V}$  con una reducción entorno al 20%.

En el controlador Dimled, el selector de modo/tiempos (T%) determina el modo de funcionamiento. En la posición 0(u) la señal de salida de control establece un nivel de potencia reducido en función de la tensión de red medida, con el fin de realizar el control desde el reductor Iluest de cabecera.

El controlador Dimiled (figura 3) dispone de un sistema inteligente que permite determinar la tensión máxima de línea, correspondiente al nivel pleno. Esta característica lo hace apto para redes tanto de 220, 230 y 240 V AC. El selector de nivel, que permite seleccionar ocho porcentajes de potencia distintos, deter-

mina el nivel mínimo de potencia, es decir, limita la reducción máxima obtenida, aunque la tensión de la línea disminuya por debajo de dicho nivel.

### Metodología y equipos de medida

#### Metodología para el estudio

El proceso seguido en el estudio consistió en (Khan, 2011; Zalewski, 2012):

- Se aisló el circuito que alimenta exclusivamente a las nueve luminarias led (tres luminarias led por fase del circuito independiente analizado).

- Se midieron los parámetros eléctricos, con el equipo de medida y telegestión Teleastro, instalado de manera permanente en cabecera, en el cuadro de maniobra, y contrastaron los resultados de las medidas con el analizador de red tipo AR6, instalado provisionalmente en el mismo a la salida del circuito que alimenta las lámparas led.

- Se realizaron mediciones luminotécnicas con dos luxómetros, uno fijo tipo Gossen modelo Mavolux 5032C/B del área de proyectos de ingeniería de la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Málaga, calibrado y verificado, y se contrastaron las mediciones con otro luxómetro móvil LX-GPS para medida de iluminancia mediante vehículo y GPS marca Afei Sistemas de Automatización SA, propiedad del Ayuntamiento de Fuengirola.

- Se llevó a cabo un análisis comparativo, antes y después de entrar en funcionamiento el sistema de reducción de tensión. De esta forma, se evaluaron las minoraciones en el consumo y se contrastó la influencia de los sistemas de regulación y control comparados en la reducción de los niveles lumínicos, expresados en términos de iluminancia y uniformidad, estudiando y comparando los resultados teóricos con los prácticos.



Tensión no reducida por el estabilizador-reductor					Tensión reducida por el estabilizador-reductor				
(Mediciones a la salida del estabilizador sin reducción)					(Mediciones a la salida del estabilizador con reducción)				
Fases	Intensidad	Tensión	Potencia Activa	Potencia Reactiva	Fases	Intensidad	Tensión	Potencia Activa	Potencia Reactiva
	(A)	(V)	(Kw)	(Kva)		(A)	(V)	(Kw)	(Kva)
L1	0,738	226	0,156	0,151	L1	0,65	198	0,131	0,124
L2	0,737	228	0,164	0,162	L2	0,68	202	0,129	0,117
L3	0,735	229	0,148	0,157	L3	0,67	204	0,122	0,123
% reducción									
(Mediciones a la salida del estabilizador)									
Fases	Intensidad		Tensión		Potencia Activa		Potencia Reactiva		
	(A)		(V)		(Kw)		(Kva)		
L1	11,92		12,39		16,03		17,88		
L2	7,73		11,40		21,34		27,78		
L3	8,84		10,92		17,57		21,66		

Tabla 5. Resultados mediciones tomadas con Teleastro y porcentaje de reducción. Fuente: Elaboración propia.

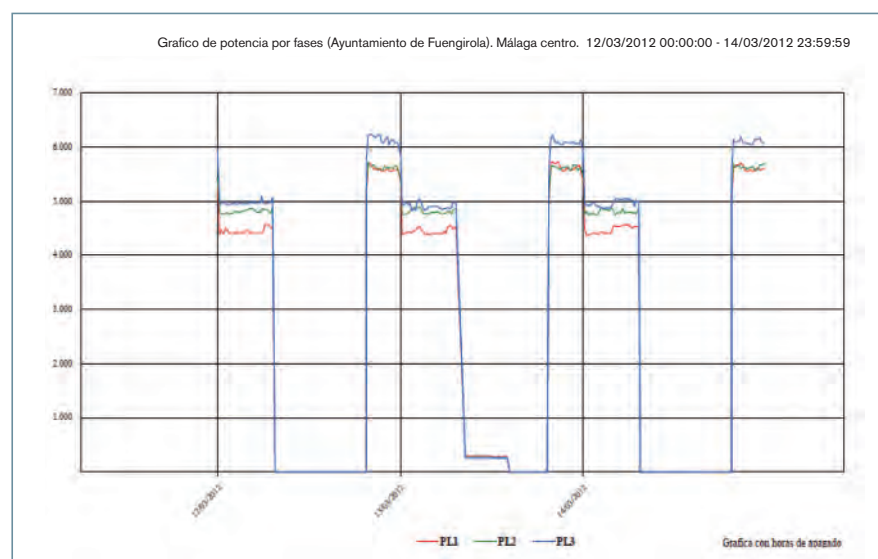


Figura 4. Gráfica en la que se observa la reducción de tensión del 20% en las tres fases del circuito al entrar el estabilizador de tensión reduciendo la tensión en cabecera al 20%.

Fuente: Elaboración propia con datos del equipo Teleastro de Afeisa.

#### Equipos para la medida de los parámetros eléctricos

– El equipo de medida Teleastro, cuyas características y rango de medida se indican en la tabla 3, utiliza un transformador de intensidad tipo toroidal con núcleo cerrado y clase 2 (tabla 3).

– Equipo de medida analizador de red tipo AR6 de la marca Circuitron, cuyas características, rango de medida y precisión se indican a continuación (tabla 4).

#### Equipos para la medida de los parámetros luminotécnicos

El método seleccionado para las mediciones luminotécnicas ha sido el método simplificado de medida de la iluminancia media, denominado de los “nueve puntos”, descrito en el R.D. 1890/2008, ITC-EA-07.

Se han empleado dos luxómetros para verificar el contraste de los resultados obtenidos:

– Luxómetro Gossen modelo Mavolux 5032C/B.

– Luxómetro móvil LX-GPS para medida de iluminancia mediante vehículo y GPS marca Afei Sistemas de Automatización SA.

## Resultados

### Balance y resultados del estudio de los parámetros eléctricos

#### Resultados obtenidos con equipo Teleastro

Los resultados eléctricos obtenidos en el presente estudio, obteniendo las medias de los valores registrados diariamente, a intervalos de 15 minutos se indican en la tabla 5. Así mismo, se puede observar la gráfica de reducción de la tensión estabilizada y reducida en un 20% (figura 4).

#### Resultados obtenidos con equipo AR6

Con el equipo analizador de red AR6 se realizaron como contraste, mediciones de los parámetros eléctricos por fase y entre fase y fase (tensión, intensidad, potencia activa, reactiva capacitiva e inductiva, factor de potencia y armónicos fundamentales). Se compararon los resultados de dichas medidas con y sin reducción de tensión desde el equipo estabilizador-reductor. Las mediciones se realizaron para el circuito de leds, considerando cada fase del circuito cargada con tres de las nueve lámparas leds de 51 W. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 5 a 12, de elaboración propia y que muestran los resultados eléctricos: tensiones de fase (figura 5), tensiones de línea (figura 6), intensidad de fase (figura 7) factor de potencia (figura 8),

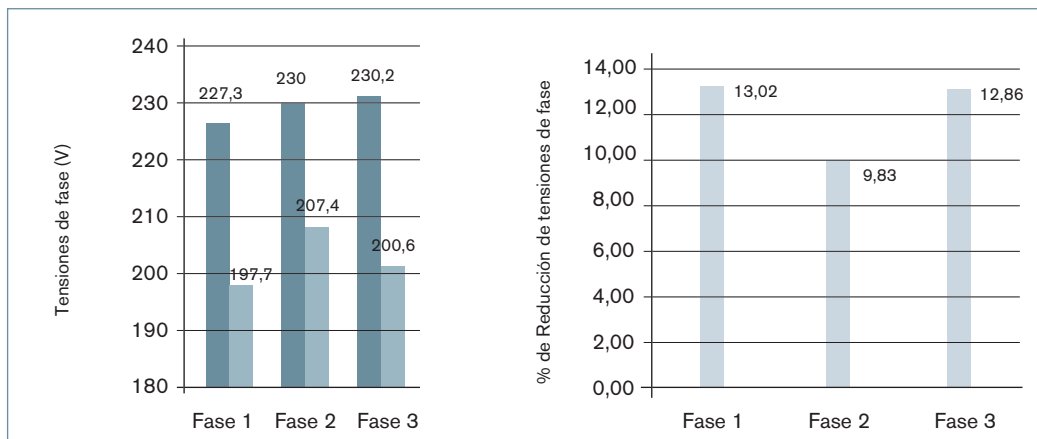


Figura 5. Tensiones de fase medidas con el analizador AR6 con y sin reducción.

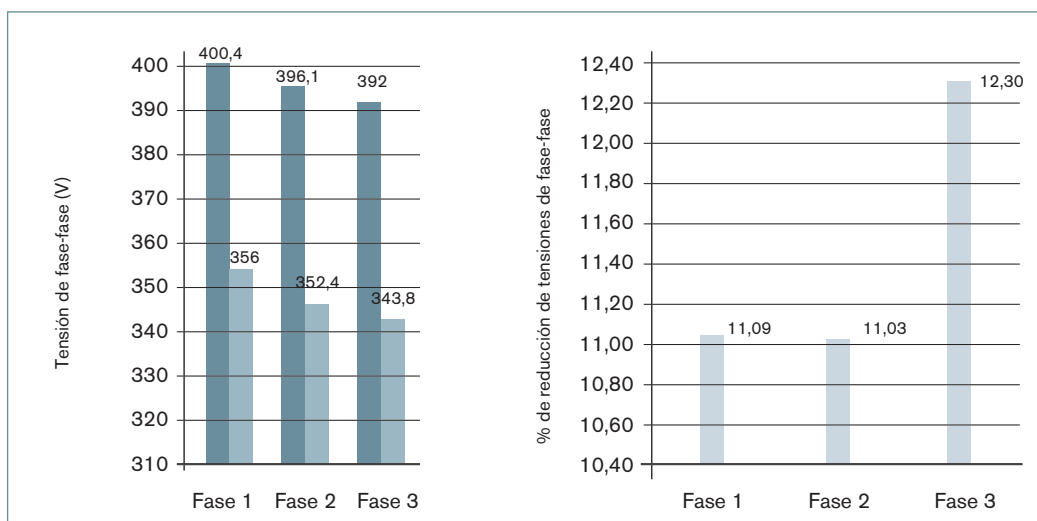


Figura 6. Tensiones de línea (fase-fase) medidas con el analizador AR6 con y sin reducción.

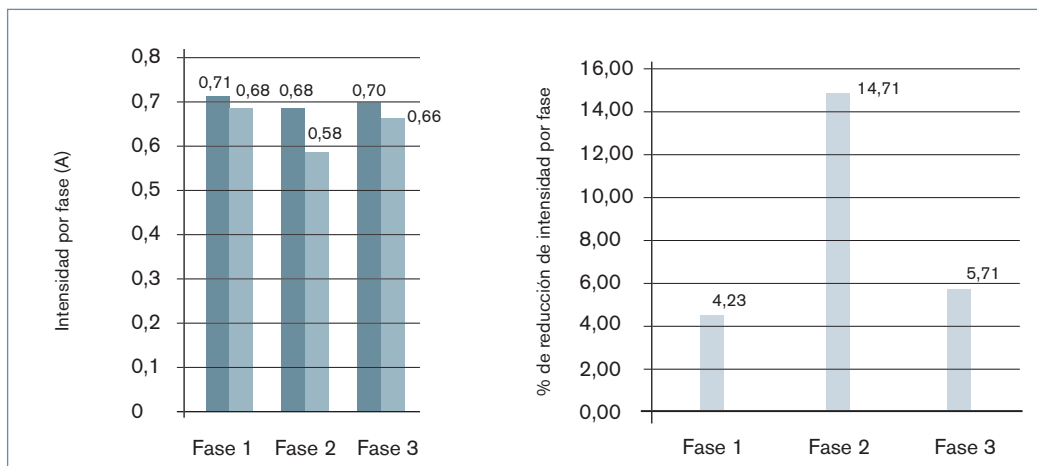


Figura 7. Intensidad de fase medida con el analizador AR6 con y sin reducción.

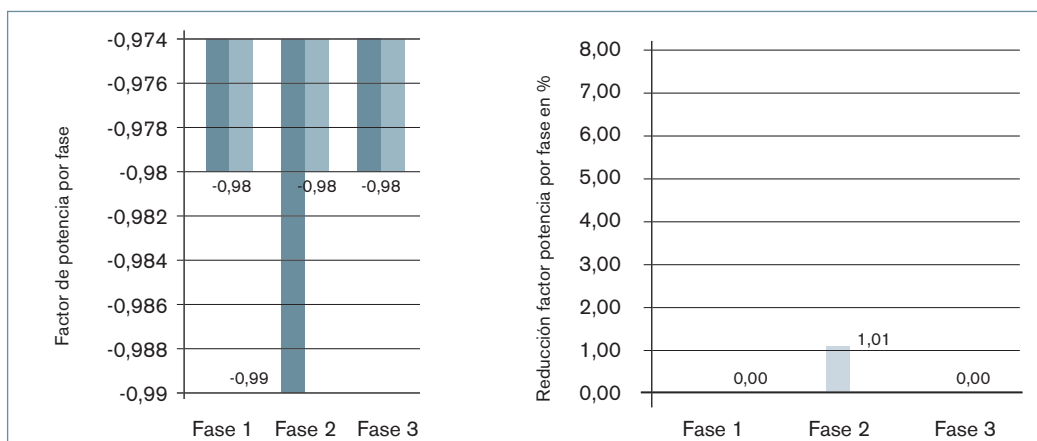


Figura 8. Factor de potencia por fase medida con el analizador AR6 con y sin reducción.

Figura 9. Potencia activa por fase medida con el analizador AR6 con y sin reducción.

Potencia por fase sin reducir

Potencia por fase reducida

% de reducción de potencia aparente por fase

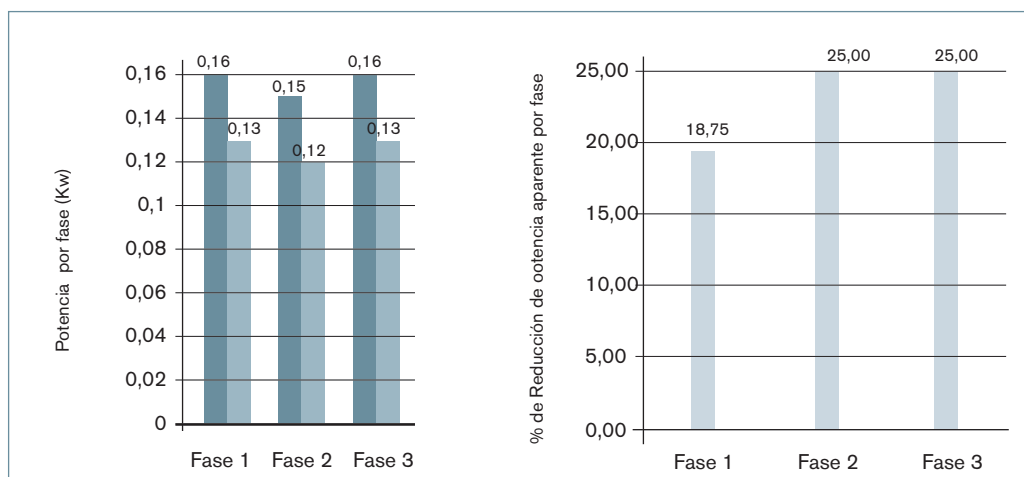


Figura 10. Potencia reactiva por fase medida con el analizador AR6 con y sin reducción.

Potencia aparente por fase sin reducir

Potencia aparente por fase reducida

% de reducción de potencia aparente por fase

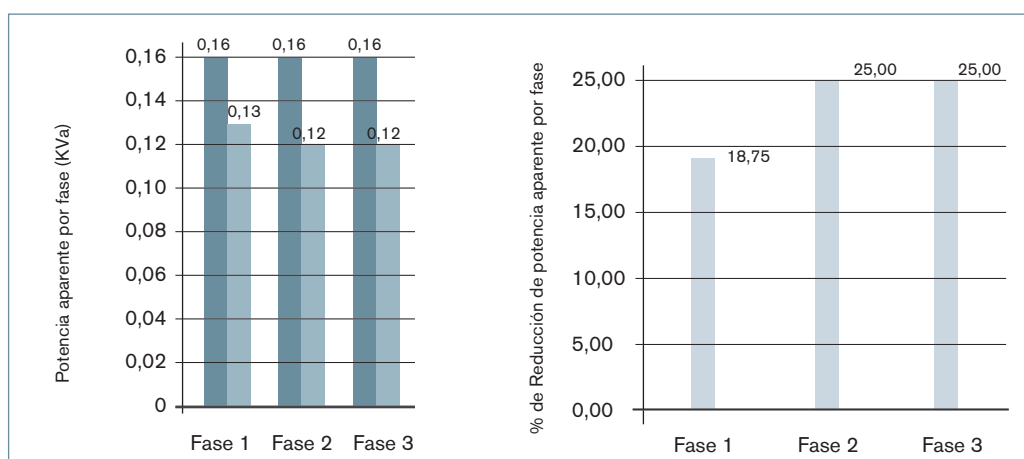


Figura 11. Potencia reactiva capacitiva por fase medida con el analizador AR6 con y sin reducción.

Potencia aparente capacitiva por fase sin reducir

Potencia aparente capacitiva por fase reducida

% Reducción potencia aparente capacitiva

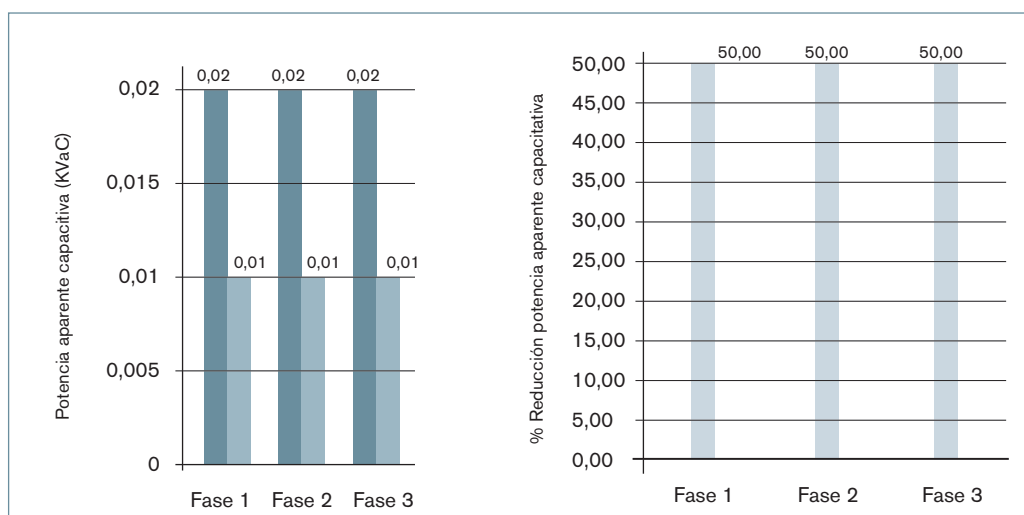
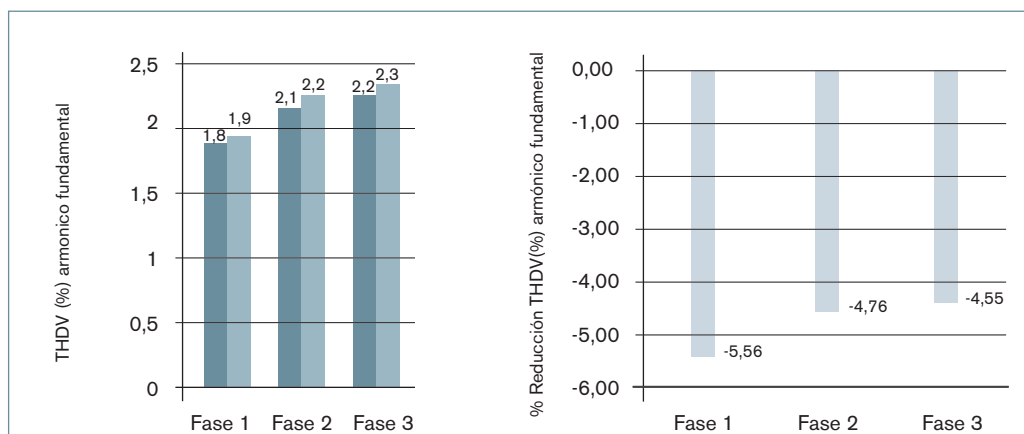


Figura 12. Análisis de armónicos por fase, medidas con el analizador AR6 con y sin reducción.

THDV(%) Fase sin reducir

THDV(%) Fase en reducción

% Reducción THDV(%) armónico fundamental





potencia activa (figura 9), potencia reactiva (figura 10), potencia reactiva capacitiva (figura 11) y armónicos fundamentales (figura 12) obtenidos antes y después de entrar el estabilizador de tensión en cabecera.

#### Balance luminotécnico

El balance luminotécnico medio, comparando con los resultados de las mediciones a pie de campo, se recoge en las tablas 9 y 10 y se realizó con dos luxómetros distintos para contrastar resultados. Así mismo, se recogen gráficamente las variaciones de iluminancia a la baja (color azul) cuando reducimos la tensión

desde el estabilizador (figura 13) (CIE,1989; CIE,1995).

#### Resultados obtenidos con el luxómetro móvil LX-GPS

En tabla 9 y figura 13.

#### Resultados obtenidos con el luxómetro Gossen

Al entrar el estabilizador de tensión, reduciendo la tensión en un 20%, se observa una bajada en los niveles de iluminancia media en el mismo porcentaje, aspecto que queda verificado al contrastar las mediciones con los dos luxómetros y con resultados prácticamente iguales (tablas 9 y 10).

En las fotografías comparativas antes y después de reducir la tensión (figura 14) se puede observar que a simple vista es prácticamente imposible apreciar las diferencias de iluminación de los viales antes y después de reducir la tensión.

#### Control de fallos de equipos de ahorro y lámparas

Por último y como muy significativo, queremos señalar que durante este estudio que se ha llevado a cabo durante 12 meses (entre enero y diciembre de 2012) no se ha registrado fallo alguno, en ninguna de las lámparas leds, ni en los controladores Dimiled de los equipos (datos obtenidos de Gecor).

#### Conclusiones y discusión

Con este estudio queda demostrado que las lámparas que utilizan tecnología led son perfectamente compatibles y regulables con equipos de ahorro, estabilizadores-reductores de tensión, instalados en la cabecera de los cuadros. Estos equipos, que son exactamente los mismos que los que se instalan para lámparas de descarga tradicionales (vapor de sodio o halogenuros metálicos), permiten el control de flujo luminoso en las luminarias led, sin precisar equipamientos especiales y son absolutamente compatibles para la regulación de la iluminación para ambas tecnologías. Tan solo requieren la instalación de un pequeño equipo controlador en la luminaria capaz de detectar la tensión estabilizada reducida y actuar sobre los diodos de la lámpara led

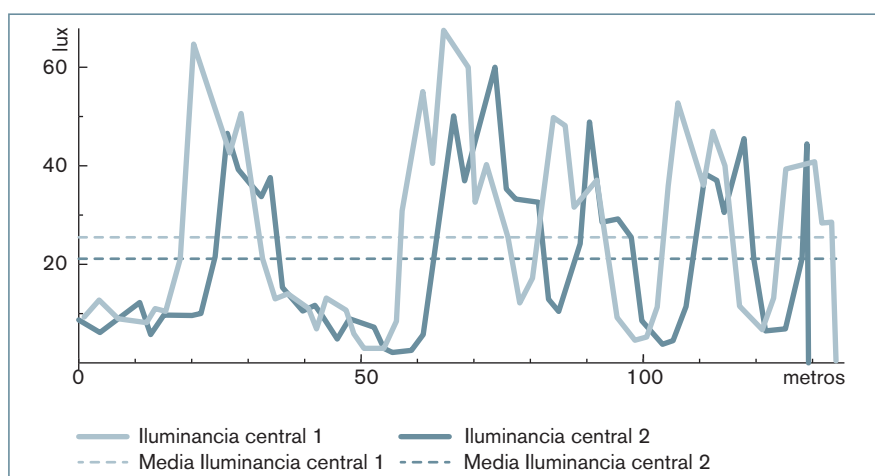


Figura 13. Representación gráfica de iluminancias antes y después de estabilizar la tensión. El color rojo representa las iluminancias medidas sin reducción de tensión y el azul las iluminancias medidas con el 20% de tensión reducida. Fuente: Elaboración propia.

Datos lumínicos			
Sonda central	(Mediciones sin reducción de tensión)	(Mediciones con el 20% de reducción de tensión)	Diferencia
Ilum. media (lux)	25,8	21,4	+20,6% (+4,4)
Ilum. máxima (lux)	67,7	60,1	+12,6% (+7,6)
Ilum. mínima (lux)	2,9	2,1	+38,1% (+0,8)
Uniform. media	0,11	0,10	+10,5% (+0,01)
Uniform. extrema	0,04	0,04	+0% (+0,00)

Tabla 9. Balance luminotécnico antes y después de reducir la tensión con el estabilizador. Mediciones realizadas con luxómetro móvil LX-GPS. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Balance luminotécnico comparativo realizado con luxómetro Gossen modelo Mavalux 5032C/B. Fuente: Elaboración propia.

Balance luminotécnico					
		Cálculos teóricos	Medición real sin reducción	Medición real con reducción	% Variación
Iluminancia media (lux)	Em	15,3	19,26	15,12	21,5
Uniformidad media	Um	0,40	0,37	0,35	5,5
Uniformidad extrema	Ug	0,28	0,26	0,25	4,5



Figura 14. Vial sin reducción de tensión y vial con tensión reducida al 20%. Fotografía del vial antes y después de reducir la tensión en cabecera del cuadro. Aparentemente no se observan diferencias en los niveles de iluminación ni en el color.

reduciendo los niveles de iluminación proporcionalmente.

Del balance de los parámetros eléctricos registrados, queda demostrado que reducciones de tensión en cabecera en torno al 20% provocan reducciones en la potencia activa y reactiva de la lámpara y en el consumo de la misma, en la misma proporción, algo que cabía esperar. No obstante, sí hay que hacer notar que se ha registrado un incremento en la contaminación por armónicos en torno al 5%, para la tensión reducida de ahorro. El aumento de armónicos se debe, sin duda, a la mayor actuación de los PWN, de naturaleza rectangular, que hace que no existan componentes pares y aumenten los impares. Este incremento parece estar asociado claramente a la propia naturaleza electrónica de los led y sus drivers, aunque a pequeña escala y en pequeñas instalaciones, como la analizada, no pensamos pueda ser un problema. No obstante, sería necesario prevenir esta situación en un escenario de gran utilización de estos equipos, lo que puede afectar a la modulación de la forma de onda de la señal. Y a la intensidad que puede llegar a aparecer en el neutro en caso de ser común.

De los balances luminotécnicos, se desprende que también se producen reducciones de iluminancia media, en torno al 20%, en el momento que el estabilizador de tensión entra en reducción, coincidiendo, con los porcentajes de reducción de la tensión en cabecera. Todo esto sin variar significativamente la uniformidad media y la extrema. Notar como la ilumi-

nancia mínima, aunque aparentemente parece verse más afectada por la reducción de tensión, en torno al 40%, debe explicarse y relacionarse este valor extremo, con la baja precisión del equipo luxómetro móvil para rangos de medida por debajo de los 5 lux.

Queda comprobado que los niveles de ahorro energético que se pueden conseguir con equipos de estabilizadores-reductores, aplicados a luminarias con tecnología led, son directamente proporcionales a la reducción de tensión programada en cabecera del mismo.

También se demuestra que los niveles de iluminación se ven afectados en el mismo tanto por ciento que los niveles de reducción de potencia a los que se ve sometida la fuente de luz en reducción, con niveles de uniformidad semejantes.

Y, por último, en este estudio ha quedado puesta de manifiesto la altísima y contrastada eficiencia energética y el ahorro energético considerable que supone la instalación de leds, así como las posibilidades de regulación compatibles con otros sistemas de iluminación de descarga. No obstante, se enfrentan estos equipos led a dos aspectos fundamentales claramente mejorables. Por un lado, un elevado precio que les hacen no ser aún competitivos y la falta de estudios o experiencias que determinen su durabilidad real.

#### Agradecimientos

Queremos agradecer al Servicio Técnico de Alumbrado del Ayuntamiento de Fuengirola el apoyo prestado durante la fase experimental del presente estudio.

#### Bibliografía

- AAE (2011). Agencia Andaluza de la Energía Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Municipios. Sevilla SE-232. Dsponible online: [www.agenciaanAtkinson](http://www.agenciaanAtkinson)
- B. A. McMahon J. E., Nadel M. (1993). A review of U.S. and Canadian lighting programs for the residential, commercial, and industrial sectors. *Energy* 18:145-158.
- CIE (1995). Recomendaciones para la iluminación de las carreteras para el motor y el tránsito de peatones. Publicación n° 115.
- CIE (1989). Mesópica fotometría: historia, problemas y soluciones prácticas. Publicación n° 115.
- Gil de Castro A, Moreno Muñoz A, Larsson A, de la Rosa JGG, y Bollen MHJ (2012). LED Street lighting: A power quality comparison among street light technologies. *Lighting Research and Technology*, 1477153512450866, first published on August 7.
- Hermoso Orzáez MJ, de Andrés Díaz JR, (2013). Comparative study of energy-efficiency and conservation systems for ceramic metal-halide discharge lamps, *Energy*. 52: 258-264. Available online: <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2013.01.050>.
- Khan N, Abas N (2011). Comparative study of energy saving light sources. *Renewable and Sustainable Energy reviews* 15: 296-309.
- Kostic M, Djokic L (2009). Recommendations for energy efficient and visually acceptable street lighting. *Energy*. 34: 1565-1572.
- Mahapatra S, Chanakya HN, Dasappa S, (2009). Evaluation of various energy devices for domestic lighting in India: Technology, economics and CO2 emissions, *Energy for Sustainable Development*, 13: 271-279, ISSN 0973-0826, 10.1016/j.esd.2009.10.005.
- Mills E, Piette MA (1993). Advanced energy-efficient lighting systems: progress and potential. *Energy*. 18: 75-97.
- Reusel KV (2008). A look ahead at energy-efficient electricity applications in a modern world. <[www.ect2008.com](http://www.ect2008.com)> ECT conference. Bergen, Norway.
- Ryckaert WR, SmetK. AG, Roelandtsl AA, Van Gils M, Hanselaer P, (2012). Linear LED tubes versus fluorescent lamps: An evaluation, *Energy and Buildings*, 49: 429-436, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2012.02.042.
- Saunders HD, Tsao JY (2012). Rebound effects for lighting. *Energy Policy*. 49:477-478.
- Smet KAG, Ryckaert WR, Pointer MR, Deconinck G, Hanselaer P, (2012). A memory colour quality metric for white light sources, *Energy and Buildings*, 49: 216-225, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2012.02.00.
- Svilainis L, (2008). LED directivity measurement in situ. *Measurement*, 41:647-654, ISSN 0263-2241, 10.1016/j.measurement.2007.09.003.
- Wen-Shing S, Chih-Hsuan T, Yi-Han H, (2011). Simulating the Illuminance and Efficiency of the LEDs Used in General Household Lighting, *Physics Procedia*, 19: 244-248, ISSN 1875-3892, 10.1016/j.phpro.2011.06.156.
- Zalewski S (2012). A proposed method for the calculation of light emitting diode road lighting. *Lighting Research and Technology*, 44: 186-196.

#### Manuel Jesús Hermoso Orzáez

mhermosoorzaez@gmail.com

Profesor asociado del Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos. Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Jaén.

#### José Ramón de Andrés Díaz

Profesor titular del Departamento de Expresión Gráfica Diseño y Proyectos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Málaga.



# COGITI

Formación  
*e-learning*



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

---

Curso superior de energía eólica  
AutoCAD 2014  
Catia v5  
Gestor energético  
Ventilación y calidad de aire en interiores  
Instalaciones solares fotovoltaicas  
Auditor reglamentario en prevención de riesgos laborales  
Alemán  
Asesor técnico ambiental  
Experto en gestión y negociación de contratos de energía  
Coordinador de seguridad y salud en obras de construcción  
Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios. RD 1027/2007  
Diseño de útiles de procesamiento de chapa  
Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales  
Autómatas programables PLC en aplicaciones de automatización industrial  
Investigación y reconstrucción de accidentes de tráfico  
Iniciación a la peritación de riesgos diversos  
Diseño cálculo y ejecución de instalaciones de suelo radiante  
Experto en equipos de medida y tarificación eléctrica  
Clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión  
Ingeniería de salas blancas o salas limpias  
Cálculo y diseño de instalaciones de energía geotérmica  
Normativa y su aplicación para la reforma y completado de vehículos  
Dictámenes periciales en edificación  
Metodología de realización práctica de auditorías energéticas  
Instalaciones térmicas en edificios  
Realización de proyectos de infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT)  
Cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja tensión  
Perito judicial en tasación de vehículos  
Hidráulica

*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)*





# Diseño experiencial ‘fuzzy’ de un producto

Ana de las Heras García de Vinuesa, Francisco Aguayo González, Juan Ramón Lama Ruiz y Antonio Córdoba

*Experiential fuzzy design of a product*

## RESUMEN

El diseño experiencial *fuzzy* persigue crear una metodología que obtenga productos derivados de experiencias deseadas por el usuario, formulando modelos *fuzzy* de los distintos módulos experienciales estratégicos a partir de los modelos más básicos de las distintas dimensiones estimulares que lo integran mediante divisiones *top-down*.

Se utilizan técnicas de elicitación para sonsacar del usuario la información de la experiencia deseada, formalizando las dimensiones a través de etiquetas lingüísticas. Posteriormente, se *fuzzifican* las dimensiones de las experiencias y, a través de la categorización y de un trabajo de campo extenso, se obtienen gráficas y funciones derivadas de ellas y con el uso de la técnica QFD-Fuzzy, el orden de las dimensiones estimulares del producto. Por el diferencial semántico de Osgood se hace la elección del diseño final.

Recibido: 10 de octubre de 2012

Aceptado: 18 de julio de 2013

## ABSTRACT

*The fuzzy experiential design aims to create a methodology to obtain products desired by the user experiences, making models of different fuzzy strategic experiential modules from the most basic models of different stimulus dimensions that make it up by top-down division.*

*Elicitation techniques are used to elicit information from the user experience desired dimensions formalized through linguistic labels. Subsequently dimensions of experience are fuzzified and, through the categorization and extensive field work, you get graphs and functions derived from them and with the use of QFD-Fuzzy technique, the order of the stimulus dimensions of the product. For the semantic differential of Osgood is the final design choice.*

Received: October 10, 2012

Accepted: July 18, 2013

## Palabras clave

Diseño experiencial, *fuzzy*, QFD (*quality function deployment*), diseño industrial

## Keywords

*Experiential design, fuzzy, QFD (quality function deployment), industrial design*



Foto: Gudiny / Shutterstock

## Introducción

El objeto de la metodología que se propone persigue establecer un modelo para obtener un producto que proporcione unas experiencias de uso predefinidas. Dicha metodología debe recoger el modo deseado por el usuario de experimentar la interacción con el producto en la satisfacción de una necesidad. Esta situación determina que el eje central de la metodología se estructure en función de la formalización de las experiencias mediante modelos de lógica difusa, que permitirán modelar las expectativas y deseos del usuario, es decir, sus propias experiencias anheladas, a la vez que su cuantificación.

Hasta el momento son escasos los trabajos de investigación en diseño experiencial (Valero, 2003) (Alvaide, 2008) (Aguayo, 2009) (Compendex, 2009). En estos, se aporta una incipiente estructuración de la metodología de diseño experiencial, sin que hasta el momento se hayan desarrollado trabajos en los cuales se aporte un modelo estructurado y con un soporte formal del diseño experiencial, como el que constituye el presente trabajo.

Uno de los principios básicos de la metodología propuesta es la elicitación de la experiencia deseada, en la que el tra-

bajo de campo se convierte en un recurso esencial ya que, para “diseñar para la experiencia” se requiere que el colectivo de usuarios “alumbre” al diseñador.

El modelo que se desarrollará es extrapolable a cualquier producto, ya que las fases sobre las que se articula son adaptables a la complejidad y singularidad del producto, si bien, en el presente trabajo lo ilustramos para el desarrollo de un proyecto de un PAE (pequeñas aplicaciones de electrodomésticos), concretamente el producto proveedor de experiencias es el cepillo de dientes eléctrico y, como colectivo de usuarios, los niños entre 5 y 10 años.

En los siguientes apartados vamos a exponer la metodología de diseño experiencial ilustrándola para el proyecto que anteriormente hemos indicado.

## Producto, escenario de uso y usuario

El punto de partida de la creación de un *producto* bajo la metodología propuesta es la experiencia manifiesta o latente de los usuarios potenciales, sobre algún aspecto de su vida.

Las experiencias que se derivan de los estados de necesidades para el caso de estudio es la higiene bucal. Los elementos que caracterizan el análisis

de las necesidades de las que se derivan las potenciales experiencia de uso quedan expuestos en la figura 1.

Para analizar el escenario de uso, primero se debe considerar el contexto de uso del producto según los estilos de vida de VALS, Values And Life Styles (SRI, 2009), que son una forma de agrupar tipos de consumidores. En este modelo los usuarios se dividen en ocho segmentos y cuatro demografías como se puede observar en la figura 2.

A la luz de esta clasificación se catalogan los usuarios según lo recogido en la tabla 1.

El escenario de uso del producto es el cuarto de baño, que queda caracterizado mediante el perfil de escenario de uso.

Así mismo, los usuarios quedan caracterizados mediante el perfil de usuario recogido en la tabla 3.

Por último, el cepillo de dientes eléctrico posee un modo de uso particular que, a través del análisis jerárquico de tareas (AJT, 2009) posee este esquema.

Una vez expuestos los elementos que caracterizan el modo actual de satisfacer la necesidad, se pasa a exponer el diseño de la experiencia holística.

## Diseño para la experiencia holística

El diseño experiencial se basa en la experiencia holística que proviene del uso del producto. Este, por tanto, es el proveedor de la experiencia holística, pero, ¿cómo lo hace? Se le dota de un conjunto de atributos orientados a las distintas dimensiones de la experiencia holística que se observa en figura 4, los sentidos, sentimientos, conocimientos, comportamiento y relaciones.

Existen diferentes modelos de diseño experiencial: modelo de la EPS de Sevilla (Aguayo, 2009), modelo Arhippainen y Tähti (U. Sevilla 2009), teoría de Kanakainen (Valero, 2003) y modelo del Ins-

tituto Marketing de Servicios (Alcaide, 2008), pero ninguno de ellos ha incorporado un planteamiento formalizado con lógica difusa para el modelado y análisis de la experiencia de uso, para su posterior despliegue en el proceso de diseño y desarrollo del producto.

En la figura 5 queda representado el modelo de diseño experiencial que se toma como base, que es el de la EPS (Escuela Politécnica Superior) (Aguayo, 2009), en el que aparecen los distintos ámbitos de la experiencia holística (MEE, módulos experienciales estratégicos): sensorial, emocional, cognitivo, comportamental y relacional, cuyas dimensiones serán objeto de investiga-

ción y modelado de forma integrada mediante técnica fuzzy.

## La lógica difusa en el modelado de experiencias de uso de producto

Lotfi A. Zadeh (Zadeh, 1965) es el autor de esta teoría, que permite modelar la fenomenología de la experiencia holística de los humanos en el uso de un producto.

**Definición:** Un conjunto difuso  $A$  se define como una *función de pertenencia* que enlaza o empareja los elementos de un dominio o universo de discurso  $X$  (dimensión experiencia) con elementos del intervalo  $[0,1]$  (modo de experimentar la situación por el usuario):

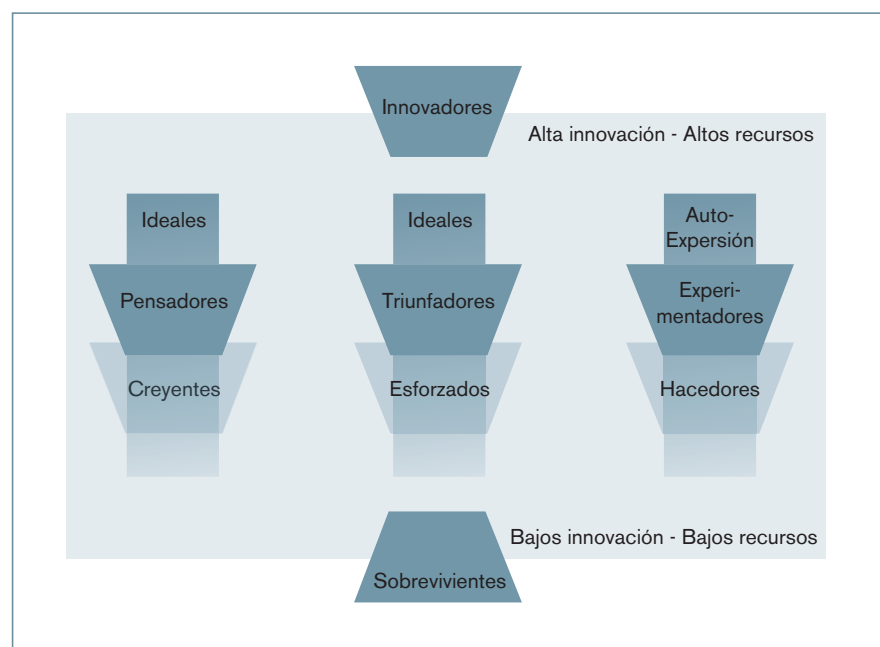


Figura 2. Modelos Vals.

Tabla 2. Escenario de uso.

Iluminación	80 Lux divididas en varios focos: techo y posibilidad de apliques en el espejo
Humedad	Varía entre el 25% y el 35%
Ruido	Varía entre <b>10 dB</b> cuando se abre un grifo y unos <b>50 dB</b> cuando funciona un secador
Nº personas	Dependiendo de las dimensiones, pero a la vez pueden estar 3 personas aunque lo normal es 1 o, en el caso de los niños, 2 ya que está acompañado por su padre o madre
Mobiliario	Mobiliario básico de cuarto de baño: ducha/bañera, WC, lavabo y bidé. Añadir mueble cajonera/estantería, espejo y cesto ropa sucia
Instalación eléctrica	Existe, por lo general, un enchufe aunque puede instalarse alguno más para los aparatos de calefacción o de belleza, eso sí, fuera de la zona del volumen de protección y el de prohibición

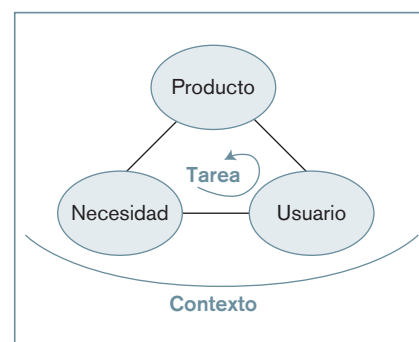


Figura 1. Elementos del análisis de experiencias a partir de las necesidades.

	Segmento	Demografía
Niños	Esforzados	Integrados
Madres	Creyentes	Émulos realizados. Dirigidos por la necesidad

Tabla 1. Clasificación de usuarios.

Tabla 3. Perfil de usuario.

Sexo	Cualquiera
Colectivo	Niños
Edad	Entre 5 y 10 años
Ocupación	Escolares
Nacionalidad	Indiferente
Nivel intelectual	Básico
Experiencia previa	No necesaria
Habilidad lectura	No necesaria
Habilidad específica	Conceptos básicos on/off
Nivel motivación	Ninguno
Deficiencia	Ninguna, a excepción de impedimento de las dos manos



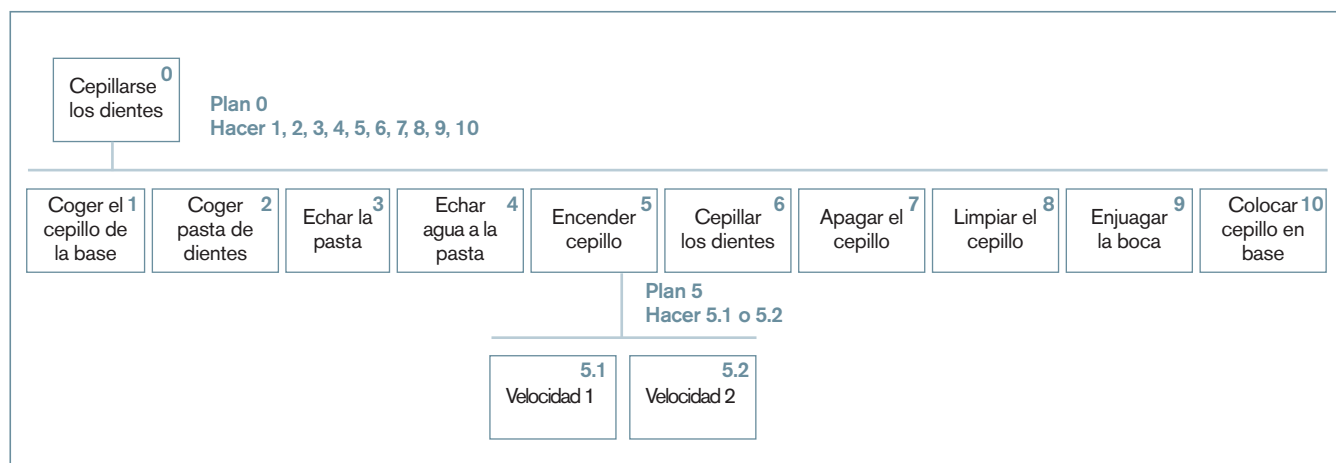


Figura 3. Análisis jerárquico de tareas.

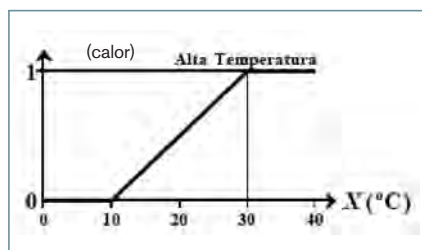


Figura 5. Ejemplo función de pertenencia a temperatura.

$$A: X \rightarrow [0,1]$$

Cuanto más cerca esté  $A(x)$  del valor 1, mayor será la pertenencia del objeto  $x$  al conjunto  $A$ . Los valores de pertenencia varían entre 0 (no pertenece en absoluto) y 1 (pertenencia total).

**Representación:** Un conjunto difuso  $A$  puede representarse como un conjunto de pares de valores: Cada elemento  $x$  pertenece  $X$  con su grado de pertenencia a  $A$ . Cada uno de estos conjuntos poseen una gráfica de pertenencia que mide la mayor o menor participación del valor.

$$A = \{A(x)[x, x] \text{ pertenece a } X\}$$

**Función de pertenencia:** Un conjunto difuso puede representarse también gráficamente como una función, especialmente cuando el universo de discurso  $X$  (o dominio subyacente) es continuo (no discreto).

– Abcisas (eje  $X$ ): Universo de discurso  $X$ .

– Ordenadas (eje  $Y$ ): Grados de pertenencia en el intervalo  $[0,1]$ .

Véase el ejemplo de función de pertenencia de la figura 5.

Se observa como en este caso la experiencia (sensación de calor) de alta tem-

Figura 4. Dimensiones de la experiencia holística.

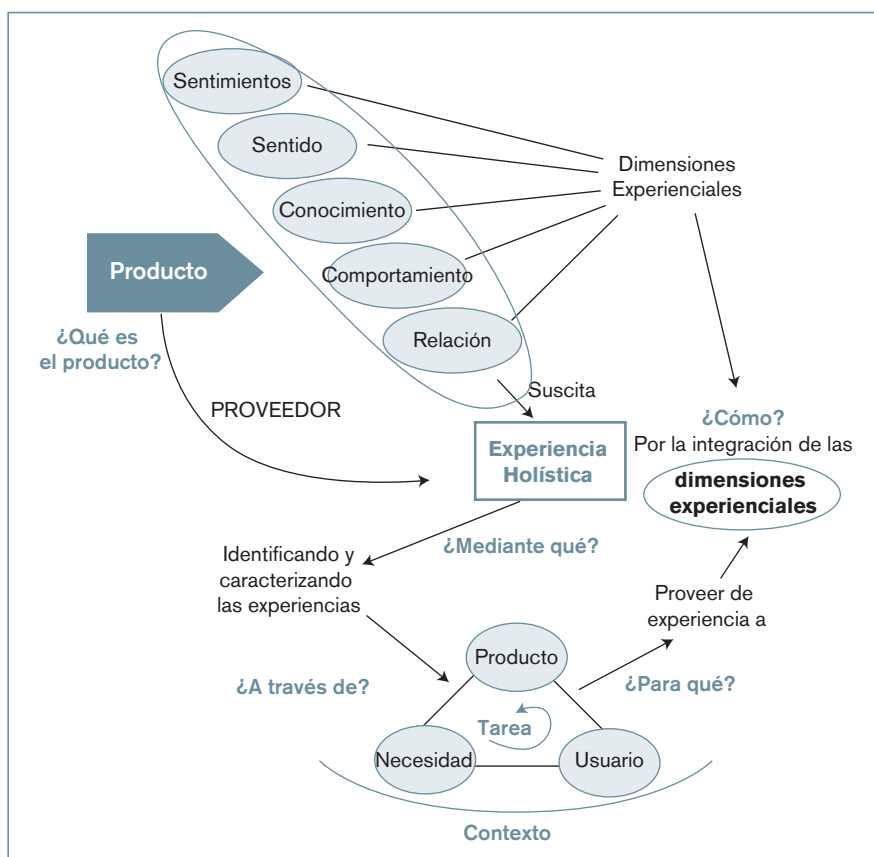


Figura 6. Función triangular completa.

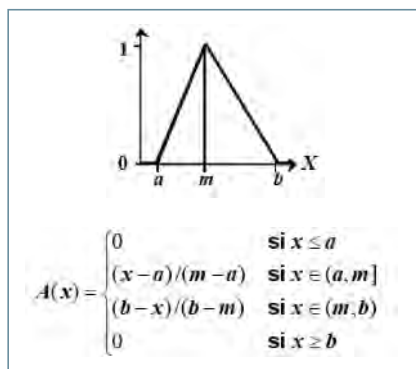
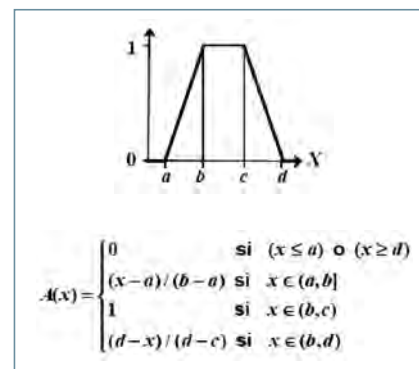


Figura 7. Función trapezoidal completa.



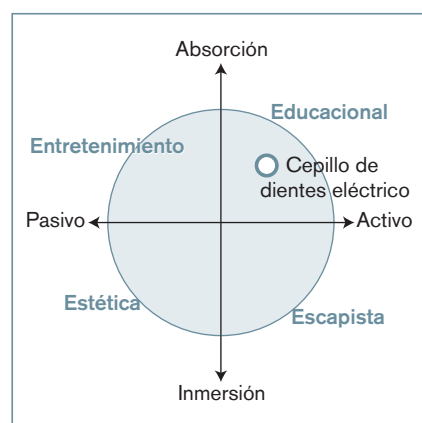


Figura 8. Mapa de experiencias y experiencia propuesta para el producto.

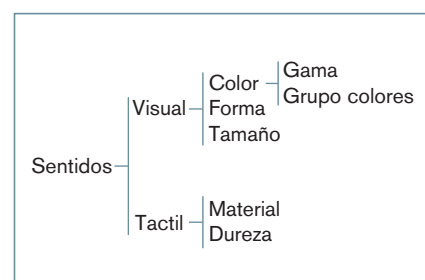


Figura 9. Dimensiones estímulas.

Tabla 4. Etiquetas lingüísticas obtenidas.

Color (gama)	Color
	Bicolor
	Tres colores
	Colorines
Color (grupo de colores)	Blanco
	Amarillo
	Naranja
	Rojo
	Rosa
	Verde
	Azul
	Marrón
	Negro
Forma	Redondo
	Cuadrado
	Recto y redondo
Tamaño	Pequeño
	Normal
	Grande
Material	Liso
	Áspero
	Rugoso
	Muy rugoso
Dureza	Blando
	Medio
	Duro

peratura entre 0 °C y 10 °C es igual a 0, ya que no pertenece a dicho conjunto, en cambio, entre 10 °C y 30 °C la experiencia de alta temperatura (sensación de calor) comienza a subir y está en el intervalo de 0 y 1, llegando en los 30 °C a ser una alta temperatura con un valor 1 (máxima sensación de calor), manteniéndose en este valor en los posteriores valores de X.

#### Funciones de pertenencia usadas y su representación numérica

Las funciones de pertenencia más usuales que se utilizan para modelar la experiencia son:

**Triangular:** Definido por sus límites inferior  $a$  y superior  $b$ , y el valor modal  $m$ , tal que  $a < m < b$  (figura 6).

**Función trapezoidal:** Definida por sus límites inferior  $a$  y superior  $d$ , y los límites de su soporte,  $b$  y  $c$ , inferior y superior respectivamente (figura 7).

Existen otros modelos de funciones fuzzy y operaciones (Schimith, 2006). Todos ellos permiten formalizar la experiencia y el modo en que las distintas dimensiones estímulas se integran en experiencia.

#### El diseño experiencial fuzzy

La metodología expuesta se ha articulado tomando como referencia el modelo de diseño experiencial de la EPS (Escuela Politécnica Superior) de Sevilla (Aguayo, 2009) y la técnica QFD-Fuzzy (Ming-Chyuan, 2004).

#### La experiencia

El primer elemento que se debe analizar es la experiencia holística, que se define como “el hecho de haber sentido, conocido o presenciado alguien algo, incluyendo también la significación de una práctica prolongada que proporciona conocimiento, habilidad y relaciones para hacer algo”.

Se pueden clasificar según su alcance o el medio, siguiendo el mapa de experiencias de Pine y Gilmore (Pine y Gilmore, 2008). En la figura 8 se posiciona la experiencia que obtener con el producto objeto del diseño, lo que determina el tipo de experiencia que se obtiene, que en este caso es activa y de absorción.

#### Diseño de la experiencia

El diseño basado en la experiencia holística consta de dos fases: elicitación de la experiencia y *fuzzificación* de las dimensiones estímulas de los elementos vertebradores de los modelos MEE de la experiencia holística, que como queda recogido en la figura 4, consiste en obtener experiencias sensoriales (sentidos), afectivas (sentimientos), cognitivas (pen-

samientos), físicas y de estilos de vida (actuaciones) y experiencias de identificación social con un grupo o cultura de referencia (relaciones).

#### Fase 1: Elicitación de la experiencia

Para diseñar la experiencia que los usuarios tendrán con el producto, es necesario una primera fase de elicitación en la que los usuarios expongan cuáles son las experiencias (latentes y manifiestas) que ellos desean. Para ello se utiliza la entrevista centrada en el usuario a través de la técnica de elicitación (Oloriz, 2004), que consiste en sonsacar todo el conocimiento relevante para producir un modelo, partiendo de una idea objetivo sobre la que dirigir dicha experiencia.

En el caso del diseño que nos ocupa, se realiza una sesión de *brainstorming* con un grupo de 12 niños de la que se obtienen 14 opciones y de las cuales se categoriza hasta quedarse solo con la primera de ellas: *Personajes Disney y sus películas*.

Tras realizar la elicitación preguntando al grupo de niños acerca de las cuatro dimensiones experienciales, se extraen tres subexperiencias de la global que servirán para crear tres posibles modelos de las mismas, uno de cada subexperiencia, de entre los que los usuarios elegirán uno como modelo final. Estas tres subexperiencias están caracterizadas con una película y un personaje Disney cada una:

Subexperiencia 1: *Fantasia y Mickey Mouse*

Subexperiencia 2: *Alicia en el país de las maravillas y Goofy*.

Subexperiencia 3: *Blancanieves y los siete enanitos y Winnie de Pooh*.

#### Fase 2: Fuzzificación

Esta fase se divide en dos subfases: Categorización (obtención de las etiquetas lingüísticas) y caracterización (aplicación del modelo matemático), que en el caso de estudio se ha referido solo a la experiencia sensorial (sentidos) (MEE).

**Fase 2.1 Categorización:** Para poder diseñar y preguntar al grupo de usuarios qué características poseen o debieran poseer los productos de los que derivan su experiencia, es necesario dirigirse a ellos usando un léxico que ellos entiendan, por lo que la fase de categorización consistirá en obtener a partir de entrevistas en las que se enseñan objetos y dibujos (para no influir la palabra que lo define) y poder identificar las etiquetas lingüísticas de los conceptos o dimensiones estímulas de los elementos vertebradores de este MEE de la experiencia holística.

Circunscribimos la exposición en el presente trabajo a la dimensión experiencial de los sentidos, y solo para los dos sentidos más influenciables: la vista y el tacto (figura 9).

El color, la forma, el tamaño, el material y la dureza son las dimensiones estímulas.

**Fase 2.2 Caracterización:** En esta fase y una vez identificadas las etiquetas lingüísticas, se procede a su formalización con un modelo matemático de lógica difusa, para relacionar cada una de las dimensiones estímulas con una gráfica y una representación que permite la cuantificación *fuzzy* que modela la experiencia deseada de esa dimensión estimular.

Para ello, se realiza otra entrevista al grupo de usuarios de referencia, y se obtienen resultados para modelar mediante función *fuzzy* las distintas variables lingüísticas identificadas.

Se expone para una de las dimensiones estímulas el modo en que se iden-



Figura 10. Ejemplo de obtención valores de función de pertenencia.

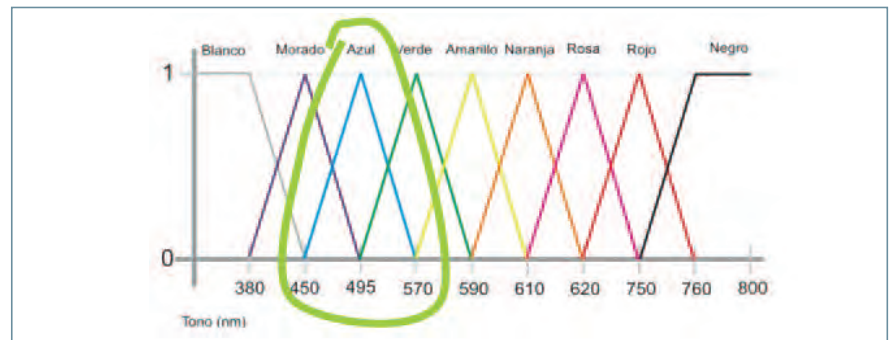


Figura 11. Función *fuzzy* de la dimensión estimular color azul.

Figura 13. Caracterización subexperiencia 1.

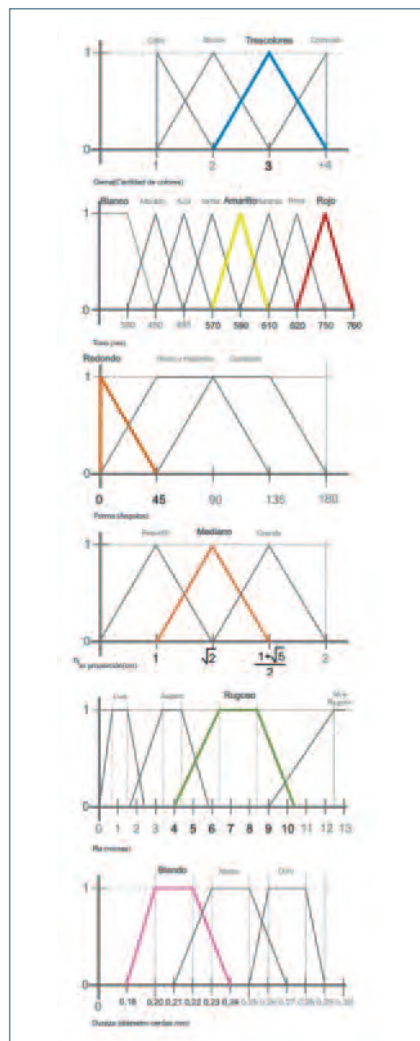


Figura 14. Caracterización subexperiencia 2.

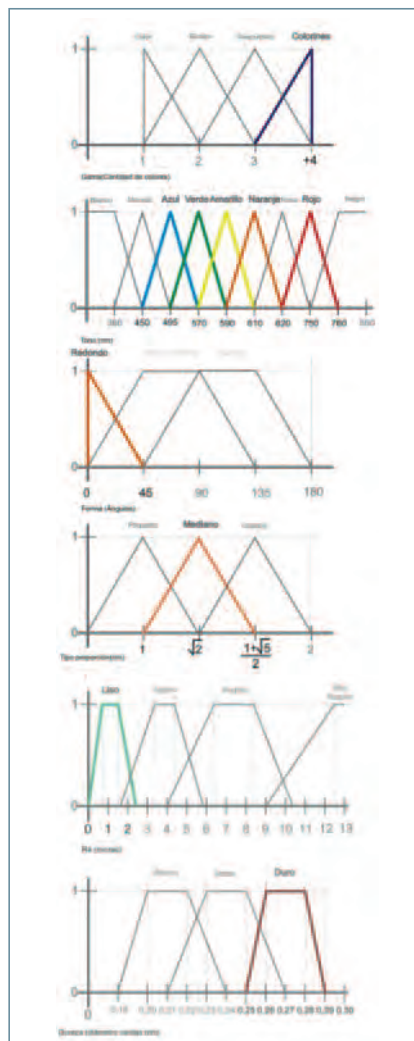
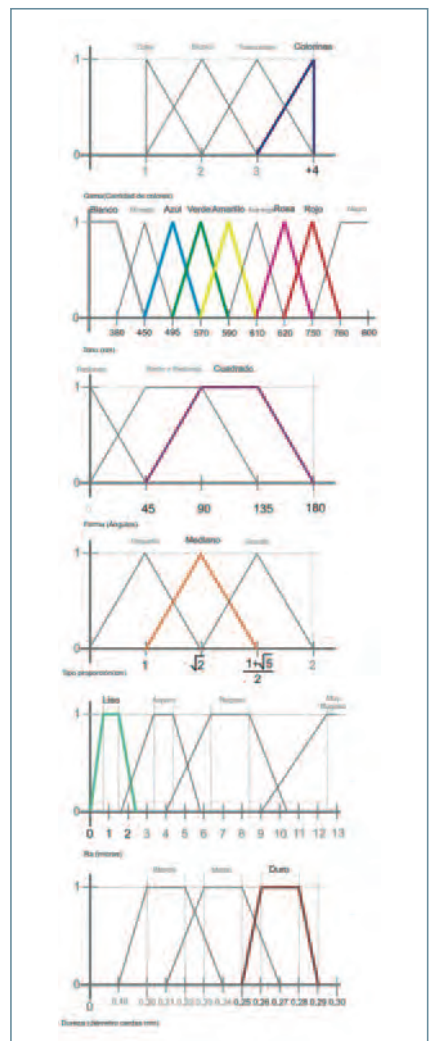


Figura 15. Caracterización de la subexperiencia 3.





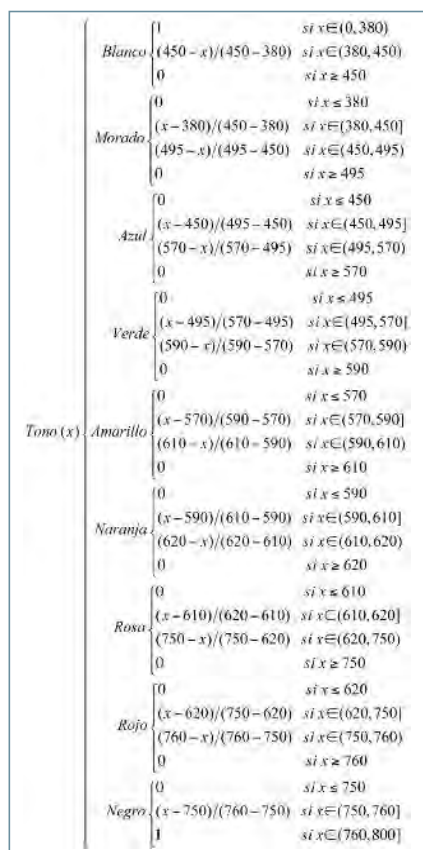


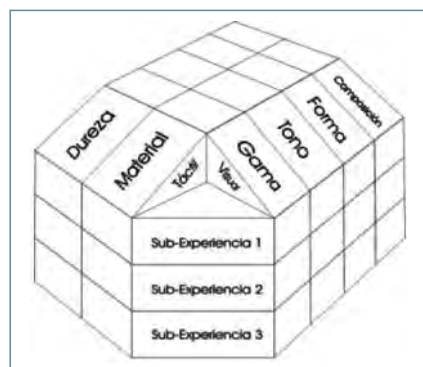
Figura 12. Caracterización de los parámetros de la función fuzzy color azul.

tifica y caracteriza la variable lingüística con una función *fuzzy*. Se toma como ejemplo la dimensión estimular color azul.

A los usuarios se les enseña un espectro de luz visible y se les pide que marquen dónde está, a su juicio, el color azul y, posteriormente, se compara con el espectro visible en la figura 10, cuya longitud de onda está tabulada.

Así se obtienen una serie de valores seleccionados para la etiqueta lingüística color azul: 470 mm, 530 mm, 450 mm, 470 mm y 510 mm.

Figura 16. Matriz QFD-fuzzy tridimensional.



Subexperiencia 1: Fantasía y Mickey Mouse		
Dimensión experiencial		Definición
Sentidos	Gama de color	Tricolor
	Tonos	Blanco, amarillo y rojo
	Decoración	Con dibujos
	Forma	Redondo
	Composición	Mediano
	Material	Rugoso
	Dureza cerdas	Blandas
Conocimiento	Carga cognitiva	Funcionamiento sencillo
	Nuevos conocimientos	Función para verificar el cepillado correcto
Relación	Relación social	Compartir el cepillo cambiando el cabezal
	Relación individual	Personalizar Colores
Comportamiento	Estado	Le gusta cepillarse aunque no siempre

Tabla 5. Características subexperiencia 1.

De aquí se obtienen los extremos del intervalo y el valor medio que nos permite dibujar la gráfica y establecer la función *fuzzy* de pertenencia, identificar los distintos parámetros y formular la ecuación matemática (figuras 11 y 12).

Se repite este procedimiento para todas las dimensiones estimulares cuyas etiquetas lingüísticas fueron identificadas a través de la técnica de elicitación, caracterizando así las tres subexperiencias para el MEE de sensaciones.

Se observa en las siguientes tablas 5, 6 y 7 que se exponen los valores de cada una de las subexperiencias derivadas y, posteriormente, las gráficas obtenidas con los valores destacados.

#### QFD\_experiencial-fuzzy

No existen trabajos que despliegan la experiencia en las distintas fases de diseño de forma estructurada bajo un enfoque *fuzzy*, si bien en Ming-Chyuan (2004) se aplica la metodología QFD basada en el uso de la lógica *fuzzy* bajo un enfoque funcional y no experiencial.

En el presente trabajo se aporta un enfoque integrado de despliegue de los modelos experienciales *fuzzy* identificados basado en QFD tridimensional. Se incorpora el

modelo propuesto en Ming-Chyuan (2004) para la agregación de funciones *fuzzy* estimulares en funciones de módulos (MEE) de experiencia holística. Para ello se construye una matriz QFD tridimensional como aparece en la figura 16.

En la matriz QFD propuesta reducida solo a dos dimensiones estimulares, se relacionan en la parte derecha las subexperiencias con las dimensiones estimulares visuales; a la izquierda las subexperiencias con las dimensiones estimulares táctiles, y, en la parte superior, la sinergia entre ambos sentidos en la construcción de la experiencia sensorial.

A cada una de las experiencias se le asigna un valor de importancia según la figura 17 (Ming-Chyuan, 2004).

Así, por ejemplo, a la subexperiencia 1 se le asigna un valor de importancia: importancia media, y su representación es un número *fuzzy* cuya función es triangular con valores 0,3 y 0,7 de intervalo y un valor medio de 0,5. Para la correlación de las dimensiones estimulares con la subexperiencia, se asigna un valor de la figura 18 (Ming-Chyuan, 2004).

De esta manera, se construyen las tablas de cada una de las evaluaciones: subexperiencias visual (figuras 19 y 20) y subexperiencias táctil. Se evalúan cada una de las

Subexperiencia 2: Alicia en el país de las maravillas y Goofy.		
Dimensión experiencial		Definición
Sentidos	Gama de color	Colorines
	Tonos	Naranja, rojo, azul, amarillo y verde
	Decoración	Con dibujos
	Forma	Redondo
	Composición	Mediano
	Material	Suave
	Dureza cerdas	Duras
Conocimiento	Carga cognitiva	Funcionamiento complicado
	Nuevos conocimientos	Función para verificar el cepillado correcto
Relación	Relación social	No compartir el cepillo
	Relación individual	Personalizar dibujos
Comportamiento	Estado	No le gusta cepillarse, se aburre

Tabla 6. Características subexperiencia 2.

Subexperiencia 3: Blancanieves y los siete enanitos y Winnie de Pooh.		
Dimensión experiencial		Definición
Sentidos	Gama de color	Colorines
	Tonos	Amarillo, azul, verde, rojo, rosa y blanco
	Decoración	Con dibujos
	Forma	Rectangular
	Composición	Mediano
	Material	Suave
	Dureza cerdas	Duras
Conocimiento	Carga cognitiva	Funcionamiento sencillo
	Nuevos conocimientos	Función para verificar el cepillado correcto
Relación	Relación social	No compartir el cepillo
	Relación individual	Personalizar colores
Comportamiento	Estado	Le gusta cepillarse aunque no siempre

Tabla 7. Características subexperiencia 3.

subexperiencias (teniendo su valor de importancia) con las dimensiones estimulantes, y se obtiene una correlación para cada par de subexperiencia - dimensión estimular. Este proceso está plasmado en la figura 19. Los números *fuzzy* quedarán caracterizados utilizando la denominación de los puntos notables según la figura 21.

Para obtener el *ranking* entre las dimensiones estimulantes visuales, que es el objetivo de esta técnica, se opera de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 \alpha &= (\text{importancia } \alpha 1 \times \text{correlación } \alpha 1) \\
 &+ \dots + (\text{importancia } \alpha n \times \text{correlación } \alpha n) \\
 \beta &= (\text{importancia } \beta 1 \times \text{correlación } \beta 1) \\
 &+ \dots + (\text{importancia } \beta n \times \text{correlación } \beta n) \\
 \gamma &= (\text{importancia } \gamma 1 \times \text{correlación } \gamma 1) \\
 &+ \dots + (\text{importancia } \gamma n \times \text{correlación } \gamma n) \\
 \delta &= (\text{importancia } \delta 1 \times \text{correlación } \delta 1) \\
 &+ \dots + (\text{importancia } \delta n \times \text{correlación } \delta n)
 \end{aligned}$$

Se obtiene de cada una un valor para los puntos notables del número *fuzzy* (figura 22) y un valor medio que los ordena. Vemos en la figura 21 los valores y los números asociados a las dimensiones.

Por tanto, la clasificación de actualización en las dimensiones visuales es: Forma>Tono>Composición>Gama

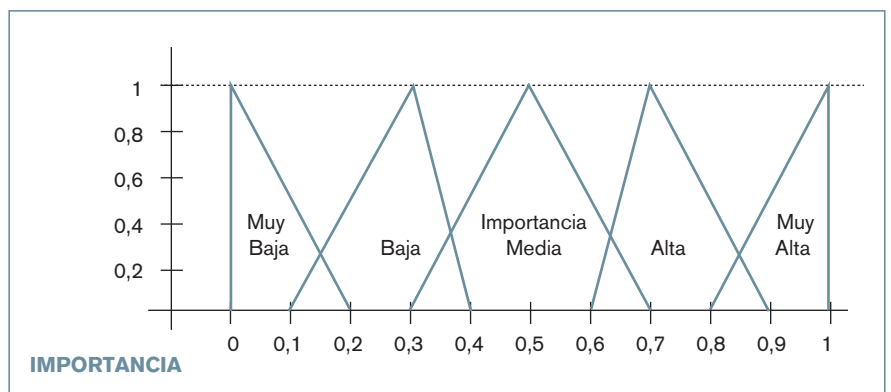
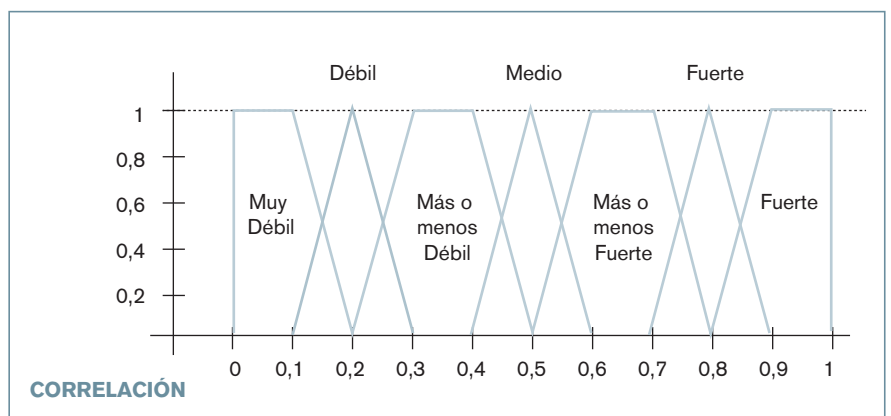


Figura 17. Importancia escalada.

Figura 18. Correlación escalada.



De igual forma se actúa en la relación subexperiencias táctil, con esta clasificación: Dureza>Material

La parte superior de la QFD tridimensional trata los efectos sinérgicos de ambos sentidos, relacionando cada una de las dimensiones estimulares en las tres subexperiencias.

- 1 → Muy baja
- 2 → Baja
- 3 → Media
- 4 → Alta
- 5 → Muy alta

Se hace cada una de las subexperiencias por separado, y después se extraen conclusiones de los binomios de dimensiones estimulares que se deben tener en cuenta a la hora del diseño.

De estos tres análisis, se obtienen las relaciones más fuertes y las más débiles, y hay que hacer hincapié en las más fuertes.

Las relaciones más fuertes son: forma-material, tono-dureza y tono-material. Por el contrario, las más débiles, en las que no hay que hacer hincapié a la hora de diseñar, son: gama-dureza, gama-material y forma-dureza.

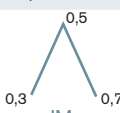


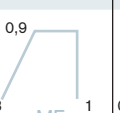

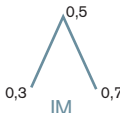
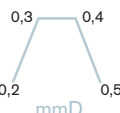
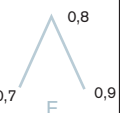
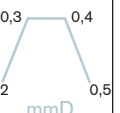

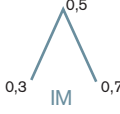
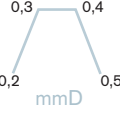
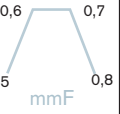
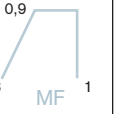

Subexperiencias	Importancia	Gama	Tono	Forma	Composición
Subexperiencia 1					
Subexperiencia 2					
Subexperiencia 3					

Figura 19. Evaluación subexperiencias visual.

	Wgama	Wtono	Wforma	Wcomposición
$\alpha$	0,18	0,51	0,54	0,3
$\beta$	0,45	1	1,05	0,65
$\gamma$	0,6	1,1	1,2	0,7
$\sigma$	1,05	1,75	1,75	1,12
	2,28	4,36	4,54	2,77

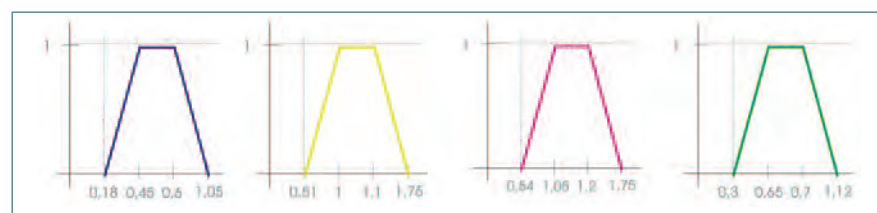


Figura 20. Valores obtenidos subexperiencias visual.

Figura 21. Puntos notables del número fuzzy.

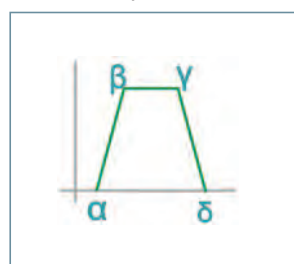
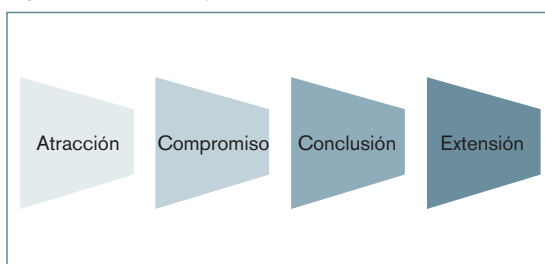


Figura 26. Fases de la experiencia.



## Modelo de diseño basado en la experiencia.

El modelo de satisfacción basada en la experiencia propuesta por Nathan Shedroff (Villa, 2009) (Shedroff, 2009), se estructura en las siguientes fases, mostradas en la figura 26.

**Atracción:** Puede ser necesaria o voluntaria. Es aquello que lleva a iniciar una experiencia. Se basa en la seducción: descubrimiento, novedad, sorpresa, expectativa... ambiente. La repetición asocia positivismo.

**Compromiso:** Es la propia experiencia. Debe ser identificable respecto a su entorno y tener un final. En esta fase se produce una “desconexión” de la persona respecto a su entorno.

**Conclusión:** Es tan importante como las otras fases. Toda experiencia tiene un final. Una buena experiencia debe tener en cuenta qué sensación dejará en las personas que la hayan vivido una vez finalizada: utilidad, satisfacción, llamada a la acción...

**Extensión:** La experiencia y sus consecuencias continúan una vez finalizada aquella.

Este modelo de estructuración de la experiencia es articulado en el diseño de materialización del producto, con especial énfasis en las dos primeras etapas (atracción y compromiso) trasladando las dimensiones bajo los modelos *fuzzy* a la arquitectura del producto (figura 27) e implementando los otros MEE a través de *affordances* (cualidad de un objeto

Tabla 8. Adjetivos bipolares.

Evaluativa	
Feo	Bonito
No me lo compraría	Me lo compraría
Rugoso	Suave
Inútil	Útil

Potencia	
Pequeño	Grande
Ligero	Pesado
Recto	Redondo
Antiguo	Nuevo

Actividad	
Apagado	Llamativo
Silencioso	Ruidoso
Pasivo	Activo
Difícil	Fácil



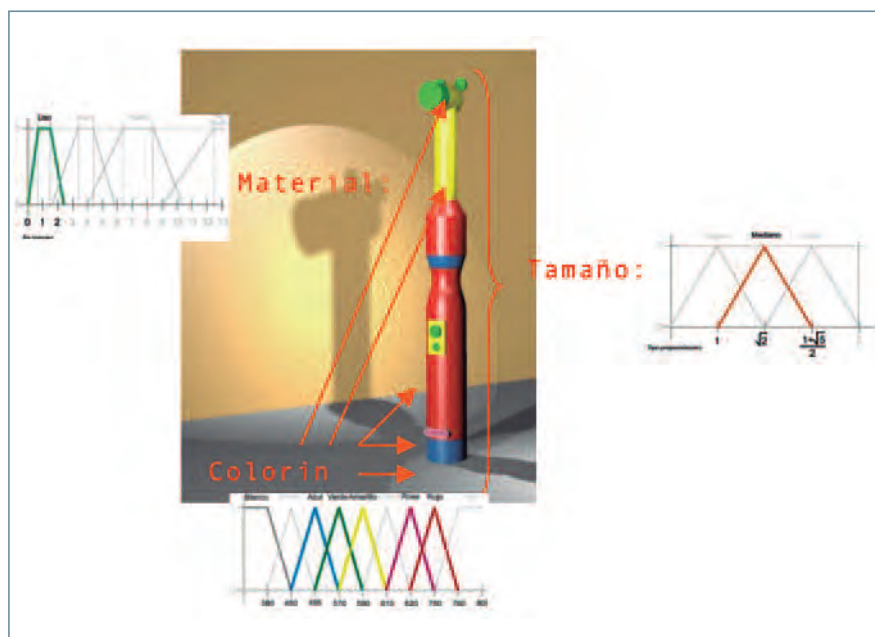


Figura 27. Obtención de la arquitectura del producto fuzzificada.

o ambiente que permite a un individuo realizar una acción) y de diseño semiótico para obtener un adecuado compromiso, conclusión y extensión de la experiencia.

### Modelos obtenidos

Llegado este punto, ya se está en condiciones de diseñar. Recordamos que tenemos tres subexperiencias y, de cada una, se obtiene un modelo que se observan en las figuras 28, 29 y 30.

### Evaluación de los diseños

Para evaluar los diseños, se utiliza la metodología del diferencias semántico de Osgood (Osgood, 1976) en la que se evalúan los diseños respecto a tres grupos de adjetivos bipolares recogidos en tres dimensiones.

A través de los productos virtuales creados, se evalúan los dos modelos en las tres dimensiones. Se realizan 20 encuestas para recoger resultados de la evaluación.

Primero se obtienen las medias escalares de cada una de las dimensiones, obteniendo también una media, y tras ello la puntuación escalar. Aquí hay un ejemplo de la media escalar.

Cepillo 1

Dimensión: Evaluativa

Feo-Bonito

$$\bar{X} = \frac{(3 \times 3) + (15 \times 4) + (2 \times 5)}{20} = 3,95$$

*No me lo compraría-Me lo compraría*

$$\bar{X} = \frac{(2 \times 2) + (7 \times 3) + (9 \times 4) + (2 \times 5)}{20} = 3,55$$

*Rugoso-Suave*

$$\bar{X} = \frac{(4 \times 3) + (12 \times 4) + (4 \times 5)}{20} = 4$$

*Inútil-Útil*

$$\bar{X} = \frac{(1 \times 3) + (7 \times 4) + (12 \times 5)}{20} = 4,55$$

### Puntuación escalar

$$\bar{X} = \frac{3,95 + 3,55 + 4 + 4,55}{4} = 4,01$$

Este proceso se repite con los tres modelos.

Viendo que es el tercer cepillo el que posee mayor media y, por tanto, el que será elegido, aun así se requiere la utilización de otros procedimientos del mismo método para cerciorarnos de la opción elegida:

### Índice de polarización

Por último, el valor que se debe obtener es el índice de polarización, que se define como la distancia entre el concepto estudiado y el punto neutral del espacio tridimensional (figura 31).

$$P = \sqrt{E^2 + P^2 + A^2}$$

$$\text{Cepillo 1} \rightarrow I.P. = \sqrt{(4,01)^2 + (3,74)^2 + (3,94)^2} = 6,75$$

$$\text{Cepillo 2} \rightarrow I.P. = \sqrt{(3,81)^2 + (3,36)^2 + (4,01)^2} = 6,47$$

$$\text{Cepillo 3} \rightarrow I.P. = \sqrt{(4,41)^2 + (4,01)^2 + (4,11)^2} = 7,24$$

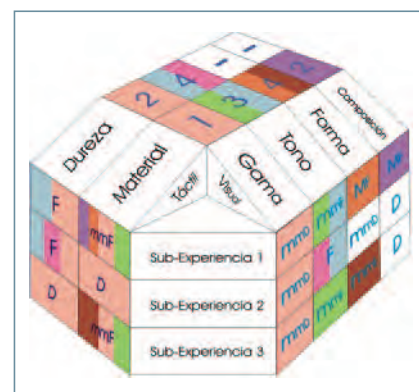


Figura 22. Sinergia de dimensiones estímulas táctil-visual.

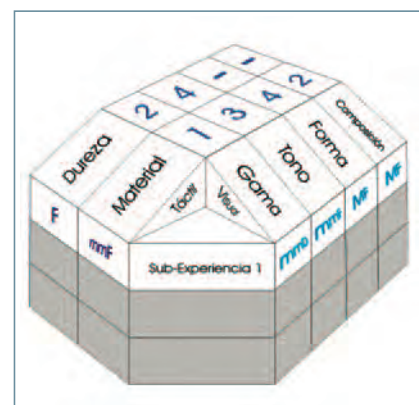


Figura 23. Sinergia visual-táctil en la subexperiencia 1.

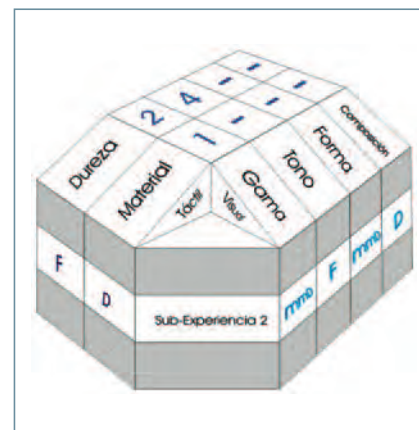


Figura 24. Sinergia visual-táctil en la subexperiencia 2.

Figura 25. Sinergia visual-táctil en la subexperiencia 3.

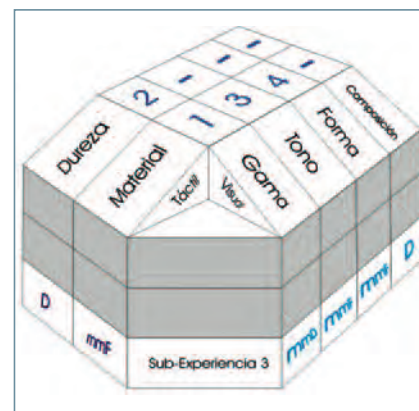




Figura 28. Modelo virtual 1.



Figura 29. Modelo virtual 2.



Figura 30. Modelo virtual 3 y diseño final.

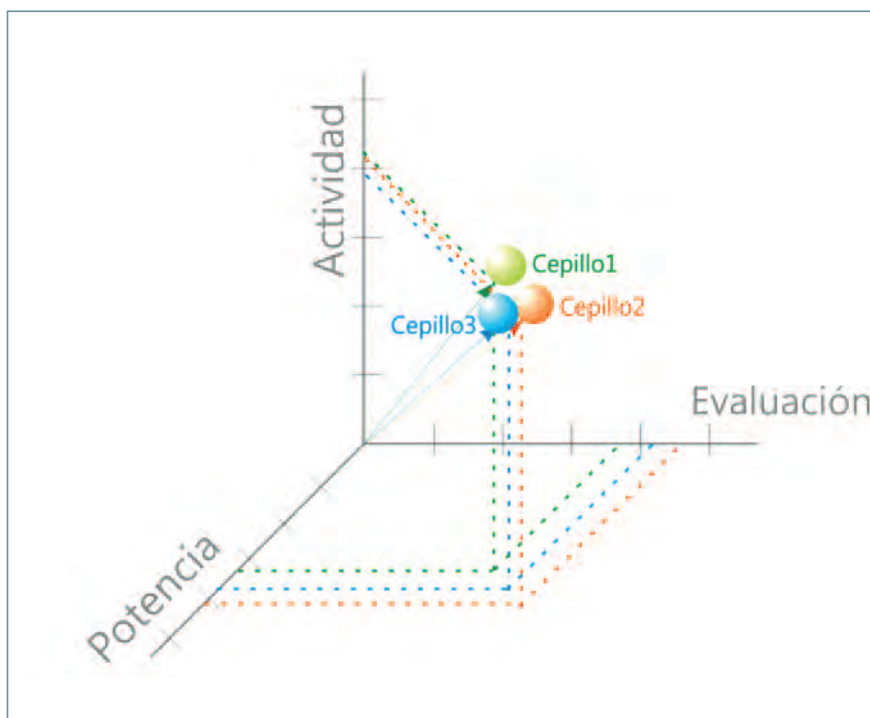


Figura 31. Espacio semántico. Índice de polarización.

	Puntuación factorial	Media de puntuaciones
Cepillo 1	Evaluativa: 4,01 Potencia: 3,74 Actividad: 3,94	3,89
Cepillo 2	Evaluativa: 3,81 Potencia: 3,36 Actividad: 40,1	3,72
Cepillo 3	Evaluativa: 4,41 Potencia: 4,01 Actividad: 4,11	0,14

Tabla 9. Valores factoriales.

Sigue siendo el tercer cepillo el que posee mayor valor. Sigue siendo la opción ideal.

De aquí se concluye que el modelo elegido será el modelo 3: Blancanieves y los siete enanitos y Winnie de Pooh (figura 30).

#### Bibliografía

- Aguayo F (2009). *Modelo de diseño experiencial*. EPS, Escuela Politécnica Superior de Sevilla.
- Alcaide JC. (2008) Instituto Marketing de Servicios, *Algunas ideas prácticas y... siete recetas*. Expomanagement, Madrid.
- AJT, Análisis Jerárquico de Tareas, URL: <<http://griho.udl.es/ipo/ipo/transpas/ingsoft.ppt>> (Consultado en enero 2009).
- Base de datos Compendex (2009), Biblioteca Universidad de Sevilla. Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla.
- Departamento de lenguajes y ciencias de la computación (2008) *Conjuntos y sistemas difusos*. Universidad de Málaga.

- Ming-Chyuan L (2004). *Using Fuzzy QFD for Design of Low-end Digital Camera*. *International journal of applied science and engineering*, p. 222-233, Boston.
- Nathan Shedroff, online bibliography, URL: <<http://www.nathan.com/>> (Consultado en marzo de 2009).
- Oloriz M (2004). *Elicitación de requerimientos*. Universidad de Buenos Aires.
- Osgood C, Suci G, Tannenbaum P (1976). 'El diferencial semántico como instrumento de medida', *Escala de medición en ciencias sociales*. Nueva Visión. Universidad de Buenos Aires.
- Pine y Gilmore, *Diseño de la experiencia*, URL: <[http://www.wikilearning.com/monografia/diseño\\_de\\_experienciastipos\\_de\\_experiencia/4138-4](http://www.wikilearning.com/monografia/diseño_de_experienciastipos_de_experiencia/4138-4)> (Consultado en marzo 2009).
- Schmith B (2006). *Experiencial marketing*. Deusto. Barcelona.
- SRI Consulting Business. URL: <<http://www.sric-bi.com/>> (Consultado en marzo 2009).
- Valero J (2003). *Diseño de experiencias*, Nueva Babilonia, p. 2-7. Universidad de Pamplona.
- Villa L. *Diseño de experiencias*. URL: <<http://www.alzado.org>> (Consultado en abril 2009).
- Zadeth LA (1965). *Conjuntos difusos y los sistemas*. Universidad Politécnica Press, 1965: 29-39. Brooklyn, EE.UU.

#### Ana de las Heras García de Vinuesa

adelasheras@us.es

Ingeniera técnica en Diseño Industrial en la EPS de Sevilla. Máster en Ecodiseño por el Politécnico de Turín (Italia). Profesora sustituta interina del Departamento de Ingeniería del Diseño de la EPS de Sevilla.

#### Francisco Aguayo González

faguayo@us.es

Ingeniero técnico industrial e informático. Ingeniero y doctor Ingeniero industrial. Licenciado en psicología. Profesor titular de la Universidad de Sevilla.

#### Juan Ramón Lama Ruiz

jrlama@us.es

Ingeniero técnico industrial, Ingeniero en electrónica. Profesor titular de la Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla.

#### Antonio Córdoba

acordoba1@us.es

Ingeniero técnico en Diseño Industrial en la EPS de Sevilla. Máster en Diseño de Productos por la EPS de Sevilla. Profesor sustituto interino del Departamento de Ingeniería del Diseño de la EPS de Sevilla.



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 ADVANCE

**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.



### **Certificado curricular**

Certificación y validación de la veracidad del curriculum vitae del colegiado acreditado en cualquiera de los niveles.



### **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.



### **Condiciones especiales SRC**

La Acreditación modulará las prestaciones y coberturas del seguro de Responsabilidad Civil, accediendo a condiciones específicas.



### **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.



### **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.



### **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 dosieres de reconocimiento de cualificaciones profesionales.



### **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**

**cátenon**  
WORLDWIDE EXECUTIVE SEARCH

**ferroser**

**Gehrlicher Solar** 

 **ADARTIA**



# Análisis de las ventajas y limitaciones de las técnicas de investigación cualitativa en el mantenimiento industrial

Francisco Javier Cárcel Carrasco y Carlos Roldán Porta

*Analysis of the advantages and disadvantages of qualitative research techniques in industrial maintenance*

## RESUMEN

Dentro de la actividad del mantenimiento industrial, la medición y cuantificación de las diferentes variables físicas es vital para marcar el estado operativo y el servicio prestado. Todo esto se realiza mediante técnicas de investigación cuantitativas y se olvidan otros aspectos que influyen de una manera importante en el servicio (el propio personal), cuya manera adecuada de medición, en numerosos casos solo es posible investigar mediante técnicas cualitativas. En este artículo se pretende mostrar la percepción del investigador en la aplicación de diferentes técnicas de investigación cualitativa, en el estudio de las organizaciones de mantenimiento industrial de las empresas, tomadas estas como una representación social. Por ello, se presenta una comparativa de los métodos de investigación cualitativa, para entender y abordar las funciones tácticas del mantenimiento que dependen muy directamente del desempeño humano, las ventajas e inconvenientes en su utilización, que se han observado en una investigación global de la operativa de mantenimiento en función de la gestión del conocimiento.

Recibido: 27 de septiembre de 2012

Aceptado: 4 de febrero de 2013

## ABSTRACT

*Within the activity of industrial maintenance, measurement and quantification of the different physical variables is vital to mark the operating status and the service provided. All this is done through research of quantitative techniques, forgetting other aspects that influence in a significant way the service (staff), whose proper way of measurement, in many cases, is only possible to research using qualitative techniques. This article seeks to show the perception of the researcher in the application of different techniques of qualitative research in the study of organizations of industrial maintenance of companies, taken as a social representation. For this reason, a comparison of qualitative research methods is presented, to understand and address tactical maintenance features that depend very directly on human performance, advantages and disadvantages in their use, that have been observed in a global investigation of the operation of maintenance based on the knowledge management.*

Received: September 27, 2012

Accepted: February 4, 2013

## Palabras clave

Mantenimiento, I+D, gestión del mantenimiento, investigación cualitativa, eficiencia energética

## Keywords

Maintenance, I+D, maintenance management, qualitative research, energy efficiency



Foto: Nostal6ie / Shutterstock

El mantenimiento industrial es una de las actividades estratégicas en las empresas, dado que su servicio afecta a la operación global, su disponibilidad, la parada de la producción o del servicio que prestan, así como el ciclo de vida de las instalaciones, equipos y maquinaria, que repercuten en los tiempos de amortización y en el balance económico de la empresa. Así mismo en su operativa normal, su desempeño repercute en la eficiencia energética y fiabilidad y calidad en la producción. Esta actividad, por su naturaleza intrínseca, tiene un fuerte componente técnico, y fundamentalmente humano, en el que los niveles de conocimiento tácito (basado en la propia experiencia de los técnicos de mantenimiento y no registrada) superan en gran medida a otros departamentos de la empresa.

El mantenimiento industrial, como cualquier actividad humana, precisa de unos niveles de información y conocimiento que definen su eficacia. La gestión del conocimiento, desde una visión como proceso, está integrada por la generación, la transferencia y la utilización del conocimiento dentro de la empresa (Wiig, 1997). El conocimiento es generado y transmitido por distintos medios que no son genéticos. Por ello, se aplican dos tipos de conocimiento: el tácito

y el explícito. Y es preciso analizar el proceso de creación y transferencia del conocimiento en las organizaciones identificando el *stock* de conocimiento que posee y cómo se usa para generar nuevo conocimiento (Camelo, 2000). Para ello se han utilizado técnicas cualitativas, que aun desde una base más subjetiva ayudan a abordar y entender el problema y su posible solución.

El mantenimiento se puede definir en un enfoque kantiano. El enfoque sistémico kantiano plantea la posibilidad de estudiar y entender cualquier fenómeno, dado que define que cualquier sistema está compuesto básicamente por tres elementos: personas, artefactos y entorno (Mora, 2005). Dentro de este sistema, y tal como se ha comentado, se plantea en concreto abordar esa transferencia de conocimiento que, sin duda, existe en la relación entre los tres elementos (figura 1) y que es de gran transcendencia en las funciones requeridas a los servicios de mantenimiento.

En este artículo se muestra un análisis de la percepción en su utilización de diversas técnicas de investigación cualitativa, que pueden ser utilizadas en el mantenimiento industrial, mostrando las principales ventajas y limitaciones, que pueden ser observadas en su aplicación, para pos-

teriormente hacer un comparativo a partir de un estudio de campo realizado en una empresa industrial muy tecnificada, en la que se pretende investigar los flujos de conocimiento que actúan sobre todos los componentes estratégicos del mantenimiento industrial y los procesos que interfieren en la adecuada gestión del conocimiento. Para ello se aplicaron los principales métodos, (panel Delphi, encuestas, grupos de discusión, entrevista individual, teoría fundamentada, técnica de observación, estudios de casos), y se obtuvieron las ventajas y limitaciones del uso de cada uno de ellos, en función de la visión del investigador.

### Las técnicas de investigación cualitativas en su aplicación al mantenimiento industrial

Las investigaciones científicas se pueden realizar a partir de metodologías cuantitativas o cualitativas. La primera consiste en el contraste de teoría(s) ya existente(s) a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma. Es necesario obtener una muestra, ya sea de forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio. Por tanto, para realizar estudios cuantitativos es indispensable contar con una teoría ya construida, dado que el



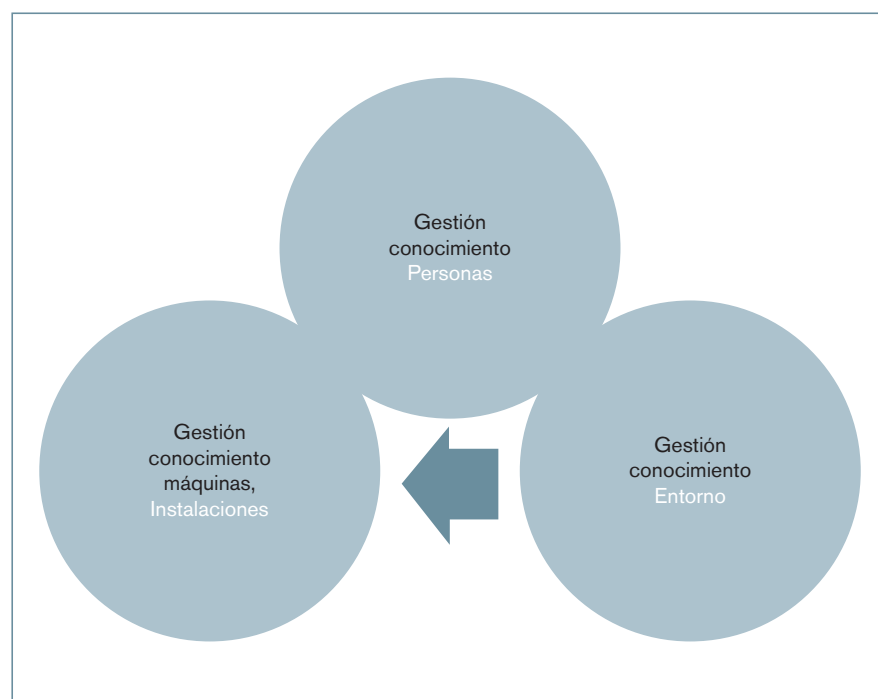
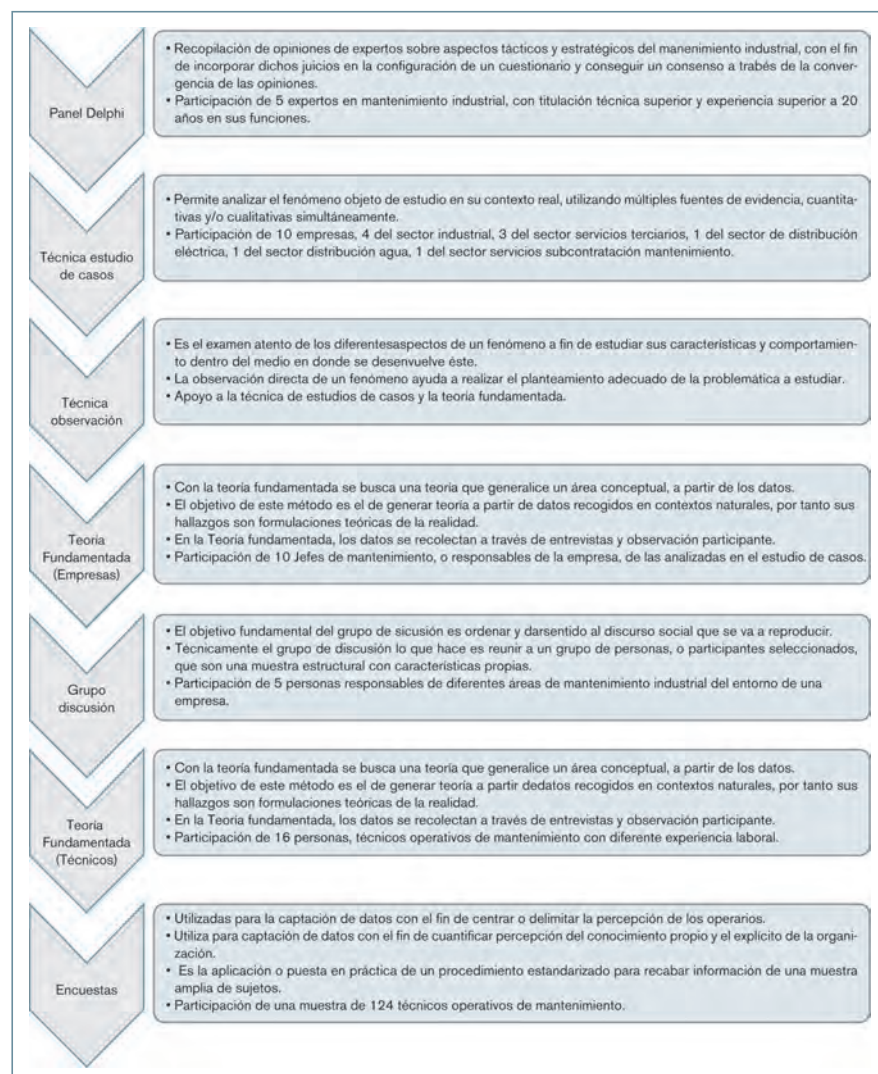


Figura 1. Enfoque kantiano de la actividad de mantenimiento con relación a la G.C. Fuente: elaboración pro.

Figura 2. Proceso y muestra de la investigación cualitativa. Fuente: elaboración propia.



método científico utilizado en la misma es el deductivo. Por otro lado, la segunda (metodología cualitativa) consiste en la construcción o generación de una teoría a partir de una serie de proposiciones extraídas de un cuerpo teórico que servirá de punto de partida al investigador, para lo cual no es necesario extraer una muestra representativa, sino una muestra teórica conformada por uno o más casos (Martínez P., 2006).

Una definición operativa de “mantenimiento industrial” podría ser el conjunto de técnicas que tienen por objeto conseguir una utilización óptima de los activos productivos, manteniéndolos en el estado que requiere una producción eficiente.

Pueden extraerse de esta definición los siguientes elementos:

- Estado requerido.
- Exigencias de disponibilidad o conservación de ese estado.
- Conjunto de técnicas y procedimientos orientados a esa conservación.
- Actividad de reemplazo, reparación o modificación de unidades, componentes, conjuntos, equipos o sistemas de una planta industrial.

Muchos de los problemas fundamentales para la optimización de la función de mantenimiento vienen como consecuencia del factor humano, que en numerosas ocasiones no es posible advertir mediante técnicas cuantitativas. Es en este aspecto en el que las técnicas cualitativas pueden abordar y medir aspectos fundamentales que influyen en el desempeño del mantenimiento industrial.

En la investigación cualitativa (Strauss y Corbin, 1998), ser objetivos no significa controlar las variables, sino ser abiertos, tener la voluntad de escuchar y de “darle la voz” a los entrevistados, sean estos individuos u organizaciones. Significa oír lo que otros tienen para decir y ver lo que otros hacen, y representarlos tan precisamente como sea posible. Significa, al mismo tiempo, comprender y reconocer que lo que conocen los investigadores suele estar basado en los valores, cultura, educación y experiencias que llevan a las situaciones investigativas y que puede ser muy diferente de lo que saben o conocen sus entrevistados.

La investigación se ha centrado en tres vertientes fundamentales con el fin de describir las sensaciones, inquietudes y características en que se desarrollan los procesos de gestión del conocimiento en mantenimiento y su incidencia en sus acciones tácticas fundamentales. Para ello se utiliza diversas técnicas cualitativas (figura 2).



### La utilización de las técnicas de investigación cualitativa en las acciones tácticas del mantenimiento industrial

En este apartado, se marcan la visión y percepción del investigador en la idoneidad de diversas técnicas de investigación cualitativa, que se observaron durante un proceso de estudio sobre los factores estratégicos que influyen en la actividad del mantenimiento industrial con relación a la gestión del conocimiento, la fiabilidad de la explotación, mantenibilidad y eficiencia energética. Con esto no se pretenden mostrar en este apartado los resultados obtenidos sobre los datos generales de la investigación principal, sino la percepción y la utilidad en la recolección de los datos que marcan la investigación final, con la utilización de diversas técnicas de investigación cualitativa.

Para el análisis de los datos de la investigación, en el que se quiere comparar diferentes técnicas de investigación cualitativa para observar el grado de la realidad social en el componente humano en la ingeniería de mantenimiento, y su interacción en los procesos fundamentales tácticos de sus procesos se ha realizado sobre una muestra en una población de una empresa industrial entre los componentes humanos que desempeñan su misión técnica en la organización de mantenimiento.

Se trata de una empresa de primer nivel dedicada al sector agroalimentario con una plantilla total de 1.137 empleados distribuida en tres sedes y un grupo de mantenimiento formado por 230 personas. Para tener un patrón de medida objetivo sobre el que se referencien los datos obtenidos por las técnicas cualitativas, se ha tomado como patrón una auditoría energética externa realizada a la empresa durante un periodo de 3 meses (entre febrero y mayo del 2010) en la que se han analizado mediante elementos cuantitativos y análisis profundo de todos los componentes que posibilitan una mejora en la eficiencia energética de la empresa y estudio de fiabilidad de las instalaciones. De los datos obtenidos de dicha auditoría energética, se han extraído los siguientes resultados para utilizarlos en la comparación con los obtenidos en los análisis cualitativos:

- Influencia de las instalaciones en el tipo y porcentaje de energía utilizado.
- Características de la información y documentación que influyen en la detección de la eficiencia energética.
- Instrumentación y toma de datos de procesos para estimación de mejora energética.

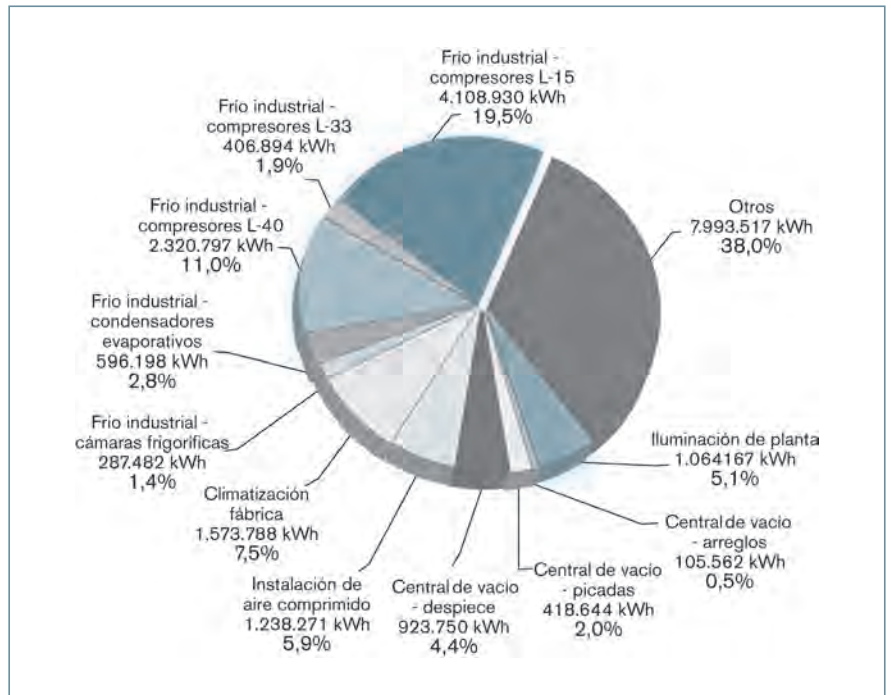


Figura 3. Ejemplo de consumo eléctrico por principales instalaciones consumidoras. Fuente: elaborada propia.

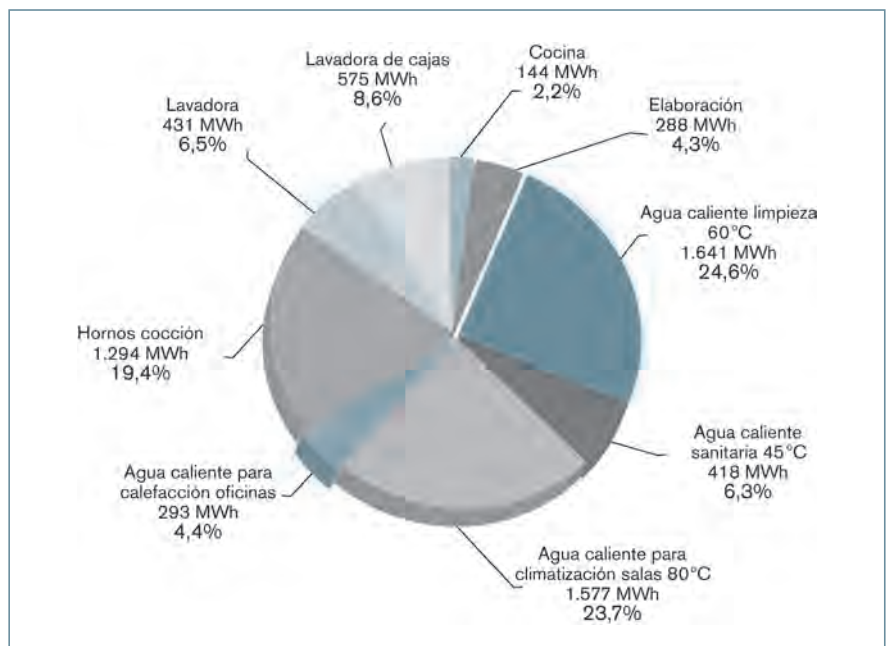


Figura 4. Ejemplo de consumo por principales instalaciones térmicas. Fuente: elaboración propia.

- Acciones que realizar para mejora de la fiabilidad de las instalaciones críticas.
- Acciones globales y específicas que realizar para la mejora energética.

En la fase cuantitativa de la investigación, se miden y observan factores objetivos (sectorizaciones de consumo por instalaciones [figura 3], por tipo de instalación [figura 4], acciones de mejora de la fiabilidad de las instalaciones [figura 5], acciones de mejora energética [tabla 1], etcétera), a partir de la utilización de instrumentos de medición

(cámaras termográficas [figura 6], analizadores de redes, medidores eléctricos y demás). Esta es la fase común utilizada en prácticamente todos los procesos de investigación en la ingeniería de mantenimiento y, en general, en todas las ramas técnicas industriales.

Sin embargo, existen muchos factores, sobre todo en lo que afecta al factor humano de la propia actividad, que no es posible evaluar por técnicas cualitativas o instrumentos de medición directos. Se trata del componente de cono-







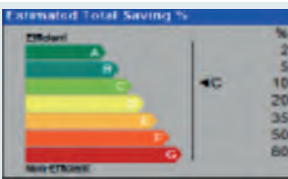


Ficha de acción N°	Sector / Aplicación	Ficha calificación energética actual	Ahorro estimado (KWH)	Reducción emisiones (TnCO <sub>2</sub> )	Ahorro estimado (K€/año)	Inversión estimada	ROI (años)
1	<b>Suministro eléctrico</b> Aumento de potencia contratada		-	-	10,0	-	-
2	<b>Instalación eléctrica de fábrica</b> Instalación de sistema de supervisión para el control y monitorización del consumo eléctrico de planta		409.411	151,4	33,6	60,6	1,8
3	<b>Instalación eléctrica de fábrica</b> Mejora distribución eléctrica línea de CT1 a cuadros de distribución de frío		29.986	11,1	2,5	-	-
4.1	<b>Instalación de frío industrial</b> Instalación de variación de velocidad en compresor de frío A6		201.707	74,6	16,5	50,4	3,0
4.2	<b>Instalación de frío industrial</b> Instalación de variación de velocidad en compresor de frío A9		184.522	68,3	14,8	58,6	4,0
5	<b>Instalación de frío industrial</b> Instalación de variadores de velocidad en condensadores evaporativos		192.897	71,4	15,8	24,5	1,5
6.1	<b>Instalación de aire comprimido industrial</b> Instalación de centralita de control multicompresor		85.301	31,6	7,0	3,5	0,5
6.2	<b>Instalación de aire comprimido industrial</b> Reducción de consumo residual		incluido en acción n° 2	incluido en acción n° 2	incluido en acción n° 2	incluido en acción n° 2	-
6.3	<b>Instalación de aire comprimido industrial</b> Reducción de fugas		118.780	43,9	9,7	-	-

Tabla 1. Ejemplo de acciones detectadas de la auditoría para eficiencia energética. Fuente: elaboración propia.

cimiento tácito que influye en el trabajo, la gestión del conocimiento que afecta en dicha actividad y que influye en la captación, generación y utilización del conocimiento operativo, etcétera. En esta fase es en la que entran las técnicas de investigación cualitativas.

El número de participantes utilizado en cada uno de los métodos cualitativos, se indica en la tabla 2, sobre miembros de la organización de mantenimiento de dicha empresa.

Para la muestra, y con el fin de tener datos homogéneos en los resultados obtenidos, se ha seleccionado personas que cumplieran unas condiciones similares, tales como edad, formación y experiencia en el desempeño. En concreto, todas las personas seleccionadas debían cumplir: edad entre 30 y 45 años, formación técnica universitaria o en ciclos superiores profesionales, experiencia en mantenimiento superior a 10 años y antigüedad en la empresa superior a 5 años.

Las características con que se ha analizado cada una de las técnicas de investigación cualitativa han sido las siguientes:

- Panel Delphi: Fue utilizado para marcar los factores fundamentales en la ingeniería del mantenimiento industrial, con relación a los factores intervinientes en los procesos de gestión del conocimiento con respecto a la operación-explotación, fiabilidad y eficiencia energética. Participaron cinco expertos de mantenimiento industrial de empresas diferentes. El panel sirvió para marcar los procesos de un modelo de mantenimiento basado en técnicas de gestión del conocimiento, así como los cuestionarios generales y encuestas que sirvieran para la captación de la información primaria de comienzo de la investigación.

- Encuestas: se realiza una encuesta piloto básica formada por siete ítems

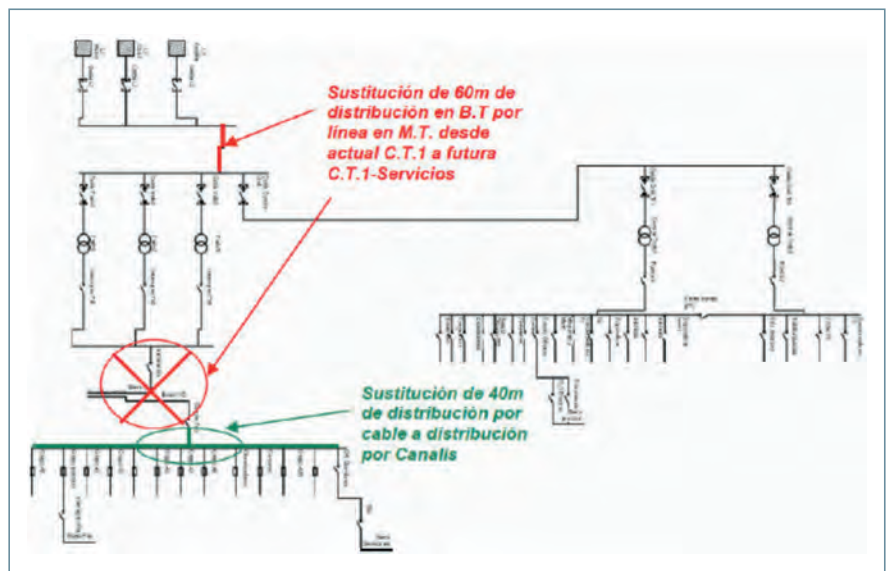


Figura 5. Ejemplo de acción para mejora de fiabilidad. Fuente: elaboración propia.

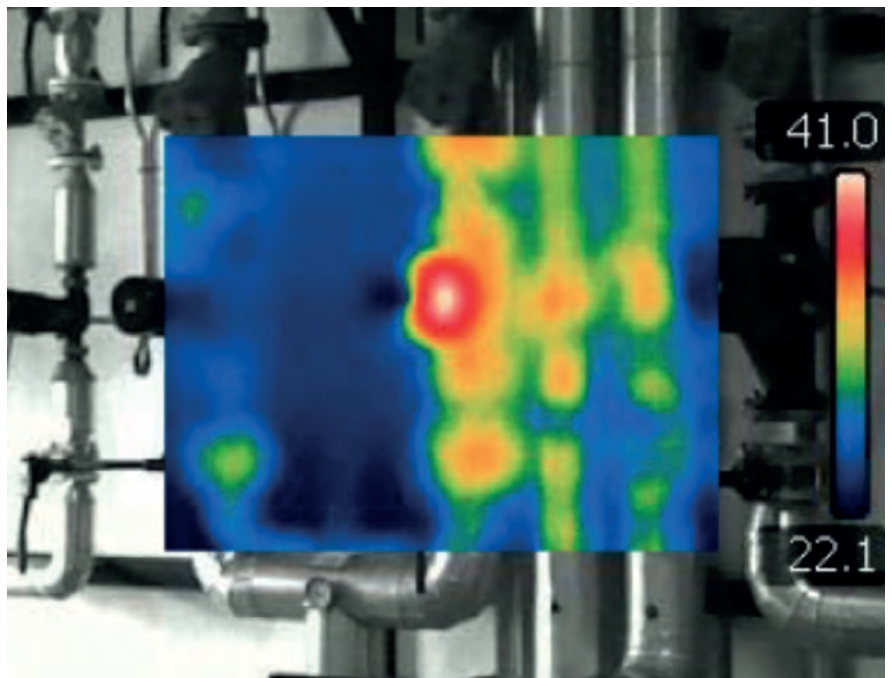


Figura 6. Ejemplo de técnica de medición por cámara termográfica, para estimación de pérdidas térmicas de tuberías de vapor. Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Tipo de técnica y muestra para contrastar análisis cualitativos, en el área de mantenimiento industrial de una empresa. Fuente: elaboración propia.

Técnica de investigación	Nº de personas que intervienen	Observaciones
Panel Delphi	5	Expertos en el área de mantenimiento de cinco empresas diferentes
Encuestas	20	Agrupar todas las áreas de mantenimiento dentro de la misma empresa
Entrevista individual	5	Son 5 personas seleccionadas de las que participaron en la encuesta
Cuestionario	5	Son 5 personas seleccionadas de las que participaron en la encuesta, y diferentes a las que participan en la entrevista individual
Grupos de discusión	5	Forman parte de diferentes áreas de mantenimiento
Técnica observación	-	Realizado por el propio investigador en el entorno de la empresa
Estudios de casos	-	Realizado por el propio investigador en el entorno de 5 empresas
Teoría fundamentada	8	Se comienza con integrantes de cada área hasta llegar a la saturación teórica



**A-3** **Cuestionario prueba básica para determinar acciones de eficiencia energética.**  
(A-3 EFICIENCIA ENERGÉTICA)

**001.** Indica en base a tu experiencia e indicando el orden de importancia, la relación de equipos e instalaciones que consumen energía eléctrica y térmica, sobre los que crees que sería conveniente realizar acciones de eficiencia energética. (Introduce en el rectángulo el orden de importancia de las instalaciones descritas y pondera de 1 a 5, el efecto que tendría actuar sobre dichos equipos sobre la eficiencia energética).

a) Frio industrial, compresores	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
c) Iluminación	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
e) Calderas vapor y agua caliente	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5

**002.** ¿Qué información y documentación crees bajo tu punto de vista, serían necesarios para el estudio cuantitativo previo al estudio de eficiencia energética?

a) Planimetría clara, concisa y actualizada, que permitan hacer un análisis del flujo energético en los sistemas e instalaciones.	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
b) Procedimientos documentados con claridad para los procesos de detección de acciones de eficiencia energética.	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
c) Diagramas de bloques en que se puedan ver todos los elementos implicados en el consumo energético.	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
d) Datos concisos y claros, esquemas de fabricación de equipos y maquinaria, sugerencias externas	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
g) Otros. (Indícalo a continuación):	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5

**003.** ¿Qué datos necesitarías tomar y qué equipos de medición utilizarías, con el fin tener conocimiento de todos las variables fundamentales que nos lleven al conocimiento de las acciones necesarias de eficiencia energética?

a) Datos de consumos energéticos de elementos o sistemas	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
b) Datos de tiempos de funcionamiento	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
c) Equipos de medición eléctrica	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
d) Equipos medición combustión.	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
e) Otros equipos. (Indícalo):	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5

**004.** Pondera de las siguientes actuaciones para mejorar la fiabilidad, en que grado afectaría a la eficiencia energética. (1: nada; 5: máximo).

a) Remodelación redes distribución energía	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
b) Mejora control sistema compresores frio industrial	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
c) Sectorización redes fluidos	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
d) Mejora disponibilidad distribución aire comprimido	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5

**005.** A priori y de una manera genérica, en base a tu conocimiento de las instalaciones de la empresa, ¿Podrías indicar que acciones específicas crees, que podrían ser convenientes realizar para la mejora de la eficiencia energética, y su ponderación?

a) Instalación sistema supervisión energética.	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
b) Variadores de velocidad en compresores de frío	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
c) Mejora distribución eléctrica	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
d) Reducción consumo residual aire comprimido	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
e) Otras acciones. (Indícalo):	<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5

**006.** Tu conocimiento sobre técnicas de mejora de eficiencia energética, medición, control, etc es:

<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
--------------------------	---	---	---	---	---

**007.** Tu conocimiento sobre acciones globales en los sistemas que puedan afectar significativamente el rendimiento energético es:

<input type="checkbox"/>	1	2	3	4	5
--------------------------	---	---	---	---	---

Figura 7. Test básico para determinación de acciones de eficiencia energética. Fuente: elaboración propia.

principales (figura 7), que se pasa a 20 técnicos de mantenimiento para que la contesten y así realizar el posterior análisis de los resultados. Con ello se consiguen datos relevantes dentro del propio equipo de mantenimiento. Es un proceso rápido y económico de captación de información cuantitativa, y se puede fácilmente tratar mediante instrumentos estadísticos.

- Entrevista individual: se realiza una entrevista en profundidad a cinco personas que previamente han participado en la encuesta con el fin de obtener unos datos semejantes y confirmar la fiabilidad de la encuesta o recabar nuevos datos.

El formato de las preguntas para la entrevista individual (y utilizada también en otras técnicas cualitativas) se basa en cinco preguntas básicas, en la línea de la encuesta básica usada, para explorar las bases de una auditoría de eficiencia energética. El guion básico de la entrevista es como se indica a continuación:

«Basándose en su experiencia superior a 10 años en el ámbito de la ingeniería del mantenimiento industrial, se pretende estudiar los factores básicos en relación a la realización de acciones de eficiencia energética, contésteme a las siguientes preguntas:

1. Indique en función de su experiencia e marque el orden de importancia, la relación de equipos e instalaciones que consumen energía eléctrica y térmica, sobre los que cree que sería conveniente realizar acciones de eficiencia energética.

2. ¿Qué información y documentación cree bajo su punto de vista, que serían necesarios para el estudio cuantitativo previo al estudio de eficiencia energética?

3. ¿Qué datos necesitaría tomar y qué equipos de medición utilizaría, con el fin tener conocimiento de todas las variables fundamentales que nos lleven al conocimiento de las acciones necesarias de eficiencia energética?

4. ¿Cree que acciones de mejora de la fiabilidad de las instalaciones pueden

inducir acciones de eficiencia energética? ¿Podría poner algún ejemplo que a su entender sea factible?

5. A priori y de una manera genérica, según su conocimiento de las instalaciones de la empresa, ¿podría indicar qué acciones específicas cree que podrían ser convenientes realizar para la mejora de la eficiencia energética?»

- Cuestionario: se distribuye un cuestionario que implementar por escrito por parte de cinco personas independientemente, que con anterioridad han participado en la encuesta y diferentes de los que han participado en la entrevista individual, con el fin de obtener unos datos y ver la semejanza con lo obtenido en la encuesta. El formato es semejante al guión de la entrevista individual, explicando claramente a los participantes que, bajo su criterio e independencia, contesten en la extensión que consideren conveniente dichas preguntas.

- Grupo de discusión: entre cinco personas, pertenecientes a diferentes áreas de mantenimiento (mecánica, eléctrica, sistemas, maquinaria producción, oficina técnica), dentro de un ambiente distendido y con la presencia del investigador como moderador, mediante las preguntas guía utilizadas en las entrevistas individuales.

- Técnica de observación directa: durante la fase de investigación, y con acceso a las instalaciones, documentación y equipamiento de la factoría por parte del investigador, se contrastaban las características reales de los trabajos realizados en mantenimiento, el estudio de sus relaciones internas y las características de la información utilizada por los equipos de mantenimiento, dando una visión de los fenómenos en el entorno de investigación por parte del investigador. Con ello se consigue el examen atento de los diferentes aspectos de un fenómeno a fin de estudiar sus características y comportamiento dentro del medio en el que se desenvuelve este.

- Estudio de casos: previo a la investigación de campo en la factoría. Se realizó a cinco empresas del área industrial en sus actividades de mantenimiento. Sirvió para tomar la determinación de las características globales que inciden en todas las empresas en el entorno de mantenimiento, así como la selección de la empresa en la que se pudiera realizar la investigación de campo.

- Teoría fundamentada: se comienza con personas de un área determinada

Técnica de investigación	Ventajas en su utilización en la investigación del mantenimiento industrial	Inconvenientes en su utilización en la investigación del mantenimiento industrial	Observaciones
Técnicas cuantitativas (Medición de las variables físicas que afectan un fenómeno en el entorno del equipamiento e instalaciones)	Imprescindible para la medición de las variables fundamentales en una investigación en entorno técnico (Variables de temperatura, tensión, intensidad, potencia, tiempos, vibraciones, etc.)	Los propios del diseño de la investigación y la precisión de los equipos de medida.	Es complementario a las técnicas cualitativas. Son necesarios equipos e instrumentos para su registro y cuantificación. Se detectan y estudian variables del entorno del equipamiento e instalaciones, no el factor humano en su implicación.
Panel Delphi (Cualitativa)	Recopilación de opiniones de expertos. Facilita la participación, da tiempo para reflexionar, es anónima y evita presiones intragrupalas.	Excesiva duración del proceso, posibles abandonos, selección sesgada de participantes.	Es muy útil, sin embargo, cuando los recursos son escasos, los temas son complejos y se quiere contar con la opinión de expertos en un área concreta.
Encuestas/Test (Cuantitativa)	Los datos obtenidos gracias a este procedimiento permiten un tratamiento riguroso de la información y el cálculo de significado estadística.	La muestra ha de ser representativa de la población de interés. La información que se obtiene está condicionada por la formulación de las preguntas y la veracidad de las propias respuestas.	Sirve para acudir a poblaciones más amplias y ser más económica que las entrevistas.
Entrevista individual semi-estructuradas (Cualitativa)	Marca un flujo de información que la va dotando de contenidos. Permite profundizar en alguna idea que pueda ser relevante, realizando nuevas preguntas. Son los mismos actos sociales a quienes proporcionan los datos relativos a sus conductas. Permite la interacción del investigador.	El entrevistado nos dará la imagen que tiene de las cosas, lo que cree que son, a través de toda su carga subjetiva.	Útil cuando lo que realmente nos interesa recoger es la visión subjetiva de los actores sociales, máxime cuando se desea explorar los diversos puntos de vista "representantes" de las diferentes posturas que pudieran existir en torno a lo investigado.
Cuestionario (Cuantitativa/Cualitativa)	Permite recoger información más abierta, a juicio del cuestionado, sobre el tema tratado. Más económico que las entrevistas individuales. Permiten enviarlo a una muestra más amplia.	La información que se obtiene está condicionada por la formulación de las preguntas y la veracidad de las propias respuestas. El tratamiento de la información es más complejo que en los tests.	
Grupos de discusión (Cualitativa)	Reune a un grupo de personas, que son una muestra estructural con características propias que en este momento constituye la dimensión grupal. Lo que conseguimos con relaciones simétricas entre los participantes es que se acoplen las hablas y se favorezca la reproducción social del discurso. Se pueden pedir opiniones, hacer preguntas, aplicar cuestionarios, discutir casos, intercambiar puntos de vista y valorar aspectos varios.	Resulta costosa por la lógica que involucra. Se necesita personal altamente capacitado en el tema a tratar.	La selección del número de grupos responde a criterios estructurales y no estadístico.
Técnica Observación (Cualitativa)	Ayuda a realizar el planteamiento adecuado de la problemática a estudiar. Permite hacer una formulación global de la investigación. El investigador se introduce en el contexto y el ambiente del fenómeno a tratar, dando una visión más clara y precisa.	Se debe tener autorización total del investigador en el área que se estudia de la empresa, difícil de conseguir a veces.	En el mantenimiento industrial, ayuda a introducirse dentro del contorno del fenómeno y los movimientos operativos que se producen.
Estudio de casos (Cualitativa)	Se mide y registra la conducta de las personas u organizaciones de la empresa en el fenómeno estudiado. Persigue la ilustración, representación, expansión o generalización de un marco teórico.	Tendencia a la generalización de las conclusiones.	Utilizado por numerosos investigadores como un método de diseño preexperimental.
Teoría fundamentada (Cualitativa)	Generar teoría a partir de datos recogidos en contextos naturales. Sus hallazgos son formulaciones teóricas de la realidad. El resultado de un estudio de teoría fundamentada se presenta como un proceso, o algunos de sus elementos como las estrategias.	No existe una muestra fija. Se finaliza al llegar a la saturación teórica, no estando definido al comienzo de la investigación.	Útil para el desarrollo de nuevas teorías o procedimientos. Existen diversos programas informáticos para el tratamiento de la información cualitativa.

Tabla 3. Resumen de ventajas y limitaciones observadas en los ensayos experimentales, en la población de mantenimiento. Fuente: elaboración propia.

(eléctrica), pasando por diferentes técnicos de diversos ámbitos, hasta alcanzar la saturación teórica. El objetivo de este método es el de generar teoría a partir de datos recogidos en contextos naturales. Por tanto, sus hallazgos son formulaciones teóricas de la realidad (Glaser et al., 1967). Los datos se recolectan a través de entrevistas semiestructuradas y observación participante. La fuente de datos es la interacción humana y el análisis se focaliza en desvelar los procesos que subyacen en esta interacción.

## Resultados

En la utilización de diversas técnicas de investigación en el mantenimiento industrial, se ha comprobado el alto valor científico en la utilización de la combinación entre las técnicas cuantitativas normalmente usadas en el desempeño industrial y que nos ayudan a analizar y conocer los procesos físicos que, sin duda, intervienen en la eficiencia de los procesos, con la utilización de las técnicas cualitativas (poco utilizadas en la técnica industrial) y, sin embargo, imprescindibles para el conocimiento de la eficiencia de los procesos desde el factor humano y organizativo, de gran transcendencia en la ingeniería del mantenimiento industrial. En la tabla 3 se pueden observar las diferentes ventajas y limitaciones observadas en su uso y que clarifican los procesos en los que se pueden utilizar.

## Discusión

La investigación cuantitativa se dedica a recoger, procesar y analizar datos cuantitativos o numéricos sobre variables previamente determinadas y estudia la asociación o relación entre las variables que han sido cuantificadas (potencia, energía, vibraciones, procesos térmicos, etcétera). Un ejemplo explicativo de ello son las auditorías energéticas o de mantenimiento, utilizadas en el proceso de investigación global del mantenimiento. Esto le da una connotación que va más allá de un mero listado de datos organizados como resultado, pues estos datos que se muestran en un informe final están en total consonancia con las variables que se declararon desde el principio y los resultados obtenidos van a brindar una realidad específica a la que estos están sujetos (Sarduy, 2007).

Sin embargo, en la investigación en el mantenimiento industrial existen muchos aspectos difícilmente medibles o cuantificables y que, sin embargo, afec-

tan sustancialmente a su desempeño, tales como los procesos humanos en la gestión del conocimiento que influyen en cómo se desarrollan las actividades operativas relacionadas directamente a la fiabilidad, la eficiencia energética y la mantenibilidad, y que pueden afectar en gran medida a la empresa. Es en esta fase en la que la utilización de metodologías de investigación cualitativa puede tomar el relevo para complementar o ampliar la investigación, a partir de los estudios cuantitativos que marcan la evidencia física de la investigación.

Son identificadas cuatro formas generales en las que se utiliza este tipo de investigación.

- Como mecanismo de generación de ideas.
- Para complementar un estudio cuantitativo.
- Para evaluar un estudio cuantitativo.
- Para identificar y procesar el conocimiento tácito, aspecto intensivo en las organizaciones de mantenimiento.
- Como método principal, cuando se investigan cómo se producen los procesos de adquisición, generación, transmisión y utilización del conocimiento en el desempeño del mantenimiento en sus aspectos tácticos principales (Nonaka et al., 1995).

La investigación cualitativa exige el reconocimiento de múltiples realidades y trata de capturar la perspectiva del investigado. Debe ser utilizada como complemento fundamental o auxiliar en el uso de técnicas cuantitativas (figura 8). El empleo de ambos procedimientos cuantitativos y cualitativos en una investigación podría ayudar a corregir los sesgos propios de cada método.

En la investigación, mediante el estudio de casos, se pudo estudiar y marcar la realidad en el desempeño del mantenimiento industrial mediante la visión de diversas empresas de ámbito industrial, marcando las relaciones incidentes en todas ellas en cuanto a su desempeño y centrando la investigación en una de ellas que reuniera las mejores condiciones para centrarse en el estudio particular que pudiera ser extrapolado al resto de las empresas.

Con las técnicas de panel Delphi, se consensuó las variables principales que investigar mediante el uso de cuestionarios tipo test o entrevistas. Dicho panel marca el punto fundamental de centrado de la investigación.

Mediante los test producidos a partir de los paneles Delphi, se pudo establecer de una manera intensiva una

muestra de la población de mantenimiento, los diferentes factores intervinientes por parte de los operarios y, a partir de sus criterios, que en mayor medida afectaban a su trabajo en particular y, por extrapolación, al resto de la organización. Se pudo comprobar, entre un grupo de los participantes en los test, que mediante el uso de cuestionarios escritos de manera abierta según las preguntas, se extraían nuevas conclusiones que con el test, dado al aspecto cerrado de las preguntas y valoración, no quedaban precisadas o no eran correctamente interpretadas.

Con las entrevistas individuales semiestructuradas con interrelación entre el entrevistado y el investigador se consiguió extraer otras conclusiones que podrían aportar nuevas perspectivas a la investigación.

Con los grupos de discusión, mediante la reunión de diversos expertos en el área de mantenimiento se produce un cruce de ideas, confirmaciones y se enlaza entre diversas disciplinas técnicas con el objeto de detectar su interrelación. Tratamos de recoger vivencias y experiencias del grupo con gente con unas características similares. Lo que conseguimos con relaciones simétricas entre los participantes es que se acoplen las hablas y se favorezca la reproducción social del discurso (Cano, 2008). No obstante, en el grupo de discusión, se ha observado por parte del investigador que existe una función de moderación más fuerte, para evitar que las opiniones sean focalizadas por una única persona del grupo (tendencia de líder), pudiendo silenciar o acortar la opinión de otros miembros del grupo.

Mediante la teoría fundamentada junto técnicas de observación directa, se genera teoría a partir de datos recogidos en contextos de la propia actividad de mantenimiento, por tanto los hallazgos son formulaciones teóricas de la realidad. En la teoría fundamentada, los datos se recolectan a través de entrevistas y observación participante. Mediante la interacción humana y el análisis, se focaliza en desvelar los procesos que subyacen en las características humanas y técnicas de la ingeniería de mantenimiento. El proceso se presenta en etapas, en las que se identifican las condiciones de la acción, las estrategias (o lo que las personas hacen para resolver los problemas a los que cotidianamente se enfrentan) y sus efectos, y se denominan consecuencias. El análisis de datos en la teoría funda-



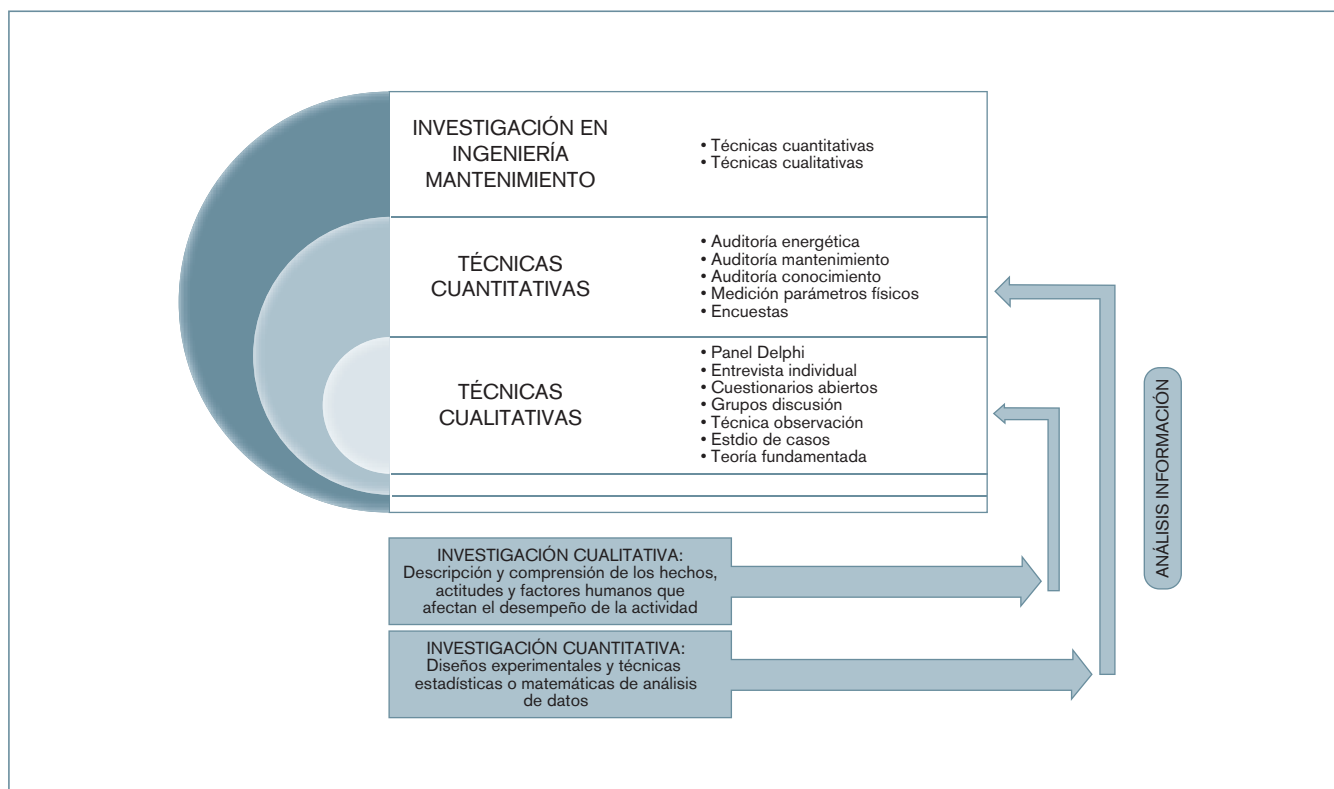


Figura 8. La combinación de las técnicas de investigación cuantitativa-cualitativa en los procesos del mantenimiento industrial. Fuente: elaboración propia.

mentada se hace a través de la codificación, la realización de memos analíticos y diagramas; tiene por fin descubrir categorías, desarrollarlas, relacionarlas y saturarlas, todo ello alrededor del proceso básico de la propia operativa de mantenimiento. Mediante las técnicas de observación, se confirman las conclusiones extraídas, se reafirman o rechazan procesos, y posiciona al investigador dentro de la naturaleza del área investigada, por observación directa de la realidad.

## Conclusiones

Se ha presentado la utilización de diversas técnicas cualitativas y la percepción del investigador en los resultados que se pueden obtener con su uso. Con la combinación con técnicas cuantitativas (normalmente utilizadas en el mantenimiento industrial), se observa que los métodos cualitativos pueden ser de gran ayuda entre los técnicos e ingenieros de mantenimiento industrial cuando lo que se quiere investigar es la interacción del factor humano, con un alto grado de conocimiento tácito, implícito en los técnicos que operan el mantenimiento industrial.

La principal limitación de la presente investigación es la generalización de los resultados. Este artículo ha tratado de plasmar la visión e impresiones del investigador, en una primera fase explo-

ratoria, ante la utilización de técnicas de investigación cualitativas en el estudio del mantenimiento industrial, y no en sí los propios resultados finales de una investigación, que serán profundizados en nuevos estudios que se están llevando a cabo. Al tratarse de una investigación cualitativa, la generalización de los resultados se basan principalmente en el desarrollo de una teoría que pueda ser extendida a otros casos y no en cómo estos resultados pueden ser extrapolados a una población (Maxwell, 1996).

## Bibliografía

- Camelo C (2000). La Estrategia de la Diversificación Interna: Una aproximación desde la Teoría basada en el Conocimiento. Madrid: Biblioteca Civitas Economía y Empresa.
- Cano A (2008). Técnicas conversacionales para la recogida de datos en investigación cualitativa: El grupo de discusión (I). Nure Investigación, nº 35, julio-agosto 08.
- Glaser B, Strauss A (1967) The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research. Chicago: Aldine.
- Martínez P (2006). El método de estudio de caso estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & gestión, 20. Universidad del Norte, 165-193.
- Maxwell JA (1996). Qualitative Research Design. An Interactive Approach. California: Sage Publications.
- Mora A (2005). Mantenimiento estratégico para empresas de servicios e industriales-AMG.
- Nonaka I, Takeuchi H (1995): The knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. Oxford University Press, New York.

Sarduy Y (2007). El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. Rev. Cubana Salud Pública. 2007;33(2).

Strauss A, Corbin J L (1998). Bases de la investigación cualitativa., U. Antioquia, 2ª ed.

Wiig K (1997). Integrating Intellectual Capital and Knowledge Management. Long Range Planning, 30(3), 399-405.

## Francisco Javier Cárcel Carrasco

fracarc1@csa.upv.es

Ingeniero técnico industrial, ingeniero industrial y doctor ingeniero industrial por la Universidad Politécnica de Valencia; ingeniero en Electrónica por la Universidad de Valencia y licenciado en ingeniería mecánica y energética por la Universidad de París. Ha realizado diversos másteres, entre los que destacan los de ingeniería energética, prevención de riesgos laborales y evaluación de impacto ambiental. Ha desarrollado su experiencia profesional en el sector industrial durante más de 25 años en diversas empresas industriales y de servicios. En la actualidad es profesor del departamento de Construcciones Arquitectónicas, área Instalaciones, de la Universidad Politécnica de Valencia.

## Carlos Roldán Porta

crolدان@die.upv.es

Ingeniero industrial y doctor ingeniero industrial por la Universidad Politécnica de Valencia. En la actualidad es catedrático del departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Valencia

# Electrificación ferroviaria de alta velocidad en España

David Gómez Berzosa y Gregorio Velasco Rivero

*High speed railway electrification in Spain*

## RESUMEN

El 21 de abril de 1992 un tren AVE hizo el primer viaje comercial entre las ciudades de Madrid y Sevilla. En la actualidad, cada día circulan más de 200 trenes de alta velocidad que dan servicio, aproximadamente, a casi 70.000 viajeros diarios y llegan a 80 municipios españoles. Que un tren pueda circular a 300 km/h depende de las características geométricas del trazado, pero necesitamos un “combustible” para alcanzar esa velocidad. En este caso el “combustible” del tren es el sistema de electrificación ferroviaria que comprende todos los elementos que hacen posible que la energía eléctrica llegue al tren, con la potencia necesaria para que este pueda alcanzar las prestaciones para las que ha sido diseñado, dentro de los criterios de explotación previstos. En las líneas ferroviarias de alta velocidad españolas la electrificación se realiza en corriente alterna a 50 Hz, a una tensión de 25 kV, y las configuraciones existentes son las conocidas como: 1x25 kV y 2x25 kV.

Recibido: 29 de mayo de 2013  
Aceptado: 1 de septiembre de 2013

## Palabras clave

Alta velocidad, ferrocarriles, energía eléctrica, sistema eléctrico

## ABSTRACT

*On 21<sup>st</sup> April 1992, an AVE train made the first commercial journey between Madrid and Seville. At present, almost 200 high-speed trains serve about 70,000 passengers every day, reaching up to 80 Spanish towns.*

*In order for a train to reach 300 kph, the track needs to have certain geometrical characteristics. Not only this, but also a special fuelling system is necessary. In this particular case, the fuelling system corresponds to the railway electrification system, comprising all the elements that enable electricity to reach the train, with the power required for it to achieve the performance for which it was designed and within the expected operating criteria. In the Spanish high-speed railway lines, electrification is done at 50 Hz alternating current and at a voltage of 25 kV, with the existing configuration known as 1x25 kV and 2x25 kV.*

Received: May 29, 2013  
Accepted: September 1, 2013

## Keywords

High speed, railways, electric power, electric system



Foto: Shutterstock

En febrero de 1912 se puso en servicio el primer tramo ferroviario electrificado de la red nacional de vía ancha en España, entre las estaciones almerienses de Santa Fe-Alhama y Gérgal, con un recorrido de 20,8 km (figura 1). La Compañía de los Caminos de Hierro del Sur de España fue la impulsora del proyecto. La electrificación de esta línea se realizó a una tensión de 6.000 V en corriente alterna trifásica y 25 Hz. El sistema de alimentación disponía de dos líneas aéreas de contacto y junto con el carril alimentaba la locomotora con las tres fases, y la velocidad constante era de 12 o 25 km/h. El sistema de electrificación en corriente continua fue introducido en 1925 en la rampa de Pajares, con una tensión de 3.000 V, aunque fue un caso aislado, porque las siguientes electrificaciones en corriente continua se hicieron a 1.500 voltios. Esta última electrificación fue dominante hasta bien entrado el siglo XX. En 1946 se implantó el Plan General de Electrificación con una tensión elegida de 3.000 V en c.c. La crisis del petróleo de 1973 motivó la redacción del Plan de Electrificación de 1974, que dio un nuevo empuje al proceso de electrificación a 3.000 V, que extendió la tracción eléctrica al 51% de la red.

La corriente alterna (desde que fue suprimida en 1966 de Almería a Nacimiento) no volvió a utilizarse hasta 1992, al entrar en funcionamiento la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla, con una tensión de 25 kV y 50 Hz. A partir de esa fecha todas las líneas de alta velocidad lo hacen en corriente alterna.

### Sistemas de electrificación en Europa

De manera global, la mitad de la electrificación ferroviaria en el mundo todavía usa la corriente continua. La desventaja está en que se utiliza una tensión más baja y, por tanto, las corrientes son muy elevadas cuando los vehículos de tracción demandan potencias altas. En Europa los tres tipos de tracción eléctrica normalmente utilizados son los siguientes:

- Corriente continua 0,6 kV, 0,750 kV, 1,5 kV y 3 kV.
- Corriente alterna 16 2/3 Hz, 15 kV.
- Corriente alterna 50 Hz y 25 kV.

En España, la distribución de la electrificación es la siguiente (figura 2):

- Ancho ibérico (1.668 mm): 11.750 km de vías; 2.914 km de vía doble electrificada, 74 km de vía doble sin electrificar, 3.576 km de vía única electrificada, 5.191 km de vía única sin electrificar, 3.000 V, CC.

- Ancho Internacional (1.435 mm): 1.636,2 km de vías. 1.548,2 km vía doble, 68 km vía única, 20 km triple carril, 25 kV, 50 Hz, AC.

### Sistemas de electrificación en alta velocidad ferroviaria

Debido a la elevada potencia que demandan los trenes de alta velocidad, es necesario alimentar la catenaria con la máxima tensión posible al objeto de reducir la corriente demandada por los trenes. En las especificaciones técnicas de interoperabilidad para ferrocarriles de alta velocidad se ha adoptado la tensión de 25 kV, en sus configuraciones de 1x25 kV y 2x25 kV.

### Sistemas de electrificación en 1x25 kV

La energía requerida para alimentar las subestaciones de tracción monofásicas a 50 Hz se obtiene conectando a dos fases de la línea de alta tensión trifásica de la compañía suministradora o red de transporte. Típicamente se conectan a redes de 132 kV, 220 kV o 400 kV. Una salida del secundario del transformador de tracción se conecta a la línea aérea de contacto y la otra al carril, estando este unido rígidamente a tierra. Esta carga bifásica provoca desequilibrios en la tensión y corriente de la red trifásica.





Figura 1. Inauguración del tendido de la línea aérea del ferrocarril eléctrico entre Gergal y Santa Fe (Almería) el 10 de abril de 1909, viaducto del Andarax. Tren de tracción eléctrica.

El desequilibrio de tensión  $U_u$  (tensión nominal) es el cociente entre la tensión inversa  $V_i$  y la tensión directa  $V_d$ . Desarrollando esta ecuación observamos que también es inversamente proporcional a la potencia de cortocircuito  $S_k''$  de la red trifásica. Si conocemos la potencia monofásica  $S_e$  demandada por la subestación de

tracción, entonces el desequilibrio de tensión en la red trifásica en barras de la subestación viene dada por la fórmula:

$$U_u = V_i/V_d \approx S_e/S_k''$$

Con potencias de cortocircuito que pueden variar entre los 700 MVA y los 3.000

MVA en la red trifásica de 110 kV y subestaciones de tracción de 40 MVA, se producen grandes desequilibrios de tensiones. Para minimizar el efecto desfavorable del desequilibrio de tensión, se han establecido unos valores  $U_u$  permitidos. Según la norma EN-60034-1, los motores trifásicos pueden trabajar en un sistema trifásico en el que se admite un desequilibrio del 1% en régimen permanente o del 1,5% durante unos pocos minutos. Para cumplir con este requisito, es necesario limitar o compensar el desequilibrio.

Lo ideal sería conectar todas las subestaciones de la línea a la misma fase, pero en la práctica, las subestaciones se conectan alternativamente a las fases de la red de alta tensión trifásica, para limitar desequilibrios en la red de alta tensión. Este tipo de conexión nos plantea los siguientes problemas en la explotación de las subestaciones de tracción:

- Existencia de zonas neutras de separación de fase entre subestaciones colaterales.
- Diferencias de tensión entre subestaciones de  $\sqrt{3} \times 25 \text{ kV} \approx 43,3 \text{ kV}$ .
- Caídas de tensión elevadas en los extremos de los tramos alimentados por las subestaciones.

Figura 2. Sistemas de electrificación en España.



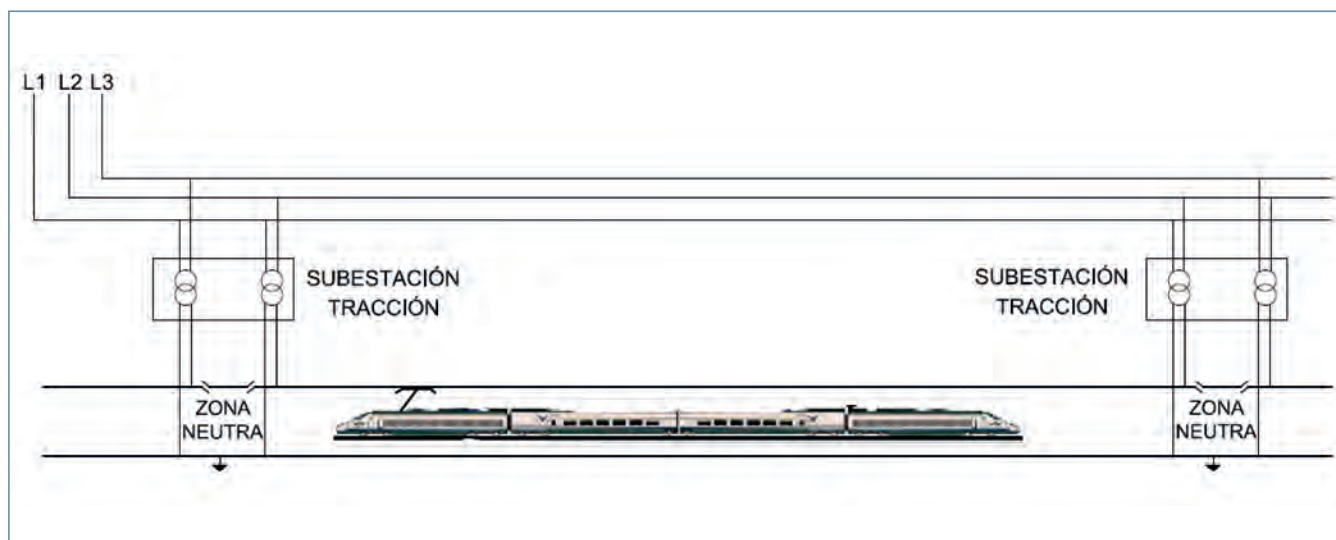


Figura 3. Sistema 1x25 kV.

– Menor rendimiento del frenado por recuperación debido a que la sección alimentada por la subestación es menor y, por tanto, existen menos trenes en el trayecto que puedan utilizar la energía suministrada por los trenes durante el frenado por recuperación.

La catenaria está dividida en tramos eléctricos. El planteamiento es que cada tramo pueda ser alimentado por uno de los dos transformadores de potencia instalados en cada subestación eléctrica (en adelante SE) estando conectado cada transformador a una fase diferente a la de los transformadores contiguos (figura 3).

Es necesaria la existencia de una zona neutra de separación de fases en cada

SE, para evitar que el tren pueda cortocircuitar los secundarios de los transformadores conectados a distintas fases con los pantógrafos delantero y posterior. También, en los puntos intermedios entre dos SS EE, existen zonas neutras para aislar eléctricamente los tramos alimentados por los diferentes transformadores de cada SE.

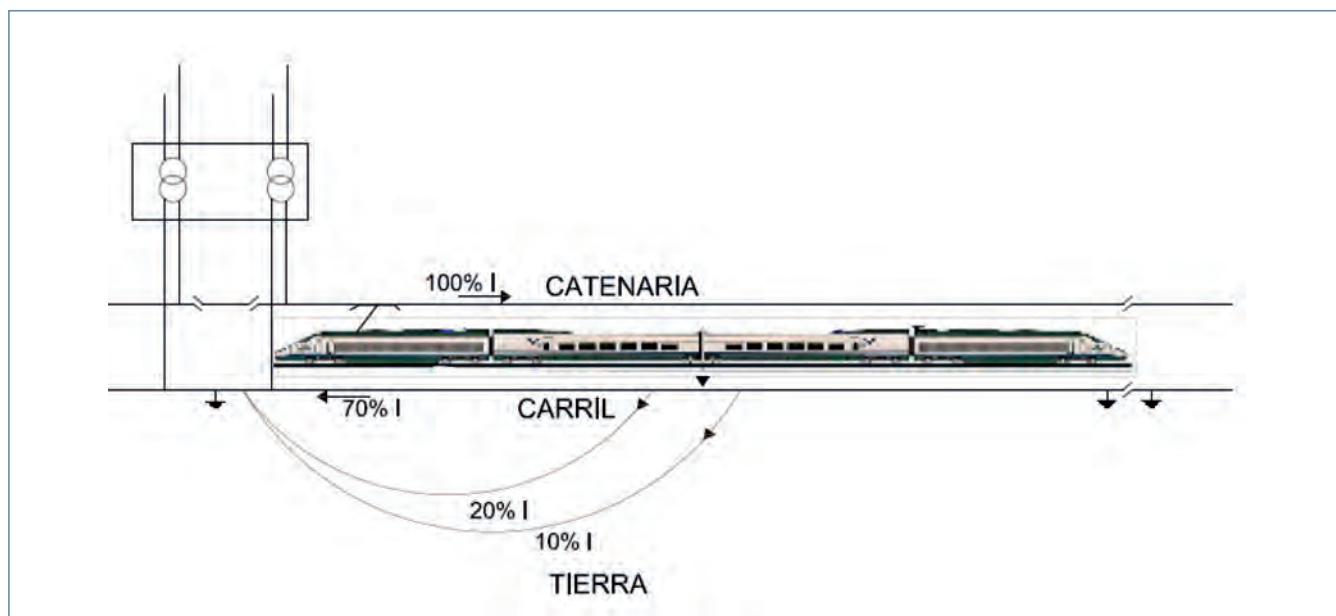
El retorno de corriente se realiza en gran parte por los carriles. Se calcula que del orden del 70% de la corriente retorna por el carril, mientras que el 10% lo hace por capas profundas del terreno y el 20% por capas más superficiales, provocando perturbaciones en los cables de señalización y comunicaciones cercanos a la vía. La distancia

media entre subestaciones es de 40 km, aproximadamente (figura 4).

Con objeto de disminuir las perturbaciones producidas por las corrientes de retorno en el terreno, se implementa un circuito con cable de retorno.

Otra solución para evitar las perturbaciones producidas por las corrientes de retorno es la instalación de transformadores Booster. La alimentación con transformadores Booster se utilizó en primer lugar en la línea Tokaido-Shinkansen (Japón) en 1964. Estos trafos se instalaron en la catenaria con intervalos entre 3 y 4 km. El primario del transformador se conecta a la catenaria, mientras que el secundario a una sección aislada del cable de retorno.

Figura 4. Retorno de corriente en 1x25kV.



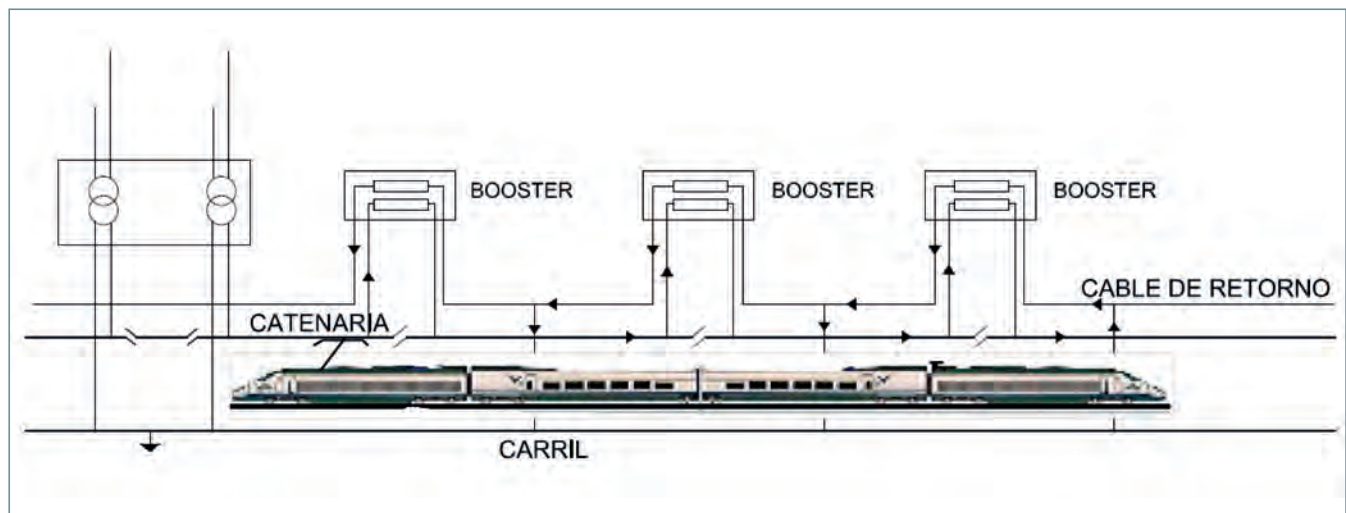


Figura 5. Transformadores Booster en 1x25 kV.

Al seccionar la catenaria cada 3-4 km se obliga a la corriente a circular por el devanado primario de los transformadores, que tienen una relación de transformación 1:1, lo cual permite en la posición donde se encuentre el tren repartir parte de la corriente de los carriles y tierra hacia el cable de retorno. La instalación de estos trafos tiene el inconveniente de aumentar la impedancia del circuito de tracción, lo que incrementa la caída de tensión, y por eso es necesario disminuir la distancia entre SS EE (figura 5).

#### Sistemas de electrificación en 2x25 kV

Para poder alimentar un tramo mayor de línea aérea de contacto sin superar las caídas de tensión permitidas, se utiliza un sistema denominado 2x25 kV. Este sistema se utiliza en Francia, Japón, España, Italia, Rusia y poco a poco se

está implantando en países que utilizan alimentación en 25 kV c.a.

Esta configuración eléctrica se caracteriza por la existencia de dos conductores, uno es la catenaria y el otro es el *feeder* de retorno de 25 kV a lo largo de toda la línea. Este *feeder* de retorno se denomina normalmente como *feeder* negativo o *feeder* de -25 kV. La tensión entre este *feeder* de retorno y el carril es de 25 kV con un desfase de 180° respecto a la tensión entre la línea aérea de contacto y el carril.

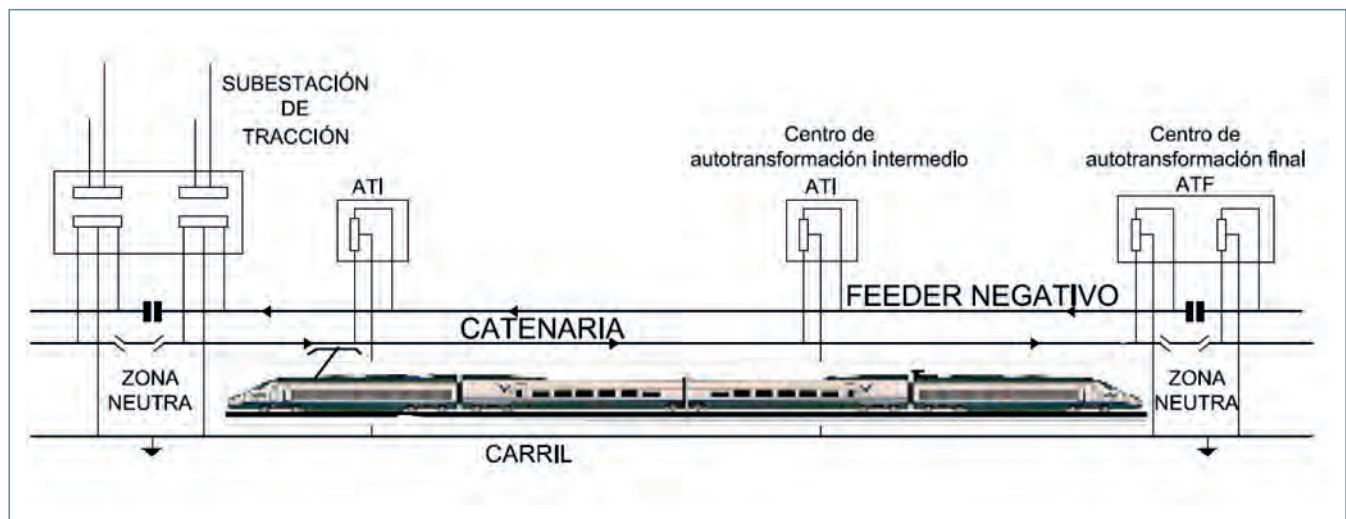
El transformador de las subestaciones tiene una toma central que se conecta al carril. La tensión entre cada toma del transformador y la toma a tierra es de 25 kV nominales, por lo que tenemos un secundario de 50 kV nominales dotado de cambiador de tomas. Los valores reales (55kV entre *feeder* y catenaria y 27,5 kV entre catenaria y

carril) superan los valores teóricos de 50 kV y 25 kV para compensar posibles caídas de tensión que se dan a lo largo de la línea. Una toma del transformador alimenta el *feeder* de retorno que va instalado a lo largo de la línea. La diferencia de tensión nominal, por tanto, entre la línea aérea de contacto y el *feeder* de retorno es de 50 kV. Pero la tensión entre la línea aérea de contacto y el carril es de 25 kV como en el anterior sistema de alimentación 1x25 kV.

La división en tramos de la línea aérea de contacto responde a los mismos criterios que en el sistema 1x25 kV.

Para mantener la tensión en la línea, son necesarios una serie de centros de autotransformación distribuidos a lo largo del trazado, situados cada 10 o 15 km. Las tomas de los extremos de los autotransformadores se conectan a la línea aérea de contacto y al *feeder*

Figura 6. Sistema 2x25 kV.





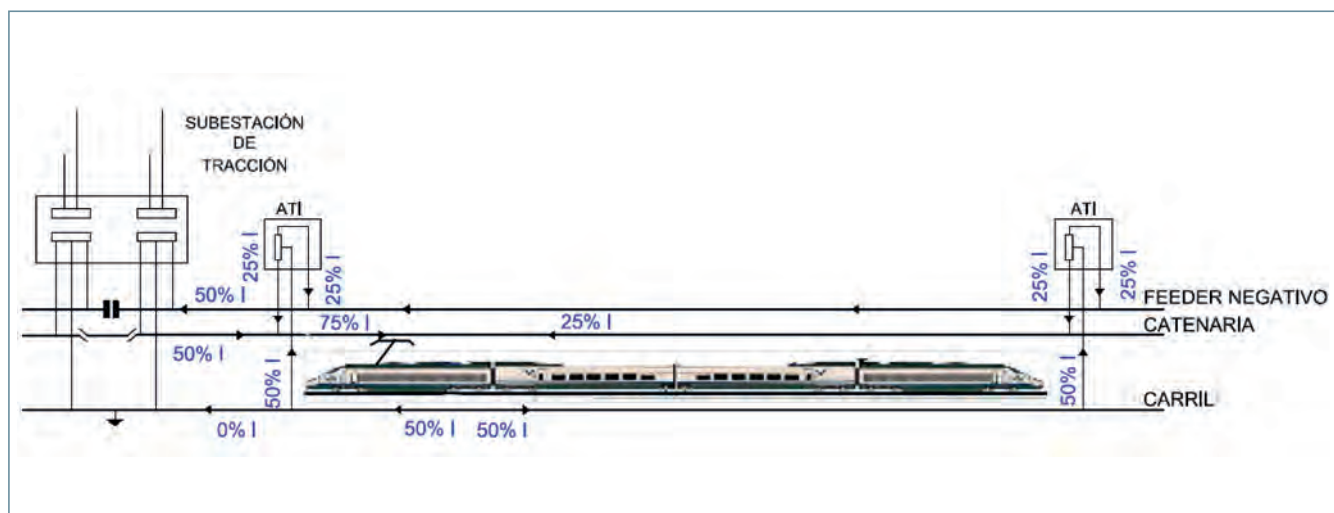


Figura 7. Reparto de corrientes en 2x25 kV.

negativo, y la toma media al carril (figura 6).

La transmisión de potencia entre la subestación y el autotransformador anterior a la posición del tren es similar a un sistema bifásico funcionando a 50 kV. Esto implica que al ser la tensión mayor, la corriente por la catenaria es menor en este tramo y por lo tanto la caída de tensión en esta configuración eléctrica es menor. También en este tramo casi toda la corriente regresa por el feeder de retorno (-25 kV) y por lo tanto apenas circula corriente por el carril. Esta forma de funcionamiento hace que las interferencias/afecciones por compatibilidad electromagnética sean menores.

En la figura 7 puede observarse como la intensidad de retorno por el carril queda limitada al tramo comprendido entre los autotransformadores en los que se encuentra el tren.

El sistema no es ideal ya que, aunque el autotransformador distribuye la intensidad en dos partes prácticamente iguales, existe una pequeña desigualdad que viene originada por la caída de tensión en el arrollamiento, que se procura que sea muy pequeña, del orden del 1%. En los casos en los que la intensidad de tracción es suministrada desde autotransformadores distantes, habrá una parte de esa corriente que pasará a tierra a través del carril. Esta corriente es la que causaría problemas de inducción en las líneas de telecomunicaciones o señalización que se encuentran en la plataforma del ferrocarril, aunque habitualmente se emplean unos tipos de cable inmunes a las perturbaciones así como fibra óptica para las transmisiones de señales. Estas perturbaciones son mayores en el sistema 1x25 kV.

Hay que tener en cuenta que este sistema funciona a 50 kV nominales, por lo que a igual potencia demandada por tren, la intensidad que circula por la catenaria entre la SE y el centro de autotransformación anterior a la posición del tren se reduce prácticamente a la mitad que en el sistema 1x25 kV, por lo que la caída de tensión también se ve reducida aproximadamente a la mitad. Por esto las subestaciones de tracción pueden distanciarse aproximadamente el doble (60-80 km) que en el sistema 1x25 kV.

#### Ventajas e inconvenientes de los sistemas 1x25 kV y 2x25 kV

El sistema 1x25 kV es muy fácil de explotar debido a la simplicidad de la instalación, tanto desde el punto de vista del sistema eléctrico de la catenaria como de las instalaciones de las subestaciones. Uno de los inconvenientes que nos encontramos es que la corriente de retorno que circula en las capas más externas del terreno es muy elevada

(aproximadamente el 20% de la corriente que circula por la catenaria), lo que induce perturbaciones electromagnéticas en los cables de telecomunicaciones tendidos por la plataforma, haciendo necesario recurrir a su apantallamiento. Otro inconveniente que presenta es que la distancia máxima que puede alimentar en punta es pequeña, del orden de unos 30-40 km, para no superar las caídas de tensión máximas admisibles.

La principal ventaja del sistema 2x25 kV es que las perturbaciones electromagnéticas que produce son mucho más pequeñas debido a que apenas circula corriente por los carriles entre la SE y el primer autotransformador que encuentra antes del tren. Otra ventaja es que la distancia en punta que puede alimentar es del orden de unos 60-80 km. Entre las desventajas que presenta este sistema, está que el sistema eléctrico de la catenaria se complica ante la necesidad de un *feeder* de retorno, que es necesario instalar autotransformadores

Tabla 1. Características principales de los sistemas de 1x25 kV y 2x25 kV.

Características principales	Sistema 1X25	Sistema 2X25
Complejidad de la instalación	Baja	Alta
Distancia entre subestaciones	30-40 km	60-80 km
Potencia instalada	2x30 MVA (habitualmente)	2x60 MVA (habitualmente)
Autotransformadores	No	Cada 10-15 km
Impedancia en la LAC	Alta	Baja
Caída de tensión en la LAC	Alta	Baja
Perturbaciones electromagnéticas en otras instalaciones	Alta	Baja
Complejidad del mantenimiento	Baja	Alta



Foto: pedrosala / Shutterstock

cada 10-15 km, que el aparellaje de maniobra de las subestaciones se complica al ser bifásico y de mayor tensión y que las protecciones son más costosas.

Debido a las ventajas del sistema 2x25 kV, en España se ha decidido instalar dicho sistema en todas las líneas de alta velocidad salvo en la línea inicial Madrid-Sevilla, en la cual se instaló el sistema 1x25 kV en 1992.

### Sistemas de electrificación de la línea de alta velocidad Madrid-Valladolid

#### Configuración del sistema

El sistema de alimentación a la catenaria es el denominado 2x25 kV, 50 Hz. El sistema está constituido por:

- Tres subestaciones de tracción eléctrica bifásica/monofásica:
  - Subestación de Tres Cantos (P.K. 15+768).
  - Subestación de Segovia (P.K. 74+960).
  - Subestación de Olmedo (P.K. 139+905).
- Once centros de auto transformación intermedios:
  - Centro 1.2 (P.K. 7+717).

- Centro 1.3 (P.K. 22+688).
- Centro 2.2 (P.K. 43+917).
- Centro 2.3 (P.K. 53+917).
- Centro 2.4 (P.K. 66+517).
- Centro 2.5 (P.K. 84+468).
- Centro 2.6 (P.K. 94+265).
- Centro 3.2 (P.K. 116+900).
- Centro 3.3 (P.K. 126+935).
- Centro 3.4 (P.K. 148+199).
- Centro 3.5 (P.K. 159+600).

– Tres centros de autotransformación finales:

- Centro 2.1 (P.K. 35+781).
- Centro 3.1 (P.K. 105+483).
- Centro 4.1 (P.K. 170+600).

#### Bibliografía

- ADIF. Ministerio de Fomento (Julio 2004). Proyecto, Suministro, Obra, Instalación y Mantenimiento de tres subestaciones eléctricas de tracción y centros de autotransformación asociados del Nuevo Acceso ferroviario al Norte y Noroeste de España. Madrid – Segovia – Valladolid/Medina del Campo.
- Victor Medina (2011). Energía para la más difícil pendiente: La línea Santa Fe-Gérgal (Almería) inauguró hace un siglo la electrificación ferroviaria en España. Revista del Ministerio de Fomento. 609: 58-62.
- Kiessling F, Puschmann R, Schmieder A y Vega T (2008), *Líneas de contacto para ferrocarriles electrificados: Planificación, Diseño, Instalación y Man-*

*tenimiento*. Siemens AG, Berlin. ISBN 978-3-9812742-0-2

Pérez de Perceval Verde M A (1989): *La minería almeriense contemporánea (1800-1930)*. Zéjel Editores, Almería. ISBN 84-87223-01-X

Clemente Álvarez (18 de febrero de 2011). El País. Blogs Sociedad: Otro transporte todavía por electrificar: el ferrocarril. Disponible en: <http://blogs.elpais.com/eco-lab/2011/02/otro-transporte-todavia-por-electrificar-el-ferrocarril.html> (Consultado el 18 de marzo de 2013).

**David Gómez Berzosa**  
dberzosa@ya.com

Ingeniero técnico industrial por la Universidad de Valladolid.

**Gregorio Velasco Rivero**  
gvelasco@adif.es

Ingeniero industrial por la Universidad de Valladolid. Técnico de energía y responsable de cambiadores de ancho LAV Norte en Adif.





# COGITI

Consejo General de la  
Ingeniería Técnica Industrial

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial es una corporación de Derecho Público que integra 50 Colegios que desarrollan su profesión en los distintos sectores de la industria, la Administración, la docencia y el ejercicio libre.

Desde el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial se ofrecen servicios y actuaciones en el ámbito corporativo, profesional y social a Colegios y Colegiados.

## Servicios ofrecidos por el COGITI a Colegios y sus Colegiados



### Legislación y jurisprudencia

Bases de datos de legislación, jurisprudencia y reglamentos técnicos.



### FNMT

Convenio con la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre para emisión y consulta de revocación de certificados digitales.



### Ventanilla Única

Ventanilla Única de la Ingeniería Técnica Industrial.



### Acreditación DPC Ingenieros

Tu experiencia y formación tienen un valor.



### Suscripción a normas UNE

Acceso online.



### COGITI-EUROPA

Oficina europea del COGITI en Bruselas.



### Certificación de personas

Entidad de Certificación de personas del COGITI.



### Formación on-line

Plataforma de formación on-line del COGITI.



### Central de compras

Condiciones ventajosas en la compra de material de oficina y en la reserva de hoteles y restaurantes.



### Asesoría Jurídica

Asesoramiento jurídico a Colegios.



### Asesoría Técnica

Asesoramiento técnico a Colegios.

Infórmese sobre los  
servicios a Colegiados en  
*[www.cogiti.es](http://www.cogiti.es)*





## CONSEJO GENERAL

# El Reino Unido reconoce por fin la homologación del título de ingeniero técnico industrial con el británico



El informe del Engineer Council of UK ha sido decisivo para acabar con la discriminación de los titulados españoles en el Reino Unido. Foto: Rui Vale Sousa / Shutterstock

Después del suplicio que han tenido que sufrir los profesionales españoles, debido a las barreras que imponía la agencia Británica UK Naric con la errónea equiparación de los títulos de ingeniero técnico español, y tras las múltiples reuniones, gestiones y quejas presentadas por el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial (Cogiti), ante los Ministerios Británico y Español, y en el Parlamento Europeo, por fin se ha conseguido poner punto final a esta flagrante discriminación.

Los ingenieros técnicos españoles que pretendan trabajar o continuar su formación universitaria en Reino Unido pueden estar tranquilos a partir de ahora: su titulación ha sido por fin equiparada a la que debía haber sido desde el principio, el *Bachelor degree*; en cambio, eran comparados con un título equivalente a la formación profesional de dos años de duración, debido a la errónea equiparación realizada por la Agencia Británica UK Naric. Esta situación estaba causando un grave perjuicio a los pro-

fesionales españoles y una discriminación laboral en toda regla.

El camino para conseguir esta importante resolución ha sido largo y difícil. El punto de inflexión en esta problemática fue el momento en el que se consiguió que el Ministerio de Educación Británico encargase un informe independiente, para el estudio de la titulación de ingeniero técnico, al Engineer Council of UK, organismo regulador del Reino Unido de la profesión de ingeniero. El pasado 13 de noviembre, el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, recibía la visita de dicho organismo.

La reunión fue el resultado del esfuerzo realizado por el Cogiti en los últimos años para intentar solucionar de forma definitiva una problemática que estaba perjudicando seriamente a los ingenieros técnicos españoles, y más aún si tenemos en cuenta la evasión de este colectivo profesional hacia países de la UE con déficit de ingenieros, como es el caso de Reino Unido.

Al encuentro asistieron Katty Turff y Andy Watson, por parte de Engineer

Council of UK. Además, el presidente del Cogiti estuvo acompañado por Gerardo Arroyo, director de la Oficina Europea del Cogiti; Juan de Dios Alférez, en representación de la Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Ingenieros (FEANI); Margarita Lezcano-Mújica y Belén Hernández, de la Secretaría General de Títulos y Reconocimiento de Cualificaciones del Ministerio de Educación; Carolina Jiménez, del British Council Madrid, y Esteban Sánchez y Ramón Hernández, de la Universidad de Salamanca, quienes explicaron el plan de estudios del título de ingeniero técnico industrial.

Con toda la información recopilada, la delegación del Engineer Council of UK elaboró un informe para aclarar la incorrecta equiparación del título de ingeniero técnico industrial español en Reino Unido. Este informe emitió la recomendación de considerar a los ingenieros técnicos españoles *Bachelor degree*, que ahora ha sido aceptada por la agencia británica UK Naric, como establece en su informe *Evaluation of Spanish the Ingeniero Técnico*

in the UK. Response to the Engineering Council UK report. UK Naric es la agencia nacional que, en nombre del Gobierno del Reino Unido, es responsable de proporcionar a las empresas y universidades la información relativa a la equivalencia en dicho país de las titulaciones obtenidas fuera de sus fronteras.

### Numerosas actuaciones ante la Comisión y el Parlamento Europeo

Durante todo el proceso, hasta llegar a esta resolución favorable, el Cogiti ha llevado a cabo numerosas actuaciones, entre las que destacan la denuncia que presentó ante la Comisión Europea, al objeto de que se abriera una investigación para dilucidar si se estaba vulnerando el derecho a la libre circulación de personas y trabajadores, así como el derecho al acceso a la educación, fruto de la equiparación errónea que estaba realizando UK Naric. El presidente del Cogiti formuló también una petición al Parlamento Europeo para requerir a UK Naric que revisara la citada equiparación.

Además, en el transcurso de todo este periplo, el Cogiti logró el apoyo de eurodiputados, como el mostrado desde el principio por Antonio López-Istúriz, que también es secretario general del Partido Popular Europeo.

Por otra parte, el presidente del Cogiti se reunió en Bruselas con los eurodiputados Carlos Iturgaiz (Comisión de Peticiones PE), Pablo Arias (Comisión de Mercado Interior PE) y Verónica López (Comisión de Empleo PE), para trasladarles la problemática. De este modo, el eurodiputado Pablo Arias Echevarría presentó una pregunta parlamentaria al Parlamento Europeo en la que instaba a la Comisión Europea a velar por la correcta equiparación del título de ingeniero técnico industrial en Reino Unido.

De forma individual, ingenieros técnicos españoles que desarrollan su vida profesional en el Reino Unido, y guiados por el Cogiti, también presentaron denuncias ante la Comisión Europea por la incorrecta equiparación de su título.

Afortunadamente, todo este esfuerzo y trabajo no ha sido en vano. "Se trata de una excelente noticia que nos llena de satisfacción y optimismo, que como no podía ser de otra forma elimina el último obstáculo que nos quedaba para ser considerados ingenieros de primer nivel en toda Europa", manifestó José Antonio Galdón, al tiempo que agradecía a todas las partes implicadas el enorme esfuerzo realizado para su consecución.

## COGITI

# Acuerdo con el SEPE que abrirá las puertas a la movilidad internacional



José Antonio Galdón y María Reyes Zatarain, en la firma del convenio de colaboración.

Coordinar, impulsar y facilitar la movilidad internacional de los ingenieros técnicos industriales y grados en ingeniería de la rama industrial es el objetivo del acuerdo de colaboración suscrito recientemente entre José Antonio Galdón Ruiz, presidente del Cogiti, y María Reyes Zatarain del Valle, directora general del SEPE (Servicio Público de Empleo Estatal) como representante de la Red Eures en España.

Con la intención de mejorar la difusión y el acceso de los profesionales colegiados a las ofertas de empleo de la Red Eures, en el convenio se acuerda que ambas partes establecerán un flujo permanente de información relacionada con la movilidad europea entre Eures-España y el Cogiti, además de la colaboración en aquellas actividades de gestión de ofertas de empleo, orientación e información relacionadas con la movilidad profesional en Europa, dirigidas al citado colectivo profesional.

Asimismo, Eures-España y el Cogiti intercambiarán información de referencia sobre el mercado de trabajo profesional. Al mismo tiempo, EURES-España participará en las actividades relacionadas con la movilidad que se desarrollen a iniciativa del Cogiti, entre otros acuerdos de colaboración mutua adoptados.

### Programa de movilidad

El convenio se enmarca en el Programa de Movilidad Internacional del Cogiti, muy ligado también al Sistema de Acreditación

DPC Ingenieros ([www.acreditacioncogitidpc.es](http://www.acreditacioncogitidpc.es)), que certifica la experiencia y formación de los profesionales (desarrollo profesional continuo), clasificándolos bajo cuatro niveles. Esto permite la correcta identificación y garantía de veracidad de los ingenieros de cara al empleador, a través de un *currículum acreditado*, al tiempo que exige un reciclaje continuo de conocimientos para el correcto desarrollo del ejercicio profesional.

A diferencia de lo que ocurría antes del comienzo de la crisis, los ingenieros han visto que sus perspectivas laborales en España han dado un vuelco significativo, y son muchos los que, pese al llamamiento realizado por países como Alemania, se encuentran desorientados a la hora de iniciar el camino para lograr una auténtica movilidad internacional. Por ello, el Cogiti puso en marcha en el año 2012 un programa de movilidad, con el fin de articular la búsqueda de nuevas salidas laborales para los ingenieros españoles en países donde existe un déficit de este colectivo profesional. Desde entonces, ha firmado numerosos convenios de colaboración con prestigiosas empresas de selección de personal cualificado (*head hunters*) para canalizar la captación directa de talento.

Sin embargo, y para que nuestro país no pierda definitivamente todo este capital humano, es necesario también llevar a cabo un *plan de retorno* de los profesionales, y desde el Cogiti se trabaja, asimismo, para ello.

# El portal de In.Me.In. ya está disponible para aquellos que deseen inscribirse en el Registro de Ingenieros Mediadores

Con la constitución de la Institución de Mediación de Ingenieros (In.Me.In.) y la creación del portal [www.inmein.es](http://www.inmein.es), el Cogiti pone a disposición de la sociedad y de las Administraciones estatal, autonómicas y locales una herramienta de búsqueda y designación de ingenieros mediadores para la intervención en procedimientos de mediación en que, conforme señala la Ley 5/2012 y el Real Decreto 980/2013 que la desarrolla, las partes interesadas de forma libre y voluntaria decidan acudir a este procedimiento para resolver sus conflictos.

De este modo, el portal de In.Me.In. ya está disponible para todos los mediadores que deseen inscribirse en el Registro de Ingenieros Mediadores (RIM) de su delegación territorial, que será presentado durante el mes de abril en la Dirección General de los Registros y del Notariado, para su incorporación, conforme señala el desarrollo reglamentario de la Ley, al registro de mediadores del Ministerio de Justicia.

## Solicitudes de mediación

Por su parte, las solicitudes de mediación se recibirán a través del portal de mediación por petición de los interesados, que deberán cumplimentar el formulario correspondiente (en el menú "Inicio"), después de indicar el ámbito territorial o la zona para la que se requiere un mediador. El sistema tramitará de forma automática esta solicitud de mediación asignando inicialmente un mediador, teniendo en consideración varios aspectos como son el área geográfica, la materia de mediación y el riguroso orden de inscripción entre los inscritos que cumplan las citadas condiciones de área y materia. Al mediador designado se le remitirá por correo electrónico un extracto o resumen de la mediación solicitada, junto con los datos del solicitante o solicitantes.

La normativa del RIM fue aprobada en el pleno/asamblea del Cogiti, celebrado el pasado 11 de enero. En la normativa se recogen diversas cuestiones relativas a la forma y el orden de acceso al RIM, la información que deben proporcionar los mediadores, el alta y la baja en el registro, la comprobación y actualización de datos, los costes administrativos de inscripción y la formación continua del mediador.

De este modo, se indica que podrán acceder al registro, con carácter general, tanto los profesionales de la ingeniería técnica industrial que estén colegiados en alguno de los 50 colegios agrupados en el Cogiti (y que hayan acreditado haber superado la formación habilitante requerida por la ley 5/2012), como los titulados de cualquier rama de la ingeniería, siempre que se encuentren en activo en la profesión y cuenten con una póliza que garantice su responsabilidad civil profesional por una cuantía mínima de 2,5 millones de euros. Igualmente, se comprobarán los requisitos marcados por la ley a efectos fiscales.

Por otra parte, los mediadores deberán realizar una o varias actividades de formación continua en materia de mediación, de carácter eminentemente práctico, al menos cada cinco años, las cuales tendrán una duración total mínima de 20 horas. La realización de cursos de especialización en algún ámbito de la mediación permitirá cumplir el requisito de la formación continua del mediador.

## Presentaciones de In.Me.In. en los colegios

Desde su creación, numerosos colegios de ingenieros técnicos industriales han llevado a cabo una serie de actos para presentar en sociedad la Institución de Mediación de Ingenieros. A continuación, repasamos algunos de ellos.

### Granada

El salón de actos de la Confederación Granadina de Empresarios acogió el pasado 3 de diciembre la presentación de la Institución de Mediación de Ingenieros (In.Me.In.) y la entrega de diplomas de la primera promoción de alumnos que han superado el Curso de Mediación para Ingenieros.

El acto estaba organizado por el COITI de Granada, y contó con la intervención del presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, que explicó al público asistente a esta jornada informativa las líneas básicas de la Institución de Mediación acompañado por el decano del colegio, Isidro Román López.

En el acto intervino también Pilar Calatayud Pérez, directora-gerente del patronato público-privado de la Fundación Pública Andaluza Mediara, con una ponencia titulada *Una maquinaria bien engrasada: la mediación*. Destacó: "En estos momentos estamos preparados, pero debemos divulgar socialmente la mediación para que cale en la sociedad". En esta línea, presentó dos vídeos divulgativos que forman parte de la última campaña de difusión de la mediación *Nosotros decidimos*, de ámbito europeo y que tiene como eslogan "Mediación: del diálogo nace la solución".

El acto finalizó con la entrega de los diplomas a los alumnos que han realizado el Curso de Mediación para Ingenieros,

Presentación de la Institución de Mediación de Ingenieros en Granada.







Presentación de la Institución de Mediación de Ingenieros en Murcia.



Presentación de la Institución de Mediación de Ingenieros en Alicante.

impulsado por el Cogiti y que les acredita como mediadores judiciales en cumplimiento de las prescripciones de la Ley 5/2012, de 6 de julio de Mediación en Asuntos Civiles y Mercantiles.

### Región de Murcia

El pasado 10 de diciembre, José Antonio Galdón presentaba en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales y Grados en Ingeniería Rama Industrial Región de Murcia la Institución de Mediación de Ingenieros. En el acto participó también el decano de los Jueces de la región, el Excmo. Sr. D. Miguel Pasqual de Riquelme.

En el transcurso de dicho evento, además de presentar In.Me.In. y entregarse los diplomas a los nuevos ingenieros mediadores, se anunció la segunda edición del curso de mediación, así como el Punto Neutro de Profesionales de la Mediación en Murcia y la Unidad de Mediación Intrajudicial.

Por otra parte, el consejero de Presidencia de la CARM, Manuel Campos, recibió ese mismo día, por la mañana, a José Antonio Galdón, a quien, acompañado por el secretario del colegio, Alfonso García, presentaron la Institución de

Mediación de Ingenieros como "herramienta de asesoramiento de los ciudadanos destinada a resolver conflictos relacionados con la ingeniería y en otros ámbitos de trabajo de este colectivo profesional, como el comercio, la propiedad, la seguridad, los productos y los seguros".

### Alicante

La presentación en Alicante tuvo lugar el pasado 31 de enero. Además de José Antonio Galdón Ruiz y el decano de COLTIA, Antonio Martínez-Canales Murcia, la mesa presidencial estuvo formada por Antonio Gastaldi Mateo, secretario autonómico de Justicia, que fue el primero en intervenir; Álvaro Prieto Seva, director territorial de la Consellería de Bienestar Social de la Generalitat Valenciana en Alicante, y Marta García-Romeu, segunda teniente de alcalde y concejal de Urbanismo del Ayuntamiento de Alicante.

Álvaro Prieto manifestó que la Generalitat valenciana apoya y aplaude la iniciativa del Consejo General y de los colegios con respecto a la Institución de Mediación de Ingenieros, así como el curso de Mediación para Ingenieros puesto en marcha por el Cogiti. También Marta García-Romeu expresó su apoyo explícito a In.Me.In. y anunció que el Ayuntamiento de Alicante apoyará las prácticas de los ingenieros mediadores judiciales en el Consistorio.

### Castellón

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, junto al decano del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales y de Grado de Castellón, José Luis Ginés, presentó el pasado 14 de febrero, en el Casino Antiguo de la capital de La Plana, la Institución de Mediación de Ingenieros (In.Me.In.), constituida en el seno del Consejo General para acoger a mediadores de cualquier rama de la ingeniería.

El secretario autonómico de Justicia de la Generalitat Valenciana, Antonio Gastaldi, que nuevamente fue invitado a participar en la presentación, resaltó que el Consell apoya estas iniciativas de los colectivos profesionales y "especialmente esta de los ingenieros técnicos industriales". También destacó que desde su secretaría se apoyará la difusión de los trípticos que ha confeccionado la Institución de Mediación de Ingenieros, en los juzgados de todos los partidos judiciales de la Comunidad Valenciana. Este hecho confirma el apoyo a la mediación, así como a la formación que desde el Consejo General se está impartiendo para ingenieros.

Presentación de la Institución de Mediación de Ingenieros en Castellón.



# La Acreditación DPC Ingenieros supera con éxito la auditoría y obtiene el certificado de calidad del sistema

La Acreditación DPC Ingenieros del Cogiti ha obtenido la certificación de su sistema de gestión, expedido por el organismo independiente Dekra Certification, al cumplir los criterios de procedimiento y funcionamiento óptimos en el reconocimiento del desarrollo profesional continuo. La auditoría de dicha entidad certificadora ha determinado que las actividades y los resultados relativos a la calidad cumplen las disposiciones establecidas previamente en la normativa del Sistema DPC, que a su vez han sido implantadas de forma efectiva y adecuada para alcanzar los objetivos marcados.

La normativa establece la realización de una auditoría anual de las solicitudes de Acreditación DPC, así como otra con una periodicidad de tres años referente a la normativa y los procedimientos, para corroborar que el sistema de gestión sigue cumpliendo con los requisitos de la norma de certificación.



La auditoría realizada por Dekra garantiza, por tanto, la excelencia del sistema, que avala a su vez el compromiso del Cogiti con

el desarrollo profesional de los ingenieros, al ofrecerles las herramientas necesarias para alcanzar verdaderas oportunidades laborales. Al mismo tiempo, supone una garantía para las empresas y las consultoras de selección de personal colaboradoras, ya que les permite disponer de currículos acreditados, es decir, que en el proceso de reclutamiento de personal cuentan con una certificación de veracidad de los perfiles profesionales demandados.

Dekra Certification es un organismo de certificación independiente, acreditado internacionalmente y líder mundial en este ámbito. Está acreditado como entidad de certificación por la entidad de acreditación alemana DAkkS para la certificación de sistemas de gestión. DAkkS es signataria de los Acuerdos de Reconocimiento Multilateral del Foro Internacional de Acreditación (IAF), y por tanto, los certificados de Dekra Certification son aceptados en todo el mundo.

## Presentación en Vigo de In.Me.In. y la Acreditación DPC

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, participó en diciembre en varios actos organizados por el Colegio de Vigo, en los que presentó la nueva Ley 8/2013 de Rehabilitación, Regeneración y Renovación urbanas, además de la Institución de Mediación de Ingenieros (In.Me.In.) y la Acreditación DPC.

En su primera ponencia, Galdón abordó la repercusión sobre la profesión de ingeniero técnico industrial de la Ley 8/2013, publicada en el BOE el pasado 27 de junio. Según esta ley, todas las edificaciones con más de medio siglo desde su construcción precisarán antes de 2019 un informe de evaluación de edificios (IEE), emitido por un técnico competente. Por ello, el Cogiti ha comenzado a trabajar en torno a la emisión de dichos informes, que además abren las puertas a nuevas oportunidades laborales para el colectivo.

La presentación tuvo lugar en la sede Ciudad de la Escuela de Ingeniería Industrial, y contó con las intervenciones de Jorge Cerqueiro Pequeño, decano del Colegio de Vigo, y de Marta Ribó, jefa del



De izquierda a derecha, Marta Ribó, Jorge Cerqueiro Pequeño y José Antonio Galdón Ruiz.

Área de Ámbitos Históricos y Patrimonio Municipal de la Gerencia de Urbanismo del Concello de Vigo.

Al día siguiente, el presidente acudió al acto de divulgación de la mediación en el Auditorio Municipal de Vigo, donde tuvo lugar la presentación de In.Me.In. y la entrega de diplomas del Curso de Mediación del Cogiti. Además de José Antonio Galdón, participaron también en el acto Abel Caballero, alcalde de Vigo, y Germán Serrano, juez decano de Vigo.

Finalmente, Galdón se reunió con colegiados de Vigo y alumnos de la Escuela de Ingeniería Industrial en el acto de divulgación del Sistema DPC. En su ponencia señaló que se trata de "un sistema en el que lo que se hace es evaluar la experiencia y la formación". También hizo hincapié en que este nuevo sistema debe mantener la formación continua, y proporciona a los profesionales un título profesional (currículum certificado) al tiempo que da seguridad a los empleadores.



## CANTABRIA

# El colegio inaugura su nueva sede sociocultural

El Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Cantabria inauguró el pasado 26 de febrero las nuevas dependencias del club sociocultural para los colegiados, denominado Espacio INGenieros y que está situado en la calle Magallanes de la capital santanderina. Esta nueva sede se suma a la que el colegio tiene actualmente en la calle Burgos, donde se prestan los servicios técnicos y de asesoría a los colegiados. El nuevo espacio abierto desde ayer ocupa una superficie de 165 metros cuadrados útiles, en el que los colegiados podrán encontrar publicaciones generales y específicas de su profesión, además de cafetería, salón de lectura y juegos y un área destinada a la formación, lúdico y de ocio. El decano del Colegio, Aquilino de la Guerra, manifestó que este espacio "además de incentivar la convivencia, servirá para abrirnos a otros sectores, colectivos y a la ciudad".

El acto de inauguración de la nueva sede contó con la presencia del alcalde de Santander, Íñigo de la Serna, y la concejala de Turismo, Gema Igual, entre otras destacadas personalidades del ámbito social y universitario. También asistieron miembros de la junta de gobierno actual y de las anteriores, así como decanos y representantes de colegios profesionales, además de colegiados, que pudieron comprobar el magnífico espacio con el que cuentan a partir de ahora.

Por otra parte, el día anterior, 25 de febrero, tuvo lugar en la sede colegial la toma de posesión de la nueva junta de gobierno, con el decano, Aquilino de la Guerra Rubio, a la cabeza, que ha sido reelegido. La junta está formada, además, por José M<sup>a</sup> Alaya Rasines (vicepresidente), Enrique González Herbera (secretario), Noemí Fernández Mora (vicesecretaria), Juan Carlos González Coca, Ángel Palmero Mangado, Mercedes Belmonte Santibáñez y Gerardo Pellón Cueto (vocales), Joaquín González Miguel (interventor) y Ramón Llata Magaldi (tesorero).

### Nuevos horizontes profesionales

A continuación, el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, tras felicitar y dar la enhorabuena a todos ellos, se dispuso a pronunciar la conferencia *sobre Nuevos horizontes profesionales*. Durante su



Arriba, toma de posesión de la nueva junta de gobierno del colegio de Cantabria. Abajo, acto de inauguración de las nuevas dependencias del colegio.



intervención, habló acerca de los temas más relevantes que afectan a la profesión y a los profesionales, así como de los nuevos retos a los que se enfrentan. Uno de ellos es el relativo al empleo, y anunció que el Cogiti pondrá en marcha próximamente la Plataforma proempleoingenieros.com, que nace con el objetivo de ser la primera plataforma global de empleo en España especializada en ingenieros técnicos industriales, dirigida a impulsar la empleabilidad de los profesionales, y apoyar el desarrollo de su carrera profesional.

También se refirió al proyecto de Agencia de Colocación, en la que el Consejo General ya está trabajando para ser autorizado, así como a otros servicios ya consolidados como la acreditación profesional

(Desarrollo Profesional Continuo), el Programa de Movilidad Internacional y el Punto de Contado en Alemania.

En cuanto a la formación continua, el presidente habló de la Plataforma de Formación *e-learning* del Cogiti, que ya cuenta con más de 4.000 alumnos matriculados, y en referencia a las nuevas salidas profesionales se centró en la mediación para ingenieros y en las oportu-

nidades que ofrece la Ley 8/2013 de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas, en lo que respecta al Informe de Evaluación de Edificios. Además, explicó el marco actual de las titulaciones universitarias.

Otro de los temas tratados por el presidente en su ponencia fue el anteproyecto de ley de Servicios y Colegios Profesionales, al que el Cogiti ha presentado alegaciones ante el Ministerio de Economía y Competitividad, referidas al visado, la colegiación y la certificación profesional.

Tras su ponencia, el presidente del Consejo General respondió a las consultas planteadas por los numerosos colegiados asistentes al acto, que mostraron su interés por todos los temas expuestos.



## CONSEJO GENERAL

# El Cogiti desarrolla una aplicación en LinkedIn para los ingenieros acreditados y crea un grupo profesional

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial ha desarrollado una aplicación en la red social LinkedIn, gracias a la cual los ingenieros acreditados podrán hacer valer su Acreditación DPC en su perfil profesional de LinkedIn.com.

Con esta iniciativa, el Cogiti pretende proporcionar una mayor visibilidad del nivel de formación de los ingenieros en esta red social. Mediante este servicio, los ingenieros acreditados en cualquiera de los niveles podrán acceder a su área privada, generar una URL e introducirla en el apartado de certificaciones de su perfil profesional de LinkedIn.

La principal ventaja de esta aplicación es que las empresas reclutadoras y los usuarios de Internet podrán visualizar el nivel de acreditación de los ingenieros en el registro *online* existente.

Para hacer uso de esta herramienta, los ingenieros acreditados usuarios de



LinkedIn deberán seguir cinco sencillos pasos: 1) acceder a su cuenta a través del portal [www.acreditacioncogitidpc.es](http://www.acreditacioncogitidpc.es); 2) entrar al área SDK acreditación; 3) seleccionar la opción "Genera tu URL" y copiar el enlace generado; 4) acceder a su perfil de LinkedIn, y seleccionar "Editar perfil"; 5) En el apartado "Certificaciones", completar la información requerida,

y 6) en "URL de la certificación", pegar la URL generada en la web de la Acreditación DPC [www.acreditacioncogitidpc.es](http://www.acreditacioncogitidpc.es).

El Cogiti espera que este nuevo servicio suponga una facilidad para los ingenieros a la hora de acceder a las ofertas de empleo y que fomente así un mayor intercambio de información sobre los perfiles profesionales de los ingenieros acreditados en LinkedIn.

Otra de las novedades que ha incorporado el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial en la red social LinkedIn es la creación de un grupo denominado "Ingenieros acreditados - Acreditación DPC Ingenieros", al que podrán acceder, mediante el envío de una solicitud, los ingenieros interesados en compartir experiencias con relación al nuevo título profesional de la Acreditación DPC Ingenieros del Cogiti.

## Galdón expone en Navarra los nuevos retos profesionales

En una jornada organizada por el Colegio de Navarra, el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, habló sobre los nuevos horizontes profesionales y expuso las dificultades de la situación actual que hay que afrontar "con emprendimiento, autoempleo, trabajo de calidad, seguridad y formación continua". En este sentido, recaló las oportunidades que se presentan en nuevos campos como la mediación de ingenieros y la certificación energética, aunque, sobre este punto, censuró la mala praxis que se está produciendo con certificados realizados a distancia. Según indicó, "el código deontológico de los ingenieros técnicos industriales no permite certificar algo que no se ve". Y añadió: "La base de un país es la competitividad pero entre iguales, con las mismas reglas de juego para todos".

Galdón también presentó las novedades sobre la Ley 8/2013 de 26 de junio de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbanas, que incluyen la obligatoriedad del informe de evaluación de edificios para aquellos inmuebles de más de 50



José Antonio Galdón, acompañado por el decano del Colegio, Gaspar Domench; el director general de Vivienda, José Antonio Marcén, y Enrique de León, de Wolters Kluwer.

años. Sobre las competencias en este asunto, destacó que la ley "es muy clara", y que estos informes podrán ser suscritos por los técnicos facultativos competentes, como los ingenieros técnicos industriales.

Por su parte, el director general de Ordenación del Territorio, Movilidad y Vivienda del Gobierno de Navarra, José Antonio Marcén, destacó que en la Comunidad Foral hay 132.000 viviendas de más de 50 años y que se van a mantener las subvenciones para rehabilitación. Sobre

el decreto que regula los informes de evaluación de edificios en la Comunidad Foral, explicó que su publicación definitiva en el BON será probablemente en el segundo trimestre de 2014. Finalmente, intervino Enrique de León, experto en Urbanismo del Grupo Wolters Kluwer, para presentar la aplicación Admite Profesional para tabletas, que permite agilizar la realización de los informes de evaluación de edificios conforme a la ley y en cuyo desarrollo participa el Cogiti.

## FORMACIÓN

# La ingeniería técnica industrial pone en marcha un programa de becas para los colegiados desempleados

Los ingenieros técnicos industriales y grados de ingeniería de la rama industrial desempleados que participen en las acciones formativas de la plataforma de formación *e-Learning* del Cogiti obtendrán becas por valor del 50% del precio del curso para colegiados, con el objetivo de ayudarles a obtener una formación completa y diversificada para lograr un empleo. Con esta medida, aprobada por unanimidad en el pleno asamblea del Cogiti, celebrado el pasado 11 de enero, se pretende ayudar a que los ingenieros desempleados puedan seguir formándose, e incrementar así sus posibilidades de encontrar un trabajo.

"Habida cuenta de la importancia que tiene la formación continua para los ingenieros, y desde el valor de la solidaridad que tiene que imperar en los colegios pro-



fesionales, no podíamos permanecer impasibles ante la situación de crisis actual; debíamos contribuir de alguna manera a paliar los efectos del desempleo ayudando a las personas que más lo necesitan", señala el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz.

En la concesión de las becas intervienen todas las partes que integran la plataforma de formación *e-Learning* (Cogiti, colegios, gestor de la plataforma y propie-

tarios de los cursos). El programa de becas comenzó con los cursos que iniciaron la matriculación el 1 de febrero, e incluye la práctica totalidad de la oferta formativa, a excepción de algunos cursos especiales.

Aquellos que estén interesados en acogerse al programa deberán solicitar la beca a su colegio a través del formulario que se encuentra disponible en la web de la plataforma ([www.cogitifformacion.es](http://www.cogitifformacion.es)) y aportar copia vigente de la solicitud de demanda de empleo. Desde el Cogiti anima a los colegiados desempleados a aprovechar esta oportunidad y a informarse de los numerosos y variados cursos impartidos en la plataforma, que son constantemente actualizados y están basados en criterios de calidad, tanto en los contenidos como en las metodologías de la formación.

## TRIBUNALES

# Nueva sentencia favorable en Castilla-La Mancha que elimina barreras entre ingenieros e ingenieros técnicos

La reciente sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Castilla-La Mancha tumba literalmente los principios del Decreto 6/2011 por el que se regulan las actuaciones en materia de certificación energética en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha y se crea el Registro Autonómico de Certificadores de Eficiencia Energética de Edificios y Entidades de Verificación de la Conformidad.

El decreto, en sus artículos anulados por el recurso interpuesto por el Cogiti y por el Consejo General de Ingenieros Técnicos Industriales de Castilla-La Mancha (CogitiCM), indicaba que para poder ser entidad de verificación se debía ser o tener contratado a un arquitecto o ingeniero de ciclo largo, obviando a los ingenieros técnicos, lo que ha resultado ser un despropósito que hay que subsanar.

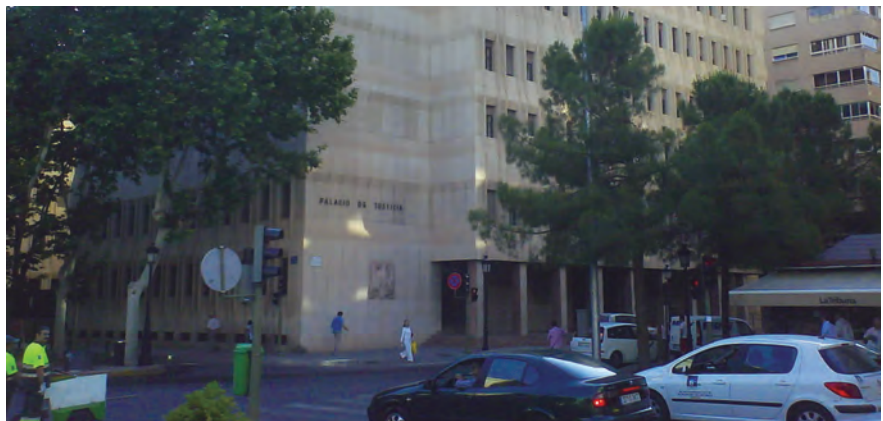
Además de lo anterior y al objeto de poder registrar las entidades de verificación de la conformidad unipersonales, se venía a obligar al igual que ocurre con las OCA, a la obligatoriedad de la acreditación por ENAC, lo cual ha sido nueva-

mente desestimado por esta sentencia, que se suma a la emitida recientemente por el Tribunal Superior de Justicia de Andalucía y a las dos sentencias del Tribunal Supremo que avalan las teorías del Consejo General.

En definitiva, una vez más, tiene que ser la justicia la que ponga en su sitio a la enorme influencia que determinadas pro-

fesiones tienen en las Administraciones y que provocan situaciones tan desafortunadas e injustas como la ocasionada por este decreto autonómico. En este sentido, desde el Consejo General y los colegios se seguirá trabajando para que se haga justicia con nuestra profesión y nuestros colegiados para servir a nuestra sociedad como se merece.

Sede del Tribunal Superior de Justicia de Castilla-La Mancha, en Albacete.



# Regreso al futuro

Remedando a Lope de Vega escribía Vaca-  
rezza, autor de dramas y comedias popula-  
res en el Buenos Aires de los *felices 20*, ade-  
más de tangos tan conocidos como *Ota-  
rio que andás penando*:

*Un soneto me manda hacer Castillo  
y yo, para zafarme de tal brete,  
en lugar de un soneto haré un sainete,  
que para mí es trabajo más sencillo.*

Aunque en mi caso en lugar de Castillo  
debiera decir Cerqueiro, nuestro querido  
decano, pero la rima consonante de su ape-  
llido es complicada en castellano, y en lugar  
de soneto una carta abierta a los nuevos pro-  
fesionales de la ingeniería libremente basada  
en la conferencia que impartí en el paraninfo  
de la EUETI de Vigo en junio de este mismo  
año con motivo de la entrega de insignias a  
los titulados en el curso 2011-2012.

*Regreso al futuro* titulaba yo entonces la  
citada conferencia parodiando la película de  
1985 de Robert Zemeckis. Y justificaba tal  
desfachatez aduciendo que se trataba, efec-  
tivamente, de un regreso, el de un viejo inge-  
niero enfrentado a su jubilación, al futuro, el de  
los recién egresados. Pretendía con esta figura  
literaria, subrayar los paralelismos entre situa-  
ciones semejantes alejadas en el tiempo: mi  
pasado y vuestro futuro.

Y puestos ya en el terreno de las confiden-  
cias, confesaba que tampoco tenía muy cla-  
ras las razones que en su momento me lle-  
varon a una escuela de ingenieros. Si fue  
por eliminación, esto no, esto tampoco, esto  
otro es muy caro, o por simple cobardía, por  
no tener la convicción necesaria para seguir  
mi vocación artística y pasar hambre y pena-  
lidades en la búsqueda de la fama, o por sen-  
tido de la responsabilidad, o simplemente por-  
que era demasiado joven para saber cuál de  
todos los caminos era el mío, ignorando que  
tu camino es, precisamente, el que eliges por-  
que los demás ya no son ni serán jamás tuyos.

Sin embargo, puedo decir que todo lo  
que hice en la vida, profesión de ingeniero  
incluida, lo hice con entusiasmo, con alegría,  
sin odiar jamás los lunes e intentando ser  
cada día mejor en mi profesión. Lo que me  
recuerda el consejo de mi padre:

—Manolo, no hagas medicina, que estarás  
estudiando toda la vida.

E hice una ingeniería y, sin embargo, estuve  
estudiando toda la vida, y sigo estudiando toda-  
vía hoy. Y pienso seguir estudiando hasta que  
el Alzheimer me lo impida. Y no le pude

decir a mi padre que se equivocaba porque  
murió muy joven, pero os lo puedo decir a vos-  
otros, aunque a lo peor me hacéis tanto caso  
como el que le hacía yo a mi padre.

Aunque, por otra parte, estoy convencido  
de que la vocación de ingeniero se lleva casi  
casi en el ADN. De hecho, para descubrir hasta  
qué punto los que cursaban esta carrera lle-  
vaban implantado ese condicionamiento  
durante una parte importante de mis años de  
docencia, hacia una encuesta a mano alzada  
consistente en responder a una sencilla pre-  
gunta: ¿Cuántos de los presentes habían des-  
montado de niños sus juguetes para averiguar  
lo que les hacía funcionar? El resultado solía  
ser bastante desmotivador, pero probable-  
mente ni la pregunta ni el método eran los más  
adecuados para descubrir si dentro llevaban  
un físico con sentido práctico, que es una  
de tantas frases ingeniosas utilizadas para  
señalar alguna de las singularidades de nues-  
tra profesión, esa profesión que también yo  
estaba deseando comenzar a ejercer.

## Mi primer día de trabajo

Mi primer día de trabajo no empezó muy bien.  
La noche anterior no había dormido mucho  
pensando en qué rincón de la memoria esta-  
rían mis conocimientos de máquinas eléctri-  
cas, y hoy después de un corto recorrido por  
las instalaciones de la fábrica de motores en  
la que desarrollaría ese trabajo acabaron de  
convencerme de que ni los libros ni el pro-  
fesor de la materia lo habían preparado para  
enfrentarse con la realidad.

Sorprendentemente, todo el mundo, com-  
pañeros, y de forma especial el jefe de labo-  
ratorio, Ion Uriarte, me tomaron bajo su pro-  
tección, de forma que en poco tiempo todo lo  
que no había aprendido en la enseñanza  
reglada lo aprendí a su abrigo. ¿Sorprenden-  
temente? Pues no, ya que poco tiempo des-  
pués comencé a trabajar en una fábrica de  
transformadores en Erandio. Y, de nuevo, sino  
la misma historia otra muy parecida, y una larga  
amistad con su director técnico, que solamente  
su muerte truncó. Conclusión: hay mucha más  
gente buena que mala; lo que pasa es que  
estos últimos se hacen notar más.

Sin embargo, resulta fácil argüir que para  
tener miedo a hacer mal un trabajo es primor-  
dial tenerlo, y hoy no hay trabajo. Pero no es  
del todo cierto. Hay poco pero conforta saber  
que la profesión que uno eligió no es de las  
que menos salidas profesionales tiene. Según

un reciente informe de Adecco, administra-  
ción y dirección de empresas, con el 4,2% de  
las ofertas de empleo, e ingeniería industrial  
con el 3,3% del total, son las profesiones más  
demandadas... seguidas por ingeniería infor-  
mática, con el 2,96% e ingeniería técnica  
industrial con el 2,89%.

Pecando de optimista, hay salidas profe-  
sionales para un ingeniero y no la totalidad de  
ellas pasan por la Siemensstadt en Berlín.  
Aunque si pasaran tampoco estaría tan mal.  
Ya sabemos que los mozos españoles emi-  
gran debido a su espíritu aventurero (por lo  
menos en opinión de Marina del Corral)  
¡Cosas del exceso de dopamina! Añadiría la  
Universidad Vanderbilt (de la que pocos  
habían oído antes), que afirma que las perso-  
nas con mayor circulación de dopamina tienen  
una mayor tendencia a buscar nuevas expe-  
riencias, como la exploración de lugares inhó-  
spitos o la de emigrar en busca de trabajo.

Es posible que lo de la dopamina, o algún  
otro neurotransmisor de nombre semejante,  
tenga algo que ver con otro miedo. Otro  
miedo que no tenéis, y que no estaría del  
todo mal que tuvierais o que, por lo menos,  
estuvierais advertidos para, llegado el  
momento supierais gestionar correctamente.  
Estoy hablando del miedo a no ser capaz de  
hacer lo que sabemos que es correcto.

Por poner un ejemplo actual: soy director  
de una sucursal de un banco. Si no llego a la  
cifra establecida de participaciones preferen-  
tes perderé mi puesto de trabajo. Tengo unos  
clientes jubilados con no muchos conoci-  
mientos que confían en mí y me preguntan por el  
producto. ¿Qué les digo? ¿Les vendo las pre-  
ferentes y salvo mi puesto de trabajo o les digo  
lo que de verdad pienso de los riesgos que  
tal inversión a la pareja? U otro ejemplo: soy  
un ingeniero con un puesto importante en una  
compañía eléctrica que está aplicando unas  
conductas lesivas para los derechos de los  
clientes. ¿Qué hago? ¿Lo denuncio y pierdo  
mi trabajo o miro para otro lado?

La verdad es que nadie nos ha preparado  
para hacer lo correcto. No existe la materia de  
ética profesional en (que yo sepa) ninguna de  
las ingenierías. Aunque al paso que vamos,  
tendremos en un futuro no muy lejano, de  
nuevo en la ingenierías la materia de Reli-  
gión (*Industrial*, decíamos nosotros entonces).  
Aunque bienvenida sea si va a servir para “favo-  
recer el desarrollo de personas libres e inte-  
gras a través de la consolidación de la auto-



estima, la dignidad personal, la libertad y la responsabilidad y la formación de futuros ciudadanos con criterio propio, respetuosos, participativos y solidarios, que conozcan sus derechos, asuman sus deberes y desarrollen hábitos cívicos para que puedan ejercer la ciudadanía de forma eficaz y responsable". A decir verdad, no sé por qué este párrafo no me suena ni un poco como los objetivos de la religión. Pero no nos alejemos de lo que queríamos hablar: de la ética; de esa norma que señala cómo deberían actuar los integrantes de una sociedad, y que, en el caso de la ética profesional, pretende regular las actividades que se realizan en el marco de una profesión, más allá de la deontología, o código de buenas prácticas, que pertenece más al campo de la ética normativa, con sus principios y reglas de cumplimiento obligatorio.

Nadie nos prepara para hacer lo correcto, decía. Más bien, todas las señales que nos manda la propia sociedad, y no solo a través de los medios de comunicación, tratan de apartarnos de ese camino. El resultado es la pirámide de valores que hemos contribuido a edificar, en cuya cumbre reluce como el oro la codicia extrema.

Ya no quedan héroes: los mejores deportistas no son como nos los pintan: defraudan a Hacienda, no conducen el modesto coche que anuncian, promocionan con su imagen juegos de azar, mejoran su rendimiento deportivo al borde de la ley, sino transgrediéndola directamente, y fijan su residencia en paraísos fiscales para evadir impuestos.

Y el resto de figuras públicas no es mejor. Aunque en todo hay excepciones. Ponía como ejemplo la última final del torneo de tenis de Roland Garros. Mientras incontables príncipes, presidentes, directores generales, jefes de gabinete, jefes de protocolo, agentes de seguridad y 20 o 30 amiguetes que pasaban casualmente por allí vuelan a París a "apoyar nuestros colores" con dinero público, el alcalde de Manacor prefiere verlo por televisión con los vecinos convencido que tiene mejores cosas en las que gastar los dineros de todos.

Y de eso se trata precisamente: de que lo ético no sea una excepción. Y de eso quiero precisamente hablar: de la integridad que debe presidir siempre nuestra actuación como ingenieros, tanto en lo público como en lo privado. Porque este país, que por cierto se llama España, no va a cambiar mientras no cambie de paradigmas y noticias como estas aparezcan en primera plana:

- Un físico español recibe el máximo galardón del Gobierno a jóvenes investigadores.

- El presidente recibe en La Moncloa a los jóvenes ganadores del concurso nacional de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

- Solamente el 20% de los jóvenes cien-

tíficos que investigan en el extranjero se plantean regresar a España

- Diego Martínez es elegido por la Sociedad Europea de Física como el mejor físico experimental del bienio. El Gobierno de España le concede la beca Ramón y Cajal.

Aunque para cambiar las cosas no es ocioso saber qué se quiere cambiar y hacia dónde se quiere encaminar el nuevo rumbo. Y en caso de la propia universidad, disponemos de suficientes modelos como para no tenerlo muy claro. Por ejemplo, ¿queremos un modelo alemán de élites basado en el conocimiento científico y la investigación o preferimos el modelo napoleónico y centralista francés? ¿Quizás nos convence más el modelo anglosajón de instituciones privadas con profesores contratados que necesitan obtener un porcentaje de éxito con sus alumnos para mantener su puesto de trabajo o nos convencerán más las universidades corporativas como la Disney University o la Hamburger University, de MacDonald's? Aunque cada uno de nosotros tendrá que analizar las ventajas e inconvenientes de cada modelo y formarse su propia opinión, creo que coincidiremos en que formación en las competencias, sí, pero también formación como personas, para ser protagonistas de nuestra propia vida.

### La labor docente

Y en esto los profesores tenemos nuestra labor. Algunos, los importantes, a enseñaros a pensar, a organizar el conocimiento, a establecer las sinapsis entre los conocimientos aparentemente alejados. Otros, no menos importantes, no voy a caer a estas alturas en la falsa modestia, que aportamos la pincelada final, lo que podríamos llamar el toque de realidad, igualmente necesario. Y ya que hablamos de los profesores, dejadme ejercer de abuelo, que lo soy. Para mí la profesión de docente, por lo menos bajo el punto de vista del comunicador, tiene una parte actuarial importante. Dice mi amigo Cándido Pazó, que de estas cosas sabe mucho, no en vano ejerce la profesión de actor, que cerebro, ojos, corazón y tripas son las cuatro puertas esenciales de la comunicación. El cerebro son las ideas, el hacer reflexionar; los ojos, el deleite estético, la fruición sensorial; el corazón, las emociones, el hacer sentir, y las tripas, la visceralidad, la pulsión energética, eso que los machistas sitúan un palmo más abajo, y que *as mulleres* tienen en su justo lugar.

Y ya puestos, quiero también hablar de las mujeres. Cuando yo hice la carrera solamente había una mujer estudiando la especialidad de electricidad, dos en química y ninguna en mecánica. Mientras en la misma época Peggy Seeger, la hermana pequeña de Pete Seeger, cantaba *Gonna Be An Engineer* (voy ser ingeniera) y alguien les respondía:

*No; lo único que necesitas aprender es a ser una dama.*

*No es tu trabajo intentar mejorar el mundo  
Un ingeniero no puede tener un bebé  
Recuerda, querida, eres una chica.*

Hoy, afortunadamente, todo eso ha cambiado y la importancia del género en un ingeniero es aproximadamente la misma que la del color de sus ojos. No permitamos que las cosas regresen al pasado y que los de siempre nos convenzan de que la revolución ha terminado y que las mujeres debéis regresar a casa para ser el reposo del guerrero.

Avanzad, siempre avanzad, permaneciendo receptivos a los cambios conceptuales, científicos y tecnológicos que vayan surgiendo a lo largo de vuestra vida. Esa actitud a la que denominamos aprendizaje continuo. Y para ello no hay más remedio que mejorar vuestra comprensión lectora. Y leer más, ¡claro está! Incluso cosas que no tengan que ver con vuestra especialidad. Ningún conocimiento os debe ser ajeno, que en la vida se comienza hablando de distribución de energía eléctrica y se acaba hablando de las mejores estrategias para servir birras en la Oktoberfest de Munchen. Y ya que hablamos de Alemania, necesitamos que con el esfuerzo de todos acabemos con la concepción de parte del empresariado español de "50 ingenieros por diez reales";<sup>1</sup> sin olvidar que todos somos, en mayor o menor medida, responsables de la pérdida de valor del papel del ingeniero, pérdida que no tiene como origen único el descrédito del saber académico, sino en mayor medida los trabajos hechos con prisas y malas maneras, los proyectos tipo "para lo que me van a pagar...", y actitudes semejantes. Citando a nuestro decano, no olvidemos que somos profesionales de resolver problemas, no de crearlos.

Poco espacio me queda ya para meterme en más jardines: *14 versos dicen que es soneto*, decía Lope, pero no quiero terminar sin señalar, en este momento de mi vida profesional en el que ya no voy a dirigir más proyectos de fin de carrera, la importancia de este aspecto fundamental en vuestra formación de ingenieros, que en mi experiencia docente es el aspecto más enriquecedor de vuestro proceso de aprendizaje: el momento en el que, con las herramientas cuya utilidad desconociais, construís por vez primera algo que podéis llamar verdaderamente vuestro.

Y nada más, que ya es tiempo. Gracias a unos por la complicidad a otros por la paciencia, e a todos por la atención.

**Manoel da Costa Pardo**  
Ingeniero técnico industrial. Colegio de Vigo

**Nota:** 1. Se trata de un juego de palabras con una obra del gran político, escritor, pintor y dibujante gallego Alfonso Daniel Rodríguez Castelao: *Cincoenta homes por dez réas*.

# Jesús Campo Hortas

Ingeniero técnico industrial y director del aeropuerto de A Coruña

## “El sector aeroportuario es atractivo para cualquier profesional con capacidades y aptitudes”

**Mónica Ramírez**

Jesús Campo Hortas, gallego de 38 años, es ingeniero técnico industrial (especialidad centrales y redes), máster en Dirección de Seguridad de Empresas, y está a punto de terminar la licenciatura en administración y dirección de empresas. Ocupó diversos puestos de responsabilidad en AENA antes de llegar a ser el director del aeropuerto de A Coruña, cargo que desempeña desde junio de 2013, y que ha conseguido después de “mucho trabajo y esfuerzo”, hasta lograr que confiaran en él para esta gran responsabilidad, como él mismo asegura. Aunque en un aeropuerto trabajan profesionales de todo tipo, existen perfiles que encajan en más tareas que otros, y entre ellos se encuentran los ingenieros en general.



Jesús Campo Hortas.

### ¿Cuál ha sido su trayectoria profesional desde que terminó sus estudios de ingeniería técnica industrial?

Mi trayectoria profesional se inició en el año 2000, como becario en una empresa de la automoción. En aquel momento, los ingenieros técnicos teníamos trabajo antes de finalizar la carrera, y ese fue mi caso. Aproveché para acabarla mientras estaba como becario. Un proveedor de esa empresa me contrató como ingeniero responsable de proyectos de diseño de moldes de fundición inyectada.

### ¿Cómo empezó en el sector aeroportuario?

Me presenté a unas plazas externas de AENA en 2005 y las aprobé. Accedí al aeropuerto de Fuerteventura en el departamento de ingeniería y mantenimiento.

### ¿Cómo dio el paso para convertirse en director de aeropuerto?

Con mucho sacrificio y esfuerzo, he ido conquistando hitos profesionales. En 2006 con la nueva normativa de restricción de líquidos, confiaron en mí para desempeñar el papel de jefe de seguridad, y fue un gran esfuerzo de aprendizaje en un campo desconocido para mí, y en un momento en el que fue una revolución en los aeropuertos la aplicación de dicha norma. En esos años hice el máster de director de seguridad en la Universi-

dad de Comillas en Madrid. Tuve que sacrificar mucho de mi vida personal para dedicar todo mi tiempo al trabajo y al estudio. En 2009 me trasladé al aeropuerto de A Coruña, y en el 2011 pasé a la jefatura de ingeniería y mantenimiento. Como cualquier cambio, también supuso una gran tarea de puesta al día y, aunque siempre he contado con el apoyo de mi esposa, no es nada fácil. Durante estos años también he estudiado la licenciatura en administración y dirección de empresas. Ha habido mucho trabajo y mucho esfuerzo, hasta llegar a que confíen en mí para llevar la dirección del aeropuerto.

### ¿Cuáles son las primeras actuaciones que tiene pensado llevar a cabo?

La actuación más importante es continuar con la buena línea de mi antecesora, Cristina Echeverría. Mantener los servicios con calidad, eficiencia y responsabilidad para que el pasajero se sienta cómodo, y le resulte fácil y atractivo volar desde A Coruña.

### ¿Considera que el sector aeroportuario es un área de futuro para los ingenieros técnicos industriales?

El sector aeroportuario es atractivo para cualquier profesional. Hay que tener en cuenta que en un aeropuerto trabajan desde ingenieros, abogados, economistas, técnicos de

FP, etcétera. Es una pequeña gran ciudad en la que hay multitud de empresas, y en la que hay gran variedad de profesionales.

### ¿Qué preparación precisan?

Dependiendo de las características del puesto tienen cabida multitud de perfiles profesionales. Lógicamente, hay algunos perfiles que encajan en más tareas que otros, y entre ellos están los ingenieros en general.

### ¿Qué áreas tienen mayor demanda?

No hay áreas con más demandas que otras, todo depende de las necesidades que existan en cada momento.

### ¿Cuánto personal tiene el aeropuerto?

Alrededor de 80 personas de AENA, pero en el aeropuerto trabajan, entre todas las empresas que desarrollan su actividad a diario, más de medio millar.

### ¿Qué objetivos de futuro se plantea?

Mi objetivo más importante es desempeñar este nuevo y gran reto de la misma manera que he afrontado los anteriores, con empeño, sacrificio, dedicación y responsabilidad.

### ¿Cuáles son los principales retos del sector aeroportuario y de transporte aéreo en España, y concretamente en Galicia, para los próximos años?

El mayor reto del transporte aéreo es consolidarse como el mejor medio de transporte en tiempo de comunicación, llegando a mover más pasajeros que cualquier otro medio de transporte en largas distancias.

### ¿Qué opinión tiene de la excesiva oferta de aeropuertos que se ha venido generando en España?

Excede mis competencias. Como director del aeropuerto de A Coruña, yo soy el gestor de esta infraestructura y es de la que puedo hablar.

### ¿Es necesaria una revisión del sistema aeroportuario?

El sistema aeroportuario está en constante dinamismo, se mejoran día a día procedimientos, tecnologías y recursos.

# La mediación como alternativa para la resolución de conflictos

El planteamiento de alternativas al procedimiento judicial y el proceso de búsqueda de soluciones previas a él, o que eviten llegar a él, no es algo nuevo aunque pueda parecerlo por lo que se ha mediatizado, sobre todo de la mediación, en los últimos tiempos.

No son nuevas dichas alternativas ya que, como ejemplo, la negociación que puede considerarse un arte es utilizada por el hombre desde tiempos ancestrales, y la conciliación es practicada por los abogados, y también por los peritos, fundamentalmente en seguros (la tercería), en múltiples procesos prejudiciales (extrajudicial).

De la negociación sabemos que es un proceso por el cual las partes acuerdan líneas de conducta, buscan ventajas, procurando obtener resultados para sus intereses mutuos, se da en todas las áreas, y es un asunto duro porque con él se pretende obtener todas o la mayor parte de las prebendas deseadas sin llegar a romper la negociación.

Es una alternativa que utilizamos casi a diario sin darnos cuenta, en la mayor parte de nuestras acciones de intercambio o compraventa, en las que nuestro objetivo es ganar, aunque la otra parte pierda, en razón a la citada dureza del proceso, que pretende conseguir tanto como se pueda, aunque hace años se desarrolló un enfoque de la negociación por el cual las partes ganaran, y quedarán satisfechas al obtener ambas beneficios. Este modelo o patrón de conducta negociadora fue articulado por la Universidad de Harvard, en Cambridge, Massachusetts (EE UU) en la década de 1970.

La conciliación puede considerarse al menos tres áreas diferenciadas, sino más. Una primera es la del derecho y que es la que importa para este análisis; una segunda en la economía, y una tercera en política. Obviando la última de las tres citadas, por evidentes razones, para las dos restantes, derecho y economía, puede definirse como: "El acuerdo o convenio al que se llega, conciliando opiniones distintas"; o también como "la conveniencia o concordancia de teorías y/u opiniones"; y en derecho dicese del "acto para intentar la avenencia entre las partes y excusar el litigio".

Como vemos, en derecho queda precisada su definición exacta, con precisión por ejemplo en las clásicas conciliaciones del orden social, vida familiar y laboral, especialmente; en el área económica se entiende como conciliación de cuentas, especialmente en la conciliación o acuerdo de cuentas ban-

carias; pero, ¿y en el área de ingeniería?, ¿cómo podemos entender la conciliación? En nuestra área es lógico y evidente aplicar la definición genérica del término conciliar: "Componer y ajustar los ánimos de los que estaban opuestos entre sí. Confirmar dos o más proposiciones al parecer contrarias."

Pasemos al arbitraje, término que se define en derecho como "una forma de resolver un litigio sin acudir a la jurisdicción ordinaria", y así lo indica su regulación; en él las partes, de común acuerdo, nombran un árbitro que, limitado por lo pactado entre ellas, conforme a la legislación elegida o basándose en la equidad, dictará un laudo de cumplimiento para ambas. Puede, pues, ser arbitraje de equidad, parte que nos interesa, pues en él podemos intervenir. La otra es el arbitraje de derecho, en que solo podremos intervenir en casos muy concretos.

Como sabemos, el arbitraje como procedimiento para la resolución de conflictos ha quedado relegado a grandes actuaciones,

**"EL INGENIERO TIENE UN CLARO CAMPO ABIERTO EN LA RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS, BIEN DIRECTAMENTE, COMO NEGOCIADOR, CONCILIADOR, ÁRBITRO Y MEDIADOR, O INDIRECTAMENTE, A TRAVÉS DE SU CONDICIÓN DE EXPERTO O PERITO"**

conflictos de gran entidad económica, entre empresas o entidades de considerable volumen de negocio, procesos como catástrofes, accidentes de aviación y ferroviarios, etc.).

En cuanto al arbitraje de equidad, de interés para nosotros, para actuar en él se requiere solamente ser persona natural, experto en arbitraje y conocedor de su legislación, así como en la materia objeto del mismo. De hecho, son muchas hoy las asociaciones de peritos que incluyen la especialidad árbitro de equidad, para quienes no son abogados en ejercicio. Este término de equidad que indica "igualdad" y "justicia natural opuesta a la ley escrita".

Detengámonos ahora, aunque solo sea fugazmente, en la mediación, y lo hacemos

muy brevemente, porque por la propia mediatización hecha de ella por los medios de comunicación que, ávidos de noticias, muchas o la mayoría de veces la han encumbrado excesivamente, se han planteado situaciones verdaderamente kaffianas, por su incongruencia e irracionalidad. Observamos de ella que, como bien sabemos, tiene una diferencia fundamental y básica con las otras alternativas que acabamos de ver. En la mediación el actuante no es activo en el sentido de imponer o recomendar. Esa persona que interviene es un asesor y su labor es informar y aconsejar a las partes sobre el proceso, los medios que utilizar, la forma de actuar, sus consecuencias y el modo de llegar, por ellos exclusivamente, al acuerdo final para resolver el conflicto.

Vemos, pues, en esta otra alternativa, que en la actualidad centra el interés y expectativas generales, que lo que prima, el fin primero, es alcanzar entre las partes y por ellas mismas un acuerdo que satisfaga a ambas. En consecuencia, es un proceso radicalmente opuesto en su desarrollo a los otros anteriores; en él prima la máxima que podríamos llamar: Mediator non gladiator, como exponente de la supremacía en él de la mediación frente a la lucha por obtener el mayor provecho, presente en las demás alternativas.

Pero también hay que señalar que la gran ventaja de la mediación frente a los otros procedimientos, el acuerdo entre las partes, con el acercamiento de posturas opuestas, tendrá poca trascendencia o arraigo real en la sociedad, si no se le da el apoyo y la difusión que la propia legislación exige de la Administración y órganos públicos, de las corporaciones de derecho público (nuestros colegios profesionales), con el mandato que ella da a las instituciones de mediación. Es nuestra obligación ante la sociedad difundir la mediación.

Bien, así pues, como podemos ver, el ingeniero tiene un claro campo abierto en estas alternativas para la resolución de conflictos, bien directamente en ellas, como negociador, conciliador, árbitro y mediador, o indirecta a través de su condición de experto o perito en la materia. No dejemos, pues, en el olvido ninguna de ellas; todas pueden ser de interés para nosotros y provechosas para nuestra actividad profesional.

**Luis Francisco Pascual Piñeiro**  
Vicesecretario del Cogiti



# La experiencia como fuente de conocimientos y su traslación a los ámbitos profesional y universitario

La Real Academia de la Lengua define el vocablo experiencia, entre otras acepciones, como "El conocimiento de la vida adquirido por las circunstancias o situaciones vividas" o "La práctica prolongada que proporciona conocimiento o habilidad para hacer algo". Puede decirse que estos dos significados del vocablo se complementan, puesto que al experimentar adquirimos conocimientos y estos conocimientos almacenados en nuestra mente nos capacitan para adquirir nuevas destrezas y habilidades que sirven de base para adquirir nuevos conocimientos.

Este es uno de los procesos básicos del aprendizaje: adquirir por mediante práctica los conocimientos, destrezas y saberes. De esta forma se aprendían antes los oficios, donde el maestro transmitía conocimientos a los aprendices para otorgar la maestría a sus sucesores en el oficio.

En la sociedad actual, la transmisión de saberes ha superado las barreras de la comunicación personal y del papel impreso, por la existencia de los más variados medios de transmisión de la información: radio, televisión, Internet, etc. Ya no hace falta que busquemos la fuentes del conocimiento, porque este viene a nosotros sin solicitarlo, somos bombardeados por multitud de informaciones, unas útiles y otras totalmente innecesarias.

Nuestro sistema educativo se basa en la superación de unas pruebas o exámenes, sobre un número limitado de saberes, y habilita, en muchos casos a los recién titulados, sin apenas experiencia, para obtener una licencia que les facultará para desempeñar una profesión y realizar tareas que llevan consigo la necesidad de obtener de unos resultados prácticos, concretos y, en muchos casos, sin que admitan la posibilidad de error, tales como los que afectan a la seguridad de proyectos e instalaciones.

Los jóvenes titulados llegan al mercado del trabajo sin tener práctica profesional y dándose por supuesto que los saberes que poseen les capacitarán para desempeñar una profesión de carácter práctico, tales como son las relacionadas con la ingeniería.

Por otra parte, las universidades, en su mayoría, están poco predispuestas a dar valor académico a los saberes obtenidos mediante la práctica profesional. Y son valores sobre los que se apoya esencialmente la contratación de profesionales y la demanda social, en los que el título importa menos que la experiencia real, el conocimiento adquirido en el desempeño profesional y la inteligencia emocional.

La Universidad da una formación intelectual básica, pero apenas imparte formación práctica para el desempeño de tareas. Las profesiones se aprenden trabajando en ellas, pero los estamentos docentes (no así las empresas y la sociedad) dan escaso valor al conocimiento que da la experiencia. Es decir, solo se prima el saber adquirido por los libros e impartido por los estamentos docentes: no se da validez oficial al saber extrauniversitario.

## Habilitación y formación

En España, la Universidad tiene el monopolio de la habilitación para el ejercicio de profesiones tituladas. Con poca participación de los estamentos profesionales y de la sociedad. El resultado es que para insertarse con posibilidades de éxito en el mercado de trabajo, los recién titulados deben completar su formación por la experiencia o práctica para transformarse en verdaderos profesionales. Por otra parte, a los ejicientes profesionales de contrastado valor y años de experiencia, no se les reconoce su formación real en estamento oficial o académico alguno, aunque paradójicamente sean ellos los que impartan muchos de los cursos de formación o especialización universitarios tipo master.

Estos dos conceptos señalados: conocimientos adquiridos y habilidad o actitud para aplicar esos conocimientos solos o complementados por otros, separan lo que es el aprendizaje de una carrera profesional y lo que es su ejercicio real. El título académico es la puerta de entrada en el campo de las profesiones, pero debe ser complementado con un mecanismo de acreditación, sobre todo en el caso de que el ejer-

cicio profesional actúe en campos que pueden, en el caso de ignorancia o negligencia, ocasionar riesgos para terceros, tales como ocurre con la profesión de ingeniero.

Lo anterior nos lleva a la necesidad de que existan dos mecanismos: el de la acreditación profesional y el reconocimiento académico de la experiencia profesional. El primero deben establecerlo los colegios profesionales; el segundo, los estamentos universitarios, de forma justa y ponderada, de acuerdo a la realidad social, para que la experiencia contrastada sea reconocida como mecanismo de adquisición de conocimientos y como instrumento fiable, además del aprendizaje universitario y tenga su equivalencia en grados, etapas o créditos docentes. Así, la Universidad se conectaría con el mundo real y los titulados se sentirían estimulados para que sus logros profesionales tuvieran un respaldo académico, sin perjuicio del otorgado por los estamentos colegiales.

El título universitario debería ser el inicio de un itinerario que permita a los profesionales inteligentes y capacitados progresar sin otras limitaciones que su capacidad y estímulo para adquirir conocimientos combinando trabajo, experiencia y estudio. Los colegios profesionales ya hemos establecido a través del DPC los mecanismos de reconocimiento profesional de la experiencia. La Universidad debería seguir su ejemplo, dando reconocimiento académico a la experiencia como forma de adquisición de los saberes y destrezas imprescindibles para el ejercicio profesional, posibilitando la existencia de una Universidad abierta, capaz de mantener una relación continua con sus egresados que supere las barreras temporales de una carrera y de sus cursos académicos. Este reconocimiento se da ya, de hecho, en muchos de los países más avanzados y debe hacerse efectivo en España, si la Universidad quiere ser algo más que un centro de enseñanza reglada: algo vivo capaz de evolucionar con la sociedad y sus propios titulados.

**Francisco M. Avellaneda Carril**

# Jaime R. Sordo González

Ingeniero técnico industrial experto en climatización

## “La ingeniería técnica está muy presente en puestos de responsabilidad del sector de la climatización”

**Mónica Ramírez Helbling**

Jaime Sordo González, ingeniero técnico industrial de Cantabria, cuenta con una larga trayectoria profesional en el sector de la climatización. Fue galardonado con el Premio Climatización de 2007, que otorga el Salón Internacional de Aire Acondicionado, Calefacción, Ventilación y Refrigeración, cuando era presidente de la Asociación Técnica de Climatización y Refrigeración (Atecyr).

### ¿Cómo fueron sus comienzos?

Terminados los estudios en 1968, en la Universidad Laboral de Gijón (Escuela de Peritos e Ingenieros), inicié como becario mi primer trabajo en Industrias Anjo de Astillero. En 1972 comencé una actividad empresarial en un taller de fabricación de utillajes de precisión para la industria del automóvil, y en 1976 inicié otra actividad en el sector energético como socio fundador y director de la empresa Airconfort, dedicada a instalaciones y mantenimiento de climatización. Finalicé dicha actividad como director general en 2011. Desde entonces, y hasta el año pasado, he realizado como consejero asesoramiento externo.

### ¿Cómo ha evolucionado el sector de la climatización a lo largo de los años?

Desde 1976, los equipos han evolucionado en aspectos muy concretos, como la mejora de los rendimientos del ciclo frigorífico o los niveles sonoros. Destacar la aparición en los años setenta del desarrollo del concepto de la bomba de calor. En el ámbito técnico destacar la evolución de los sistemas de control con la aparición de la telegestión. Desde Atecyr hemos sido colaboradores permanentes con la Administración, y en concreto con la Dirección General de Energía y el Ministerio de la Vivienda, en la ejecución de los borradores de reglamentos del RICACS de 1980, y los RITE de 1978 y 2007, así como de sus modificaciones, y hemos colaborado en normativa con Aenor en plan de calidad, calidad ambiental de interiores y eficiencia energética. También se ha trabajado en los



Jaime R. Sordo González.

Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación y con el IDAE.

### ¿Este sector emplea a muchos ingenieros técnicos industriales?

En el sector, tanto en fabricantes como en ingenierías, instaladores y mantenedores, es muy habitual la presencia de la ingeniería técnica en puestos de responsabilidad, habiendo sido en los últimos 20 años un nicho de trabajo importante para la especialidad energética. Es difícil cifrar el número de empleos, pero creo que este sector ha podido absorber, tanto en el ejercicio libre como en el trabajo a terceros y autónomos o empresarios, del 10% al 15% de los profesionales.

### Como socio fundador, director general y presidente de la empresa Airconfort, ¿cuáles son los principales retos a los que ha tenido que hacer frente?

La adaptación al cambio por las mejoras tecnológicas, así como la evolución de las herra-

mientas de gestión, tanto de la informática como de los planes de gestión de la calidad, medioambientales, etcétera, a través de las diferentes ISO que hemos tenido que ir aplicando. En cualquier caso, el componente principal de una instaladora es mantener un equipo humano sólido con crecimiento permanente en el conocimiento, y un espíritu de servicio al cliente.

### Usted está muy vinculado con la cultura. Pertenece a Amigos del Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, y ha sido miembro del comité organizador y la dirección de ARCO. ¿Qué le aporta el arte?

El equilibrio emocional necesario para la convivencia día a día y combinar los aspectos de la ingeniería y los empresariales con otros ámbitos como son la literatura, la poesía, la música y el arte contemporáneo. Creo que estos aspectos de enriquecimiento personal son también útiles para abordar esa tercera fase de la vida que lleva en la mayoría de los casos a la jubilación.

### Su actividad como coleccionista se inicia en la década de los noventa y desde 2009 decide darle el nombre de Los Bragales a su colección. ¿Cuántas obras de arte la componen?

He coleccionado arte contemporáneo durante más de 30 años. He comprado pintura, fotografía, escultura y vídeo. En la actualidad, se han realizado 36 préstamos individuales y 14 exposiciones monográficas.

### ¿Cuáles son sus próximos proyectos?

Ahora que ya he dejado la actividad empresarial en el ámbito de la climatización por haber vendido hace cinco años la empresa al Grupo Dalkia, y tras haber terminado mi colaboración en diciembre de 2013, las próximas metas y proyectos están en la transmisión del conocimiento al sector de la climatización, en el ámbito de la cultura sobre los temas comentados y una vida más próxima al entorno familiar.

# En recuerdo de Francisco Garzón Cuevas

El pasado 10 de diciembre fallecía nuestro amigo y compañero Francisco Garzón Cuevas, representante de la ingeniería técnica industrial valenciana durante las últimas décadas y presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial (Cogiti) de 1999 a 2002.

Para los profesionales que hemos compartido experiencias con él, destacamos su honestidad personal y profesional, su espíritu de entrega y capacidad de trabajo, así como su vocación de apoyo a los demás, a sus compañeros, a los miembros de una profesión a la que dedicó su vida.

Su amplia e intensa trayectoria profesional e institucional puede ayudarnos a comprender por qué somos muchos los que lamentamos su pérdida, ya que en estos años constituyó uno de los pilares de la ingeniería técnica industrial valenciana.

Nacido en Valencia en 1932, se tituló como perito industrial en las especialidades de mecánica y electricidad, que estudió al mismo tiempo. Su trayectoria institucional con nuestra profesión se inició en 1956, fecha en la que ingresó en la Asociación de Peritos Industriales de Valencia. Dos años después, una vez constituidos los Colegios Oficiales de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales, entró a formar parte de la junta de gobierno del Colegio Oficial de Peritos Industriales de Valencia —del que fue uno de sus fundadores— para ocupar el cargo de vicesecretario y secretario hasta 1983, año en que fue ele-



Francisco Garzón Cuevas.

gido decano del Colegio de Valencia, hasta su relevo en 2009, cuando fue nombrado decano de honor. Fue, a su vez, presidente de la Asociación de Ingenieros Técnicos Industriales de Valencia y Castellón.

Su función emprendedora y directiva se extendía más allá del colegio y le otorgó una alta consideración en la sociedad valenciana, tanto a nivel profesional como en el ámbito cultural y deportivo, campos en los que también desempeñó un importante papel. Así, fue cofundador de la Unión Profesional de Valencia, desde la que formó parte del Consejo Social de la Universidad

Politécnica de Valencia. Fue tal su aportación que en la ETSID (UPV) tiene dedicada un aula con su nombre. También estuvo en la presidencia del Club Español de Tenis y en la vicepresidencia de la Asociación Empresarial de Oficinas y Despachos de la Comunidad Valenciana (AEODCV).

Si revisamos su trayectoria nacional, Francisco Garzón fue miembro y vocal del Consejo General de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti), del que fue vicepresidente entre 1990 y 1999, año en el que asumió la presidencia hasta 2002. Este último cargo lo compaginó con la presidencia de la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales de España (UAI-IE). También fue miembro cofundador de la mutualidad de Previsión Social de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales (Mupiti).

Distinguido como socio de Mérito de la Asociación Nacional de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales (ANPITI) en 1970, Francisco Garzón recibió la 75 Insignia de Plata de la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales de España (UAI-TIE), que le fue otorgada en 2002 por la junta nacional, en reconocimiento a su labor durante tantos años.

Su trayectoria profesional le confirió una amplia perspectiva de la profesión, que utilizó para defenderla en todas sus vertientes. Al finalizar sus estudios, con 19 años, entró a trabajar en la Empresa Eléctrica Volta, absorbida posteriormente por Hidroeléctrica, donde transcurrió su larga vida profesional. Empezó grafiando planos de líneas eléctricas de media tensión, procedentes de LUTE (recién comprada por Volta) tomando los datos previamente del terreno. Fue jefe de turno del centro de maniobras de la distribución, desempeñando un trabajo fundamentalmente técnico. Posteriormente, fue designado jefe de la sección de colocación de contadores. Francisco Garzón desempeñaría un importante papel en el seno de Hidroeléctrica, gracias a su activa colaboración en la fusión de las Empresas Hidroeléctrica Española, SA e Iberduero, que culminó en la actual Iberdrola, SA, desde su cargo de jefe de Promoción y Ventas, en el año 1991.

Su natural inquietud profesional y espíritu de superación que supo trasladar a la profesión durante su etapa al frente del Colegio, le llevó a licenciarse en ciencias políticas, económicas y comerciales, con 47

Acto de imposición de la insignia de plata de la UAI-IE.







Francisco Garzón, con el secretario del Cogiti Lorenzo Corpa, en su toma de posesión como vicepresidente del Consejo en 1995.

años. Tras finalizar sus estudios ascendió, por méritos propios, a la jefatura de servicio de promoción de ventas, dentro del Departamento Comercial de Hidroeléctrica Española, donde fue consejero sindical.

Como ya intuíamos quienes le conocimos bien, su dedicación a la profesión y la defensa de la misma no cesó con su retirada profesional. En diciembre de 1995, ya jubilado, se integró en la Asociación de Jubilados y Pensionistas de la Antigua Hidroeléctrica Española en su delegación territorial de Valencia-Castellón, de la que fue elegido presidente. En mayo de 1995 participó en la fundación del Museo de la Tecnología Eléctrica (ARTTEL), al que estuvo vinculado durante toda su vigencia. Ya en 2009 escribió, bajo el título *Desacuerdos para la Ingeniería*, un artículo en el que criticaba los nuevos planes de estudios de Bolonia: "Se trata de una exigencia que no solo prolongará innecesariamente la estancia de los alumnos en la universidad, sino que también supondrá un coste económico añadido, gravoso y superfluo, pues con un título de grado adecuadamente diseñado es posible formar al ingeniero en su plenitud, reservando los másteres para la especialización".

Tras su lamentable pérdida, la ingeniería técnica industrial se siente huérfana por la ausencia de uno de sus pilares en la ciudad de Valencia. Ha sido un gran ingeniero, decano, compañero y amigo con el que he tenido la fortuna de trabajar durante años, codo con codo. Sabemos que decimos adiós a un buen compañero pero, por encima

de todo, somos conscientes de haber conocido a un buen hombre. No son los grandes hechos o acciones destacadas las que describen a una persona, sino los pequeños gestos, los detalles, el trato, el cariño, lo que hace que siga vivo en nuestro recuerdo, a pesar de su marcha. Irse como hizo él, tan inesperadamente, deja una sensación de tristeza, nadie puede dejar de sentir un pellizco de pena en el alma. Paco Garzón fue una persona honesta, un compañero íntegro y un verdadero amigo de sus amigos.

La calidad de las personas no se mide por el puesto que ocupan, sino por el vacío que dejan cuando se van, y el que has dejado tú es irremplazable. Nos consuela saber quienes te conocimos que, estés donde estés, si hay una junta directiva allí estarás tú.

**José Luis Jorrín**

Decano del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales y de Grado de Valencia

Acto de inauguración de la sede colegial de Guillem de Castro 9, con el presidente de la Generalitat Valenciana, Joan Llerma.



# Proyectos de distribución de agua para el desarrollo en zonas rurales de África y Sudamérica

Esta última entrega de la serie dedicada a oportunidades profesionales en Sudamérica y África se dedica al potencial de los proyectos de distribución de agua en el medio rural. Si bien son muchas las grandes infraestructuras que empiezan a construirse en estos territorios, el artículo se centra sobre todo en las pequeñas actuaciones técnicas que pueden desarrollarse desde la ingeniería relativa al equipamiento electromecánico de las instalaciones que trabajan con agua.

### Santos Lozano Palomeque

De la importancia del agua en la región pude darme cuenta en mi primer viaje a Venezuela en 1995. En el estado Táchira, justo en la frontera con la tumultuosa Colombia de la época pude ver cómo en el trópico la estacionalidad de las aguas condiciona la vida de sus habitantes. Periodos de inundación alternan con periodos de sequía y esto impide el desarrollo de

infraestructuras estables en enormes regiones de las grandes cuencas fluviales de la región. En África ecuatorial este fenómeno se produce con menor intensidad en las regiones más occidentales del continente.

En las terrazas bajas inundables de los ríos se sitúa una parte significativa de la población rural y la mayor parte de la superficie dedicada a la producción de cultivos alimenticios. Hay que indicar también que

la cobertura de electrificación en el mundo rural es muy limitada salvo en algunos países como Chile, donde alcanza al 95 % del país. Pese al crecimiento espectacular de las ciudades en el mundo rural, la densidad es muy baja con grandes regiones en las que escasamente se superan los dos habitantes/km<sup>2</sup>. Las actividades productivas rurales no pueden disponer de energía eléctrica convencional y, por tanto,

En África el agua suele ser subterránea. En la imagen, un grupo de trabajadores traslada un tubo para agregar en la perforación. Foto: Gilles Paire / Shutterstock.





el uso del agua es costoso al tener que recurrir a generadores.

Pese a que son muchas las regiones rurales en el mundo que se encuentran en esta situación, ha sido muy escaso el esfuerzo de las instituciones de investigación en ampliar el conocimiento sobre estas áreas y generar tecnologías adecuadas para su uso racional. Tan solo en la cuenca del Amazonas 7.000.000 de km<sup>2</sup> son drenados por el río, una superficie que equivale a 14 veces España.

La implantación de tecnologías para la distribución, riego, potabilización y depuración de agua a pequeña escala suponen una gran oportunidad de desarrollo profesional en entornos urbanos, periurbanos y en el medio rural.

### Ejemplos del uso del agua

Por mencionar algunos ejemplos de lo que está ocurriendo con el agua en Sudamérica y África podemos hablar del enorme crecimiento que he podido ver en la creación de zonas cultivables en la Amazonía peruana. El incremento en el precio de los alimentos ha propiciado el desarrollo de nuevas tierras de cultivo donde se obtienen altas rentabilidades. Este frenesí en la implantación de nuevos cultivos lo he encontrado en muchos lugares. Recuerdo, por ejemplo, el enorme crecimiento en la implantación de invernaderos en la República Dominicana, donde la superficie cultivada crece sin cesar. Como ejemplo diría que he podido ver cómo el tomate alcanza porte arbóreo (¡hasta seis metros!) cuando es protegido en los invernaderos frente a los insectos, por lo que las rentas de estas explotaciones son muy elevadas. Los especialistas en sistemas de distribución de agua y en técnicas de riego son profesionales muy demandados. El conocimiento de las técnicas de bombeo de agua y de las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías es aún muy reducido en la gran mayoría de los países que he visitado. Posteriormente hablaré de ello.

Otro de los problemas técnicos que abordar que propician unas interesantes perspectivas laborales para la ingeniería es la necesidad de construcción de obras de saneamiento. El crecimiento irregular de las ciudades ha originado que una parte importante de la población carezca de saneamientos para la eliminación de aguas residuales. Por ejemplo, en Puerto Príncipe (Haití) no existía una red de saneamientos como tal, lo que obligaba a la construcción de soluciones individuales



Bombas eléctricas para sacar agua del río Breede en la provincia del Cabo Occidental de Sudáfrica para el riego de tierras áridas al lado del río. Foto: Abraham Badenhorst / Shutterstock

en cada edificio. Estas carencias de saneamiento están más extendidas de lo que pudiera pensarse y suponen una contaminación del subsuelo que acaba perjudicando la distribución del agua potable.

La contaminación orgánica del suelo es enorme en las zonas más superpobladas y acaba llegando a las redes de distribución de agua potable. Este tipo de contaminación la he podido ver, por ejemplo, en Santo Domingo (República Dominicana) y Malabo (Guinea Ecuatorial) pero es un problema casi general que acaba provocando toxiinfecciones alimentarias.

Pero aparte del uso del agua más convencional, otros nichos de mercado han aparecido en los que se requieren conocimientos de ingeniería. Se trata de aplicaciones industriales que iremos encontrando por doquier como consecuencia de las actividades transformadoras de recursos naturales, agrícolas, ganaderos o mineros. El alto crecimiento económico que la mayoría de los países del sur vienen experimentando en los últimos decenios ha provocado demandas en ingeniería, ya que se requieren profesionales que tengan capacidad para mejorar procesos.





Sistema de riego automático en una granja agrícola en Mpumalanga, Sudáfrica. Foto: AdeleD / Shutterstock.

Estos nuevos nichos de mercado son, por ejemplo, la industria minera y petrolífera, las plantas concentradoras de oro y los polimetálicos en Perú, o el cobre en Chile. Las dificultades llegan a tener que manejar enormes cantidades de agua a costes elevados, la mayoría de las veces en lugares remotos con suministro eléctrico insuficiente. La contaminación de las aguas subterráneas, sobre todo por el arsénico, es un problema extendido que requiere aportación de tecnología para paliar el problema.

Por último, quisiera también mencionar la importancia de actividades de piscicultura, donde un mejor dominio del agua puede conseguir un incremento sustancial de la productividad. Como ejemplos de piscicultura mencionamos la actividad artesanal para el cultivo de peces amazónicos que tiene lugar en varios países de Sudamérica (Venezuela, Perú, Brasil y Bolivia entre otros) o las actividades más tecnificadas en la costa, especialmente la salmicultura en Chile.

### Las diferencias de nivel

África y en mayor medida Sudamérica tienen grandes cuencas hidrográficas críticas para el desarrollo humano y sostenible de los habitantes de la cuenca. La mayor de ellas es la del Amazonas, que con más de 3.500 km de longitud es la depositaria de la mayor extensión de bosques tropicales del planeta.

Estas extensas regiones geográficas se caracterizan por estar sometidas a unas extensas diferencias de nivel entre cre-

ciente y vaciante de los ríos. En la ciudad de Manaus (Brasil), se ha registrado una variación media de 10 m por año en 80 años. Desde el punto de vista de las actividades económicas y de la localización de los asentamientos poblacionales, estos sectores son precisamente los más importantes. La fertilidad del suelo y la facilidad de comunicaciones a través de los ríos propician que estos territorios se encuentren entre los que mayor desarrollo económico presentan en muchos países emergentes. Los suelos aluviales inundables constituyen un recurso de importancia. Por ejemplo, aquí se concentra el 80% de los recursos de la región amazónica.

A la vista de lo anterior, creo que existen interesantes oportunidades profesionales para la ingeniería si nos centramos en el sector hídrico. Aconsejaría sobre todo el establecimiento de actividades de emprendimiento a pequeña escala, evitando como siempre digo embarcarnos en proyectos grandes de dudoso resultado y en los que aparecerán problemas. Y dentro de las disciplinas técnicas según mi opinión las más interesantes son las que expongo en los siguientes párrafos.

Antes de nada es importante indicar que en muchos países emergentes nos vamos a encontrar problemas de potencia en el suministro eléctrico, con apagones frecuentes por sobrecarga en cada vez más lugares. El control de las bombas, equipos intensivos en consumo energético, hace aparecer interesantes oportunidades.

Las bombas centrífugas tienen un comportamiento que no es tan fácil de enten-

der y ello ha hecho que gran parte de las instalaciones que nos vamos a encontrar en Sudamérica y África sean ineficientes. El consumo de las bombas depende de las leyes de afinidad, las cuales expresan la relación matemática que existe entre el caudal, la velocidad de la bomba (rpm), la altura y el consumo de energía para el caso de bombas centrífugas. Las leyes muestran que incluso una pequeña reducción en el caudal se convertirá en reducciones importantes de potencia y, por tanto, de consumos energéticos. La introducción de estos conceptos en sistemas hidráulicos existentes se realiza con variadores de frecuencia y suponen una interesante oportunidad técnica de actuación.

### Dimensionado correcto

Otra cuestión importante sobre la que trabajar es el correcto dimensionado de los sistemas de bombeo. Es común pasar por alto el dimensionado y seleccionar bombas guiándonos exclusivamente por la potencia nominal del motor. Introduciendo conceptos de dimensionado calculando con detalle la altura manométrica podremos conseguir interesantes mejoras en los procesos.

En un proceso con bombas centrífugas el BEP, (siglas en inglés de punto de mejor eficiencia); este punto como su nombre indica, está asociado a los parámetros de operación de la bomba, en la cual su eficiencia es máxima. Así, entonces hay un valor de caudal y de altura relacionados con el BEP (QBEP y HBEP). Lo ideal es trabajar la bomba en este punto (o en su vecindad), para suplir las necesidades del proceso.

La consideración de los problemas de sobreconsumo provocados por el bajo factor de potencia de las bombas, las elevadas potencias absorbidas en bombas con bajo rendimiento y los problemas que aparecen cuando la bomba trabaja en puntos alejados del BEP son factores que hay que considerar para mejorar los procesos.

### Corrientes de arranque

También hay mucho que hacer introduciendo en los procesos tecnologías para reducir las corrientes de arranque de las bombas centrífugas. La reducción de la corriente de arranque se realiza para evitar que otros equipos sufran subidas de tensión al conectar cargas de tensión altas a la alimentación eléctrica. Con ello se protege a las tuberías de los incrementos de presión excesivos. Muchos países cuentan con normativa para reducir la corriente de arranque, en forma de una carga máxima



Bomba de agua en un cultivo tropical en África. Foto: Sylvie Bouchard / Shutterstock

en kW o en Amp permitida para arrancar con una conexión directa en línea (DOL). En la mayoría de los países de África y Sudamérica no se dispone de normativa rigurosa o es muy reciente. Por ello nos encontraremos este tipo de dificultades. La implantación de arranques progresivos y convertidores de frecuencia para paliar este problema es una actuación interesante en las que las bombas produzcan problemas eléctricos o se quieran minimizar los problemas.

Hay que tener en cuenta también que en muchos países no son frecuentes o no existen las redes trifásicas, por lo que nos veremos obligados a utilizar sistemas monofásicos, más costosos y con un consumo más intensivo. Los convertidores de frecuencia son un dispositivo ideal para controlar el rendimiento de la bomba, al ajustar la velocidad del motor. Por tanto, es el tipo de arrancador ideal tanto para reducir la corriente de arranque como para reducir los picos de presión.

El convertidor de frecuencia es el dispositivo más caro para controlar las corrientes de arranque, se usa principalmente en aplicaciones de rendimiento variable pues tiene otra serie de ventajas, sobre todo mejorar la eficiencia energética y proporcionar diferentes medios de control.

Otra de las cuestiones que considerar al trabajar en proyectos de distribución de agua es la calidad de la energía. Los problemas de calidad de la energía son comunes en Sudamérica y África. He encontrado problemas serios en República Dominicana y Haití que condicionan el uso

de equipos sofisticados. Los mayores problemas se encuentran en zonas alejadas de los centros urbanos, donde la disponibilidad de energía puede ser muy limitada. Incluso en países avanzados como Chile tendremos problemas con la energía como consecuencia de la insuficiencia de energía y de las largas distancias.

También debemos considerar que en el trópico las tormentas eléctricas son muy frecuentes y más intensas que en zonas templadas. Los transitorios originados por las tormentas eléctricas provocan fallos catastróficos en los aparatos eléctricos.

Es, por tanto, importante considerar los problemas de calidad de la energía cuando vayamos a trabajar con sistemas de bombeo en África y Sudamérica.

### Bombeo solar

Entre las áreas que considero relevantes para realizar trabajos de ingeniería relacionadas con el agua he querido acabar con el bombeo solar, una disciplina tecnológica reciente en la que las energías renovables son competitivas frente a los generadores diésel y las redes públicas.

Según mi experiencia en Sudamérica y África, en grandes extensiones de estos territorios solamente es posible el bombeo de agua de una forma competitiva si utilizamos bombeo solar. El problema del coste de la energía no es tan acuciante como en Europa, salvo en algunos países como Chile, Uruguay y Paraguay como las carencias de redes de distribución capaces de aceptar sistemas de bombeo. La conexión de bombas centrífugas a las redes

eléctricas o a los generadores conlleva unos requerimientos de energía elevados, muy superiores a la potencia en eje del motor de la bomba. Por ello, nos veremos obligados a sobredimensionar la generación y las redes públicas con poca capacidad se verán sobrecargadas.

Pero además de los problemas eléctricos en regiones extensísimas, no existen líneas eléctricas y, por tanto, el desarrollo está condicionado al no disponer de energía. No es previsible la electrificación convencional en estos territorios y solo la generación distribuida permitirá el desarrollo. Entre las tecnologías más interesantes está la del bombeo solar autónomo o directo. Actualmente es bastante sencillo impulsar bombas de forma directa a partir de paneles fotovoltaicos. Estas tecnologías son demandadas en todos estos territorios.

En conclusión, según mi experiencia de campo, creo que una de las disciplinas más interesantes sobre las que actuar en África y Sudamérica son los proyectos de distribución de agua para el desarrollo rural de grandes territorios con gran expansión económica. El dominio del agua eficiente supone la aparición de problemas técnicos relevantes que son los que propician la aparición de interesantes nichos de mercado para nuestra profesión.

---

**Santos Lozano Palomeque** es ingeniero técnico industrial especialista en diseño de aplicaciones que integran el uso de la energía y las máquinas. En los últimos años centra su trabajo en el desarrollo de soluciones de generación distribuida en nuevas aplicaciones en las que las energías renovables son ya competitivas. [tecnoce@telefonica.net](mailto:tecnoce@telefonica.net)

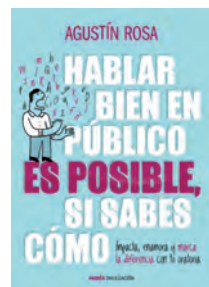


## Hablar bien en público es posible, si sabes cómo

**Agustín Rosa**

Paidós, Barcelona, 2013, 304 pág.  
ISBN 978-84-493-2899-2

El hilo conductor de este libro es la aventura de Agustín Marín, un universitario con inquietudes y afán por aprender que asiste a un curso de formación que acaba por ser muy aburrido y no cumplir con sus expectativas. A raíz de este curso, el joven comienza a plantearse preguntas y dudas acerca de por qué hay oradores que triunfan, saben comunicar y motivar, mientras que otros son expertos en dormir auditorios. Agustín conocerá a Tony Sun, un prestigioso conferenciante y, a partir de este momento, su vida



dará un cambio radical y comenzará a enfrentarse a situaciones en las que descubrirá por qué sólo unos pocos oradores acaban triunfando. Sin duda, una aventura que cambiará su vida y la tuya. La obra ofrece

valiosos consejos para mejorar la calidad de las presentaciones y mejorar la mayor autoestima. Revela sencillas y eficaces técnicas de comunicación que ayudan a marcar la diferencia y a conseguir resultados extraordinarios y presentaciones impactantes.

## Desarrollo global de 'software'

**Mario G. Piattini Velthuis, Aurora Vizcaíno Barceló y Félix Oscar García Rubio**

Ra-Ma, Madrid, 2014, 456 pág.  
ISBN 978-84-9964-271-0

La globalización ha llevado a las empresas a distribuir sus equipos de desarrollo de *software* en varias ciudades de un mismo país o en países diferentes llegando a un modelo de desarrollo global del *software* o DGS. El DGS se ha consolidado como uno de los aspectos más relevantes en la investigación y en la práctica de la Ingeniería del *software* en la década de 2010, siendo un campo que presenta constantemente nuevos problemas y desafíos, hasta llegar a convertirse en la norma en la industria del *software*. Este libro presenta de forma clara el concepto de DGS y la terminología relacionada, expone las ventajas y desafíos que lleva consigo, da a conocer los métodos utilizados en las distintas fases del DGS, describe la tecnología actualmente disponible, proporciona pautas y experiencias que ayudan a los profesionales a predecir y subsanar los riesgos que conlleva este tipo de desarrollo de *software* e indica estrategias para su enseñanza.

## Ingeniería fotovoltaica

**Eduardo Lorenzo**

Progensa, Sevilla, 2013, 656 pág.  
ISBN 978-84-493-2864-0

En este tercer volumen de la trilogía que lleva por título *Electricidad Solar Fotovoltaica*, el profesor Eduardo Lorenzo, del Instituto de Energía Solar (Universidad Politécnica de Madrid), reconocido como uno de los grandes especialistas internacionales en ingeniería de los sistemas fotovoltaicos, entra de lleno en el estudio de la tecnología fotovoltaica, los componentes de



los sistemas, la producción energética esperada, y aborda asimismo aspectos tan fundamentales como la seguridad eléctrica de los equipos y de las propias personas involucradas en el montaje y mantenimiento de las plantas fotovoltaicas. *Ingeniería Fotovol-*

*taica* es una obra imprescindible para la nueva generación de ingenieros y técnicos que deseen especializarse en el aprovechamiento eléctrico de la energía solar.

## Remoto

**Jason Fried y David H. Hansson**

Urano, Madrid, 2014, 256 pág.  
ISBN 978-84-96627-92-56

Cada vez son más los trabajadores que trabajan a distancia en empresas de todos los tamaños y sectores. Los autores de este libro exponen las múltiples ventajas del teletrabajo a distancia, incluyendo tener acceso a las per-

sonas con más talento, librarse de atascos y desplazamientos y aumentar la productividad fuera de la oficina tradicional. Además rebaten todas las excusas que se suelen argumentar en su contra, como la idea de que la innovación solo surge cara a cara, que no se puede confiar en que



alguien sea productivo en su casa o que la cultura empresarial desapareciera. Cada empresa y cada trabajador tienen sus necesidades específicas, pero para todos las ventajas de trabajar, aunque sea parcialmente, en remoto tiene muchas más ventajas que desventajas.

## 1914. El año de la catástrofe

**Max Hastings**

Crítica, Barcelona, 1914, 728 págs. ISBN: 978-84-9892-627-9

Max Hastings, el reputado historiador y periodista, experto en la Segunda Guerra Mundial, nos ofrece este interesante trabajo sobre la Primera Guerra Mundial el año que se cumple el centenario de aquel conflicto que "iba a acabar con todas las guerras". Lo que empezó en junio de 1914 como un conflicto regional en Serbia, a raíz del asesinato en Sarajevo del heredero al trono austro-húngaro, acabó convirtiéndose en la mayor confrontación bélica que conoció Europa desde la época napoleónica. Por un lado, los Aliados, Francia, Reino Unido y Rusia, a los que se añadirían más tarde Italia y Estados Unidos, además de otros países; por el otro, los imperios centrales, Alemania, Austria-Hungría y Turquía, además de otros aliados menores, sostuvieron un largo, mortífero y agónico combate en diversos frentes de Europa y Oriente Medio. Hastings, como ya hiciera en otros libros suyos sobre la Segunda Guerra Mundial (*Armagedón, Se desataron todos los infiernos*), nos ofrece un relato apasionante de las experiencias en combate con una cuidada selección de testimonios y anécdotas. Pero Hastings no se limita a narrar los hechos o describir los combates, sino que también nos proporciona agudas reflexiones. Por ejemplo, el célebre plan Schlieffen (un rápido ataque primero a Francia, para una vez derrotada, volcarse en Rusia) que se suponía daría la victoria rápida a Alemania era "fantástico" y no podía funcionar de ninguna manera, dado que se había desarrollado enormemente el poder destructivo del armamento, mientras la tecnología de transportes y comunicaciones se encontraban muy atrasadas. Para Max Hastings, la responsabilidad de la guerra recae en Alemania. Además, afirma que, en el orden moral, esta guerra es equivalente a la Segunda Guerra Mundial, frente a quienes la califican de una masacre inútil en la que los contendientes tenían las mismas aspiraciones. En suma, una gran lección de historia. G. R.





### Tristes tópicos

Josep Muñoz Redón

Paidós, Barcelona, 2014, 160 págs.  
ISBN 978-84-493-2971-5

Tomando el título del famoso ensayo del antropólogo francés Levi-Strauss, López Redón nos ofrecen un catálogo de tópicos y lugares comunes que usamos en nuestras conversaciones y que ahogan nuestro pensamiento y empobrecen el lenguaje. Tópicos como: «Es necesario reinventarse», «Toda crisis es una oportunidad», «La excepción confirma la regla» o «Una imagen vale más que mil palabras» van en detrimento de nuestro espíritu crítico y nos impiden pensar libremente. En suma, tópicos nada inocentes



que debemos combatir en nombre de un pensamiento más libre y crítico.

### Lionel Asbo. El estado de Inglaterra

Martin Amis

Anagrama, Barcelona, 2014, 360 págs.  
ISBN 978-84-339-7880-6

Desmond Pepperdine es un adolescente que vive en un sórdido suburbio londinense al cuidado de su abuela y con su tío, Lionel Asbo, un delincuente al que un golpe de suerte convierte en millonario. Con estos mimbres, Martin Amis construye una sátira descarnada de la Inglaterra actual y una crítica feroz del culto a la fama y al dinero. Se trata de una novela

con tintes dickensianos, a ratos cruel y divertida, sobre una sociedad a la deriva y el desmoronamiento de la vieja Inglaterra, en manos de *hooligans* y tabloides. Una historia moral.



### El mundo de Atenas

Luciano Canfora

Anagrama, Barcelona, 2014, 544 págs.  
ISBN 978-84-339-6363-5

Para la cultura occidental, Atenas es algo más que un lugar físico: es el símbolo del origen de la democracia y de nuestras instituciones políticas. El prestigioso filólogo y ensayista italiano Luciano Canfora nos recuerda que Atenas tiene más de



lugar imaginario que real y en este trabajo reconstruye la historia de Atenas, poniendo en tela de juicio la idealización de la ciudad. Canfora utiliza para ello una gran cantidad de fuentes de la época, y nos recuerda que los principales críticos de la democracia fueron precisamente los propios

atenienses. Un ensayo muy pertinente en estos tiempos de crisis de nuestras democracias.

## CONTRASEÑAS Gabriel Rodríguez

# Hablar en público

En nuestro país, poca gente domina el arte de hablar en público, habilidad imprescindible en el mundo de la empresa, la política y la comunicación. De hecho, muchas personas lo pasan realmente mal cuando tienen que hablar en público: les vence el miedo, padecen ansiedad, sienten (valga el tópico) “miedo escénico”. Y eso se traduce en sudoración de las manos, aceleración del ritmo cardíaco, sequedad en la boca, etc. Y este miedo a hablar en público no distingue categorías sociales o profesionales: médicos, abogados o docentes suelen padecerlo. Incluso los políticos, a los que se les supone duchos en el arte de la oratoria, tienen la costumbre de leer sus intervenciones en el Parlamento. Incluso leen las réplicas que han de rebatir.

Los españoles somos, por lo general, muy parlanchines cuando nos encontramos en el ámbito familiar, privado, entre amigos o conocidos, en la charla de sobremesa, la tertulia de café o el jaleo del bar. Salvo a las personas extremada o patológicamente tímidas, a la mayoría no nos cuesta pegar la hebra con cualquier desconocido. Sin embargo, cuando cambia el escenario y nos vemos ante un auditorio, por una comunicación científica, un discurso político o una conferencia, nuestra habitual incontinencia verbal sufre un cortocircuito y nos provoca pavor tener que ordenar y comunicar oralmente las ideas delante de nuestros semejantes.

Por supuesto que esta dificultad para hablar en público no es privativa de los españoles, pero quizás en nuestro país resulta especialmente llamativa. Para muchos expertos, esta dificultad procede de nuestro sistema de educación. Pocas escuelas, institutos o uni-

versidades españolas ofrecen a los estudiantes enseñanzas en oratoria para mejorar las habilidades en comunicación oral. Para Fran Carrillo, fundador y director de la empresa de comunicación La Fábrica de Discursos, “a la gente no le gusta hablar en público. Hay un déficit formativo importante”. Sin embargo, para Carrillo, un discurso persuasivo y una oratoria clara es la llave que abre muchas puertas. “Solo con el talento ya no sirve”, advierte. Y es que no se entiende por qué no se implanta esta materia en nuestro sistema educativo, de la misma manera que está institucionalizado en el sistema anglosajón. “Aunque se puede aprender a hablar en público a cualquier edad, cuanto antes se empieza, mejor”, explica Carrillo. Además, las técnicas retóricas no deben estar separadas del conocimiento y del aprendizaje, pues para hablar bien primero hay que pensar bien.

En realidad, todo esto no es una novedad. Ya nos lo explicó hace muchos años Juan de Mairena, el profesor apócrifo de Antonio Machado en un memorable texto: “A muchos asombra, señores, que en una clase de retórica como es la nuestra, hablemos de tantas cosas ajenas al arte del bien decir; porque muchos –los más– piensan que este arte puede ejercitarse en el vacío de pensamiento. Si esto fuera así tendríamos que definir la retórica como el arte de hablar bien sin decir nada, o de hablar bien de algo pensando en otra cosa... Esto no puede ser. Para decir bien hay que pensar bien, y para pensar bien conviene elegir temas muy esenciales, que logren por sí mismos captar nuestra atención, estimular nuestros esfuerzos, conmovernos, apasionarnos y hasta sorprendernos”.

# La sustancia del siglo

Hace 10 años era un perfecto desconocido. Hoy es el ganador de un premio Nobel y acumula en su haber más récords que nadie. No se trata de un investigador ni de un atleta, ni de un héroe o un artista, sino de un material; eso sí, un material especial, tanto que los científicos dicen que será la estrella del siglo XXI. Se llama grafeno y ya ha desbancado al diamante de la cabeza de la lista de dureza; pero no es la única clasificación en la que reina; también se lleva los laureles en las de ligereza, resistencia a la corrosión, al desgaste y a cualquier grado de pH, conductividad eléctrica y térmica y otras, al tiempo que es elástico, plegable, inerte, irrompible, estable...

Corría el año 2004 cuando dos investigadores de la Universidad de Manchester, Andre Geim y Konstantin Novoselov se dedicaban a intentar cortar en láminas muy delgadas una muestra de grafito, hasta que llegaron a conseguir algunas que tenían de grosor un solo átomo. Después, se dedicaron a estudiar su comportamiento hasta descubrir que tenía cualidades portentosas, diferentes de las de otras formas de carbono. Y como lo habían conseguido a partir del grafito bautizaron con el nombre de grafeno al nuevo material. En realidad, guarda una estrecha relación con algunas variantes del carbono, como los nanotubos, que vienen a ser láminas de grafeno cerradas en forma de cilindro, y los fullerenos, que son esferas cuya superficie es de este material.

Tan importante parece ser el grafeno para la tecnología del futuro que la Unión Europea ha decidido dedicarle uno de los dos ámbitos estrella de la investigación de los próximos años, junto con el estudio del cerebro. Se trata de las dos áreas elegidas para formar parte del programa de proyectos emblemáticos FET (Future and Emerging Technologies), cada una de las cuales dispone de mil millones de euros, distribuidos a lo largo de 10 años, con el obje-

**“TAN IMPORTANTE PARECE SER EL GRAFENO PARA LA TECNOLOGÍA DEL FUTURO QUE LA UNIÓN EUROPEA HA DECIDIDO DEDICARLE UNO DE LOS DOS ÁMBITOS ESTRELLA DE LA INVESTIGACIÓN DE LOS PRÓXIMOS AÑOS”**

tivo de acelerar al máximo la investigación básica y las aplicaciones derivadas. El proyecto Grafeno está dirigido por el profesor Jari Kinaret, de la Universidad de Chalmers (Suecia), y en él participan 126 grupos de investigación, tanto procedentes del mundo académico como de laboratorios industriales, con varios centenares de investigadores implicados, entre ellos cuatro premios Nobel, de

17 países diferentes. Además, dado el largo plazo del proyecto, está previsto que otros 20 o 30 grupos se incorporen posteriormente.

La participación española en este proyecto es relevante, con una docena de grupos de investigación incluidos. Y es que, al contrario que en tantas otras áreas científicas de vanguardia, nuestro país se encuentra bien posicionado en el ámbito del grafeno. Muestra de ello es el reconocimiento internacional que han conseguido algunos investigadores, como Francisco Guinea, del Instituto de

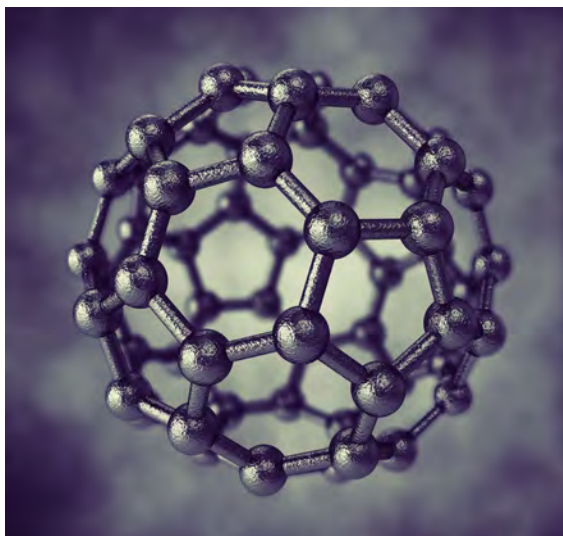
Ciencia de Materiales de Madrid del CSIC, uno de los pioneros en esta área. Y no solo en la investigación básica; también descuella España en el segmento de la producción industrial, con al menos tres empresas que fabrican grafeno y lo suministran a todo el mundo. La riojana Avanzare es la mayor productora europea, pues, según su director, Julio Gómez Cerdón, fabrica el 10% del grafeno total que se produce en el mundo. Esta empresa, especializada en materiales nanotecnológicos, ha desarrollado sus propios procesos de producción industrial de grafeno y sus posibles aplicaciones. El producto que fabrican es grafeno en polvo, que puede

añadirse a otros productos (plásticos, pinturas, adhesivos...), para conferirles algunas de sus cualidades, como la resistencia.

Entre los numerosos productos que fabrica el Grupo Antolín, de Burgos, se encuentra desde hace años la fibra de carbono, por lo que no le resultó complicado adentrarse en el mundo del grafeno. En 2011 puso en marcha un laboratorio específico para producir, bajo el nombre de GraphNanotech, óxido de grafeno en forma de plaquetas, en polvo y en disolución, destinado a otras industrias para su incorporación a otros productos.

Por último, Graphenea, empresa radicada en San Sebastián, nació específicamente, como su nombre sugiere, para dedicarse a la producción del nuevo material. El producto que elaboran es muy diferente: láminas de grafeno de gran tamaño, sobre diferentes tipos de soporte, destinadas a aplicaciones de alto valor añadido en electrónica, pantallas táctiles, baterías y células solares. Su clientela está formada, esencialmente, por grandes multinacionales tecnológicas, como Nokia, Phillips y Canon, y centros de investigación tan relevantes como el Massachusetts Institute of Technology y las universidades de Cambridge y Harvard.

Pese a su juventud, el grafeno ya se ha colado en nuestras vidas y empieza a estar presente en aplicaciones tan insospechadas como calzado más duradero, sensores de impacto y de presión, barreras electromagnéticas, sistemas de disipación de calor, tintas, almacenamiento de hidrógeno, pantallas de televisión enrollables, carrocerías... En pocos años, nada quedará libre de grafeno. Es, dicen, el material con el que se está construyendo el futuro.



NOBEASTOERCE / SHUTTERSTOCK



# Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales



Wolters Kluwer Formación y la Universidad Francisco de Vitoria se unen para ofrecer el Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales.

La Prevención de Riesgos Laborales continúa siendo una materia imprescindible en todas las empresas. Por este motivo la demanda de profesionales orientados y formados en PRL es cada vez mayor en el mercado.

Consigue el título máster y obtén tu gran ventaja competitiva.

Nuestro programa más prestigioso:

## Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

El mejor equipo docente compuesto por profesionales de élite en el ámbito de la prevención.  
Con la coordinación de **Genaro Gómez Etxebarria**

- ✓ INICIO **MAYO 2014**. Plazas limitadas.
- ✓ Obtención de Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales expedido por la Universidad Francisco de Vitoria. Máster verificado por la ANECA.
- ✓ Este Máster Universitario proporciona a los estudiantes que lo superen el nivel 3 del MECES (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior).
- ✓ Acceso online a la Revista de Gestión Práctica de Riesgos Laborales.
- ✓ Acceso a la base de datos CISS Prevención Riesgos Laborales.
- ✓ Metodología online: estudia donde quieras y en el horario que necesites.

12 años  
formando  
en PRL

Más de 7.000 alumnos  
ya han obtenido  
su título  
con nosotros

El importe de este curso o parte de él, es subvencionable mediante bonificaciones a través de las cuotas de la Seguridad Social al amparo del RD 395/2007, de la **Fundación Tripartita**



**Fundación Tripartita**  
PARA LA FORMACIÓN EN EL EMPLEO

**Precios especiales para Técnicos Superiores en Prevención de Riesgos Laborales.**