



## Plantéate nuevas oportunidades en una Universidad líder en la formación de profesionales.

En la Universidad Europea de Madrid vas a encontrar las titulaciones de grado y postgrado más novedosas y demandadas en el área industrial, en horarios compatibles con tu actividad profesional.

El gran contenido práctico de nuestros programas, combinado con una formación teórica impartida por los mejores profesionales, así como el aval de las empresas más importantes del sector, hace de nuestros programas la elección más segura en el ámbito industrial. Decide lo mejor para tu futuro profesional.

### Titulaciones en horarios compatibles con la actividad profesional

- Ingeniero Industrial (2º Ciclo)
- Ingeniero en Organización Industrial (2º Ciclo)
- Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática
- Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática (curso de adaptación para Ingenieros Técnicos Industriales en Electrónica Industrial)
- Grado en Ingeniería Mecánica (curso de adaptación para Ingenieros Técnicos Industriales en Mecánica)

### Titulaciones de Grado

- Grado en Ingeniería de la Energía\*
- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática
- Grado en Ingeniería en Organización Industrial

### Másteres ([www.proy3cta.uem.es](http://www.proy3cta.uem.es))

- Máster Universitario en Energías Renovables
- Máster en Climatización
- Máster Universitario en Edificación Eficiente y Rehabilitación Energética Medioambiental

\*Nueva titulación conforme al Espacio Europeo de Educación Superior, pendiente de autorización.

Campus de Villaviciosa de Odón  
Campus La Moraleja



**Universidad  
Europea de Madrid**  
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

Pensada para el mundo real

**Infórmate**  
**902 23 23 50 uem.es**



## LA INGENIERÍA INDUSTRIAL EN EL MARCO DE BOLONIA

**Luces y sombras sobre los nuevos estudios en el Espacio Europeo de Educación Superior**

Limitación Demanda Energética:  
Exportación LIDER  
Certificación Energética:  
Exportación CALENER



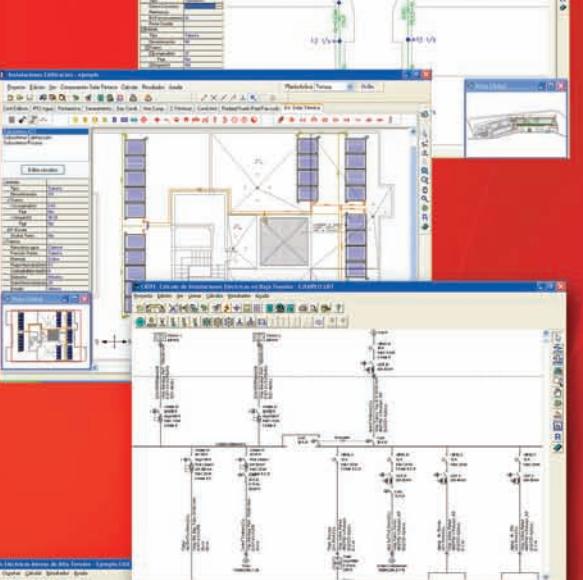
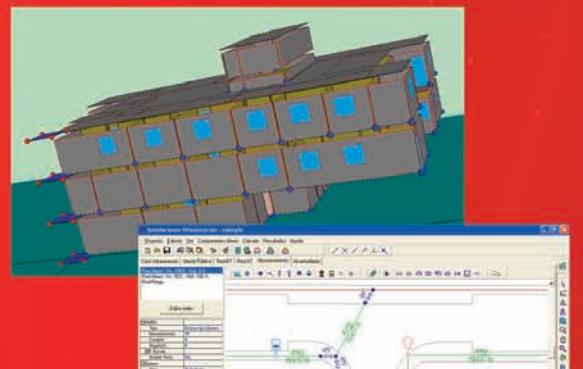
**dmELECT**  
Software de Instalaciones para  
Ingeniería, Arquitectura y Construcción

### ¿Por qué elegir DMELECT?

- Posibilidad de diseñar y calcular todas las instalaciones en un mismo proyecto.
- Destacados por su gran sencillez de manejo e introducción de datos y por ser el cálculo más potente del mercado (cálculo matricial, algoritmos de optimización, etc), que le permitirá abordar proyectos de gran envergadura y sin limitaciones. El programa obtendrá automáticamente las secciones y diámetros de la instalación, sin necesidad de ser definidos por el usuario.
- Avalados por miles de técnicos del sector.
- La calidad nos diferencia del resto. Contraste el mercado y se convencerá.
- El mejor Servicio post-venta. Ayuda instantánea ante cualquier duda que pudiera surgirle. Evite retrasos innecesarios o no encontrar solución técnica a sus proyectos.
- Lectura de imágenes en DWG, DXF, BMP, TIFF y JPEG.
- Proyecto completo: Memoria Descriptiva, Anexo de Cálculos, Pliego de Condiciones, Medición y Planos.
- Memoria Técnica de Diseño, Certificados de la Instalación y Manual del Usuario (en Electricidad).
- Obtención automática de las Fichas Justificativas de la Opción Simplificada para la Limitación de Demanda Energética. Evite tener que manejar programas engorrosos y de poca utilidad.
- Los proyectos calculados con nuestro software le concederán la nota más alta en todos los organismos oficiales. La experiencia de casi 20 años así lo confirma.
- Si aún le quedan dudas, visite nuestra página web donde encontrará mayor información.

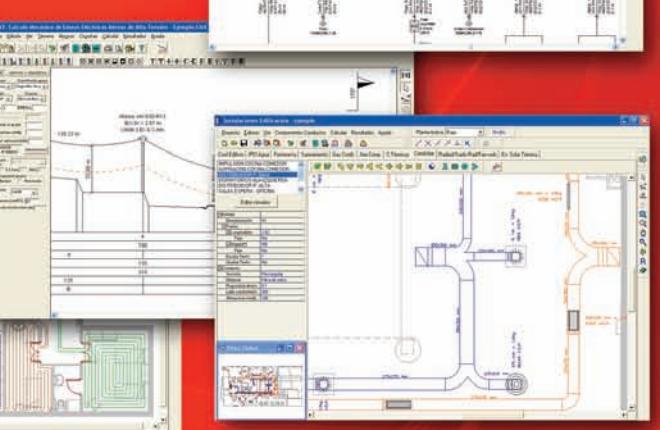
### Edificación

CIEBT: Instalaciones Eléctricas BT.  
VIVI: Instalaciones Eléctricas en Edificios de Viviendas.  
IPCI: Protección contra Incendios por agua.  
FONTA: Fontanería: Agua fría y agua caliente sanitaria.  
SANE: Instalaciones de Saneamiento.  
GASCOMB: Instalaciones Receptoras de Gases Combustibles.  
AIRECOMP: Aire Comprimido y Gases Industriales.  
CATE: Cargas Térmicas de Invierno y Verano.  
Limitación Demanda Energética (DB HE1).  
CONDUCTOS: Conductos de Aire para Ventilación y Climatización.  
RSF: Radiadores, Suelo Radiante y Fancoils.  
SOLTE: Energía Solar Térmica



### Urbanización

ALP: Redes de Alumbrado Público  
REDBT: Redes Eléctricas de Distribución BT  
CMBT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas BT  
REDAT: Redes Eléctricas de Distribución AT  
CMAT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas AT  
CT: Centros de Transformación de Interior e Intemperie  
ABAST: Redes de Abastecimiento de Agua y Riego.  
ALCAN: Redes de Alcantarillado



SENCILLEZ EN EL MANEJO, POTENCIA EN EL CALCULO

# Instalaciones del edificio

Diseño y cálculo del edificio con un solo programa  
cumpliendo las exigencias básicas del **CTE**



### RAPIDEZ

Importa la geometría y los elementos constructivos del edificio de ficheros en formato IFC generados por programas CAD/BIM como Allplan®, Archicad® y Revit®. El usuario también puede introducir estos datos de modo gráfico.

La geometría del edificio es común para todas las instalaciones. Esta conectividad permite que la modificación de datos en una instalación afecte automáticamente al resto de instalaciones que las comparten.



### EXPORTACIÓN

La medición y el presupuesto pueden exportarse a **BC3, Arquímedes, Arquímedes y Control de obra y Arquímedes Edición ASEMAS**.

Aislamiento puede exportar a **LIDER** la geometría, características de los materiales, zona climática, etc. de todo el edificio; y Climatización exportar a **CALENER-VYP** la instalación térmica (calefacción, refrigeración y producción de ACS considerando la contribución mínima de energía solar térmica) y la instalación de iluminación.

### EnergyPlus™

El módulo Exportación a EnergyPlus™ de Climatización y Aislamiento puede utilizarse como herramienta al uso para obtener un listado justificativo de la opción general del DB-HE 1.

Los datos y resultados obtenidos también se utilizan para generar automáticamente la memoria del proyecto de edificación con el programa Memorias CTE de CYPE Ingenieros.

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



# Técnica Industrial

La revista de la Ingeniería Técnica Industrial

## ACTUALIDAD

### Noticias y novedades

**04 Materiales cerámicos cada vez más versátiles para construir el futuro**

Pura C. Roy

**05 Nuevos proyectos para renovar los sistemas de energía solar**

**06 El derroche de reinventar la rueda**

Cada año se deniegan 300.000 solicitudes de patente en todo el mundo por reivindicar una solución técnica ya conocida.

Hugo Cerdà

**08 Un superbús ecológico a 250 km/h**

Patricia Luna

**09 El hormigón resistente a terremotos**

**10 Un tanque para investigar el mar**

La primera infraestructura singular de Cantabria impulsará la actividad científica y tecnológica en el medio marino.

Pura C. Roy

**11 Ciencia**

**13 Medio ambiente**

**15 I + D**

### Reportaje

**18 El futuro del mix energético español**

Crecen las voces que piden una apuesta decidida por las renovables para definir un sistema sostenible para 2050.

Manuel C. Rubio

### Entrevista

**22 Pedro Lomónaco Tonda**

Director del Laboratorio de Ingeniería Oceanográfica y de Costas del Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria.

Ana P. Fraile



**24 Ferias y congresos**

**En portada:** Estudiantes de ingeniería industrial de la Universidad Politécnica de Madrid.

Foto: Pictelia

## ARTÍCULOS

**26 DOSSIER Los nuevos estudios de ingeniería industrial en el marco de Bolonia**

The new industrial engineering study plan in the Bologna framework

Ferran Virgós Bel y Joan Domingo Peña



**36 ORIGINAL Cálculo de la producción anual de una instalación fotovoltaica en cubierta**

Calculation of the annual productivity of a deck mounted photovoltaic system

Manuel Burrel Mur

**44 ORIGINAL Análisis de la rentabilidad del cambio a un componente de gama superior**

Profitability analysis of change to a higher quality component

Francisco J. Verdugo Jará

**50 ORIGINAL Legalización de una grúa hidráulica articulada para elevar personas**

Legalization of an articulated hydraulic crane to lift people

José Manuel Caracena Balbuena



**54 INNOVACIÓN Validación de un dispositivo experimental para el rodillado de superficies cilíndricas**

Validation of an experimental device for the rolling of external cylindrical surfaces

Robert Hernández Ortega y Gerardo Rafael González García

**60 REVISIÓN Certificación de sistemas de gestión de eficiencia energética**

Certification of energy efficiency management systems

Francisco Martín Santamaría

## INGENIERÍA Y HUMANIDADES

**70 Verbi Gratia**

Educación y creatividad

Helena Pol

**72 Entrevista**

Maria Vallet Regí

Esta química experta en biomateriales sostiene en esta entrevista que "se puede imitar a la naturaleza para ofrecer unas prestaciones equivalentes a las que ella nos da".

Pura C. Roy

**77 Anatomía de la cultura**

La cultura como ideología

Cristóbal Pera

**78 Publicaciones**

## PROFESIÓN

**03 Editorial**

Una plataforma global de formación

Aureli Calvet Tarragona y Francesc Estrany Coda

**66 Noticias del Cogiti y los colegios**

**67 Universidad y empresa**

## COLUMNISTAS

**17 Bit Bang**

Borrar las huellas. Pura C. Roy

**25 Ecologismos**

India. Joaquín Fernández

**79 Contraseñas**

Sábato: un recuerdo. Gabriel Rodríguez

**80 Con Ciencia**

Heterodoxos. Ignacio F. Bayo

**Técnica Industrial** fue fundada en 1952 como órgano oficial de la Asociación Nacional de Peritos Industriales. Actualmente es editada por la Fundación Técnica Industrial, vinculada al Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial (Cogiti), y su Patronato está formado por los siguientes cargos y patronos:

#### Comisión Ejecutiva

**Presidente:** José Antonio Galdón Ruiz

**Vicepresidente:** Juan Ignacio Larraz Pló

**Secretario:** Avelino García García

**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:** Gerardo Arroyo Gutiérrez

**Tesorero:** José María Manzanares Torné

**Gerente:** Juan Santana Alemán

#### Patronos

Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales (UATIE), Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial (Cogiti) y Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales, representados por sus respectivos decanos:

**A Coruña:** Edmundo Varela Lema

**Álava:** Alberto Martínez Martínez

**Albacete:** Francisco Avellaneda Carril

**Alicante:** Antonio Martínez-Canales Murcia

**Almería:** Juan Luis Viedma Muñoz

**Aragón:** Juan Ignacio Larraz Pló

**Ávila:** Fernando Espí Zarza

**Badajoz:** Vicenta Gómez Garrido

**Illes Balears:** Juan Ribas Cantero

**Barcelona:** Joan Ribó Casaus

**Bizkaia:** Mario Ruiz de Aguirre Bereciartua

**Burgos:** Jesús de Garay Mañueco

**Cáceres:** José Manuel Cebriá Álvarez

**Cádiz:** Domingo Villero Carro

**Cantabria:** Aquilino de la Guerra Rubio

**Ciudad Real:** José Carlos Pardo García

**Córdoba:** Francisco López Castillo

**Cuenca:** Pedro Langreo Cuena

**Gipuzkoa:** Jorge Arávalo Turillas

**Girona:** Narcís Bartina Bixa

**Granada:** Isidro Román López

**Guadalajara:** Juan José Cruz García

**Huelva:** José Antonio Melo Mezcua

**Jaén:** Miguel Angel Puebla Hernanz

**La Rioja:** Juan Manuel Navas Gordo

**Las Palmas:** José Antonio Marrero Nieto

**León:** Francisco Miguel Andrés Río

**Lleida:** Joan Monyach Callizo

**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 Doménech Arrese

**Ourense:** Santiago Gómez-Randulfe Álvarez

**Palencia:** Jesús de la Fuente Valtierra

**Principado de Asturias:** Enrique Pérez Rodríguez

**Salamanca:** Eduardo González Sánchez

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

**Segovia:** Rodrigo Gómez Parra

**Sevilla:** Francisco José Reyna Martín

**Soria:** Levy Garjón Tarancón

**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 Gamarrá

**Zamora:** Pedro San Martín Ramos

# NORMAS DE PUBLICACIÓN

**Técnica Industrial**, fundada en 1952 y editada por la Fundación Técnica Industrial, se define como una publicación técnica de periodicidad bimestral en el ámbito de la ingeniería industrial. Publica seis números al año (febrero, abril, mayo, agosto, octubre y diciembre) y tiene una versión digital accesible en [www.tecnicaindustrial.es](http://www.tecnicaindustrial.es). Los contenidos de la revista se estructuran en torno a un núcleo principal de artículos técnicos relacionados con la ingeniería, la industria y la innovación, que se complementa con información de la actualidad científica y tecnológica y otros contenidos de carácter profesional y humanístico.

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

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

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

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

**Estructura** Los trabajos constarán de tres partes diferenciadas:

1. **Presentación y datos de los autores.** El envío de artículos debe hacerse con una carta (o correo-e) de presentación que contenga lo siguiente: 1.1 Título del artículo; 1.2 Tipo de artículo (original, revisión, innovación y opinión); 1.3 Breve explicación del interés del mismo; 1.4 Código Unesco de cuatro dígitos del área de conocimiento en la que se incluye el artículo para facilitar su revisión (en la página web de la revista figuran estos códigos); 1.5 Nombre completo, correo electrónico y breve perfil profesional de todos los autores (titulación y posición laboral actual, en una extensión máxima de 300 caracteres con espacios); 1.6 Datos de contacto del autor principal o de correspondencia (nombre completo, dirección postal, correo electrónico, teléfonos y otros datos que se consideren necesarios); 1.7 La cesión de los derechos al editor de la revista. 1.8 La aceptación de estas normas de publicación por parte de los autores.
2. **Texto.** En la primera página se incluirá el título (máximo 60 caracteres con espacios), resumen (máximo 250 palabras) y 4-

8 palabras clave. Se recomienda que el título, el resumen y las palabras clave vayan también en inglés. Los artículos originales deberán ajustarse en lo posible a esta estructura: introducción, material y métodos, resultados, discusión y/o conclusiones, que puede reproducirse también en el resumen. En los artículos de revisión, innovación y opinión se pueden definir los apartados como mejor convenga, procurando distribuir la información entre ellos de forma coherente y proporcionada. Se recomienda numerar los apartados y subapartados (máximo tres niveles: 1, 1.2, 1.2.3) y denominarlos de forma breve.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Entrega** Los autores remitirán sus artículos preferentemente a través del enlace Envío de artículos de la página web de la revista, donde figuran todos los requisitos y campos que se deben llenar; de forma alternativa, se pueden enviar al correo electrónico cogiti@cogiti.es. Los autores deben conservar los originales de sus trabajos, pues el material remitido para su publicación no será devuelto.

La revista acusará recibo de los trabajos remitidos e informará de su posterior aceptación o rechazo, y se reserva el derecho de acortar y editar los artículos que se publiquen. **Técnica Industrial** no asume necesariamente las opiniones de los textos firmados.

# Una plataforma global de formación

La palabra universidad deriva de universo, que significa totalidad de espacio y de tiempo. Desde siempre se ha dado a la Universidad este sentido de pertenencia a toda la humanidad. El llamado Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) sirve claramente a esta idea.

El EEES se empezó a construir a partir de la Declaración de Bolonia, el 19 de junio de 1999, en la que participaron 30 países, en su mayoría miembros de la Unión Europea, pero también países del Acuerdo Europeo de Libre Comercio y del este y centro de Europa. Los dos objetivos estratégicos más importantes del EEES son el aumento del empleo en la Unión Europea y la conversión del Sistema Europeo de Formación Superior en un polo de atracción para estudiantes y profesores de todo el mundo (estrategia competitiva con el sistema universitario norteamericano). Se adoptó un sistema basado en dos ciclos principales que mide la carga formativa del estudiante en créditos (sistema ECTS), para hacer fácilmente comparables las titulaciones obtenidas en los distintos países europeos, y que promueve el desarrollo curricular, la movilidad y la cooperación entre naciones.

Cumpliendo la premisa de la orientación global de la Universidad, el EEES se ha desplegado más allá de las fronteras europeas: además de las nuevas incorporaciones de países europeos, hay también países asiáticos que han adoptado el mismo modelo para ofrecer títulos homologables en Europa. Y recientemente, se ha dado a conocer que también los ocho países miembros de la Unión Monetaria y Económica de África Occidental pretenden armonizar sus sistemas universitarios al modelo del EEES. Tal como están definidos sus objetivos, el EEES se puede considerar una gran plataforma global de formación universitaria, concebida para no excluir a nadie.

En España, el 26 de octubre de 2007 el Consejo de Ministros aprobó el Real Decreto de Ordenación de Enseñanzas Universitarias Oficiales, que modificó el sistema de clasificación de la enseñanza superior y fijó una nueva estructura de títulos en tres niveles (grado, máster y doctorado) en consonancia con el EEES. La siguiente fase fue la denominada "guerra entre las nuevas y las viejas ingenierías", con la discusión del formato final de estos títulos tras su adaptación al EEES. La historia tiene su peso: las escuelas técnicas superiores han tendido a presentar sus másteres como el objetivo final de las carreras, mostrando el grado como una primera fase de formación, mientras que, en general, las escuelas de ingeniería técnica han presentado su oferta de nuevas titulaciones de grado resaltando su condición de carreras terminales.

Una preocupación constante de los representantes de nuestra

profesión en este proceso ha sido la definición de las atribuciones profesionales de las nuevas titulaciones de ingeniería. Aclaremos que la asignación de atribuciones profesionales a cada titulación técnica es una tradición típica de España, pero no del resto de países europeos, donde se considera que es el propio ejercicio de la profesión el que configura las atribuciones del titulado.

**"LA ASIGNACIÓN DE ATRIBUCIONES PROFESIONALES A CADA TITULACIÓN TÉCNICA ES UNA TRADICIÓN TÍPICA DE ESPAÑA, PERO NO DEL RESTO DE PAÍSES EUROPEOS, DONDE ES EL PROPIO EJERCICIO DE LA PROFESIÓN EL QUE CONFIGURA LAS ATRIBUCIONES"**

La definición de atribuciones fue resuelta en parte con lo establecido en la Orden Ministerial CIN/351/2009, del 9 de febrero: los grados en ingenierías industriales habilitarán para ejercer la profesión de ingeniero técnico industrial, si se cumplen los requisitos con respecto a una tecnología específica (mecánica, eléctrica, química industrial, etcétera), asegurando la adquisición de una serie de competencias establecidas en dicha orden. Obviamente, la mayoría de universidades se aseguraron de que sus titulaciones cumplieran dichos requisitos.

Los problemas del proceso de implantación, inherentes a un cambio conceptual tan amplio, han aumentado con la crisis económica mundial, limitando los recursos para la aplicación de las nuevas metodologías educativas, imprescindibles en el nuevo escenario previsto para la adquisición de las competencias requeridas por la Orden Ministerial CIN/351/2009. Opinamos que será necesario alargar el tiempo de implantación unos años más, permitiendo la adaptación de los recursos disponibles a los objetivos del EEES, optimizando el desarrollo de las nuevas metodologías a la medida de los recursos reales.

Tras su fase de expansión, el EEES habrá de alcanzar la fase de asentamiento y asimilación, para llegar a ser esta plataforma global de desarrollo formativo en la que el estudiante desarrolle su aprendizaje guiado por el profesor, a partir de unos objetivos requeridos y verificados por la sociedad, y los tres agentes se sientan de algún modo integrantes de un escenario mundial, conectando el conocimiento y la formación universal.

**Aureli Calvet Tarragona y Francesc Estrany Coda**

Profesores de la EUETIB (Universidad Politécnica de Cataluña)

**Director:** Gonzalo Casino

**Secretario de redacción:** Francesc Estrany Coda (Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona) **Consejo de redacción:** Francisco Aguayo González (Universidad de Sevilla), Miguel Ferrero Fernández (Universidad de León), Antonio Luis Galiano Pérez (Alicante), Ramón González Drigo (Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona), José Ignacio Nogueira Goriba (Universidad Carlos III, Madrid), Ramón Oliver Pujol (Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona).

**Redactor jefe:** Pura C. Roy **Colaboradores:** Joan Carles Ambrojo, Manuel C. Rubio, Hugo Cerdà, Ignacio F. Bayo, Joaquín Fernández, Beatriz Hernández Cembellín, Patricia Luna, Cristóbal Pera, Ana Pérez Fraile, Helena Pol, Gabriel Rodríguez, M. Mar Rosell, Fátima Santana, Mauricio Wiesenthal **Diseño gráfico:** Mariona García **Fotografía:** Ignacio Adeva, Consuelo Bautista, Santi Burgos, Vicens Giménez, Beatriz Morales, Vera Salatino, Alonso Serrano, Mónica Torres, Shutterstock, Pictelia **Ilustración:** Alabama, Cardiel, Margot, Viridis.

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

Correo-e: [revista@tecnicaindustrial.es](mailto:revista@tecnicaindustrial.es) **Publicidad:** Labayru y Anciones. Andorra, 69. 28043 Madrid. Tel: 913 886 642 / 492. Fax: 913 886 518

**Impresión:** Gráficas Monterreina, S.A. **Depósito legal:** M. 167-1958 **ISSN:** 0040-1838. **ISSN (internet):** 2172-6957. Difusión controlada por



## Cerámicas para construir el futuro

**Los materiales cerámicos son cada vez más versátiles, como lo demuestran algunos de los prototipos presentados en una exposición en la Universidad de Harvard que auna diseño y sostenibilidad**

### Pura C. Roy

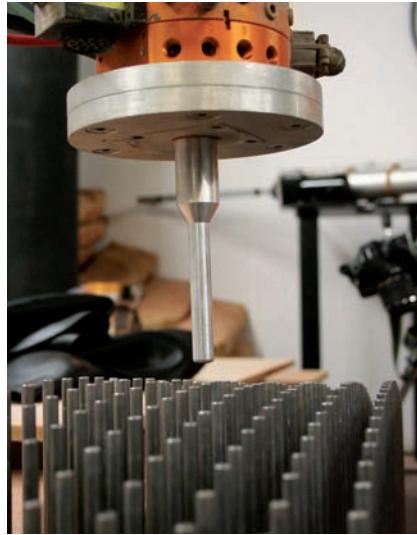
La construcción sostenible quiere velar por el equilibrio entre la edificación y su entorno, minimizando su impacto ambiental. Además del ahorro energético en los edificios construidos es importante el de la fabricación de materiales. Bajo el título *Ceramic Tile Futures*, la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (Ascer) ha impulsado una exhibición, en colaboración con la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Harvard en la que se han presentado varios proyectos pilotos que se encuentran en fase de experimentación. Los prototipos a escala real han servido para ilustrar los desafíos a los que se enfrenta la producción de cerámica y su objetivo de conseguir edificios cada vez más sostenibles.

Entre los prototipos presentados destacó el sistema *brise-soleil* o parasol de alto rendimiento. El proyecto, dirigido por Martin Bechthold, catedrático de tecnología arquitectónica, y Christoph Reinhart, ha combinado la investigación de la tecnología robótica, la eficiencia en la edificación y el diseño, con el reto de personalizar los recubrimientos cerámicos.

Para ello, la escuela de Harvard desarrolló un programa de ordenador que permite diseñar piezas cerámicas en forma de lamas para fachadas complejas o curvas, para salvaguardar la eficiencia energética del edificio. Además, se desarrolló un molde variable y un depositador de cerámica controlado robóticamente para fabricar estas piezas. La cerámica, por sus propiedades plásticas, es considerada un material idóneo para el desarrollo de las lamas cerámicas con formas adaptadas a las necesidades energéticas.

### Proyectos pilotos

Ascer, a través de las distintas empresas que la integran y de sus Cátedras Cerámicas de Arquitectura, lleva a cabo muchos otros proyectos pilotos, que también están en fase de experimentación, encaminados, todos ellos, a conseguir mejoras energéticas. Un ejemplo de la aplicación cerámica a los sistemas de enfriamiento es el Pot-in-pot system. Consiste en una serie de piezas prismáticas,



Robot desarrollado por los alumnos de la cátedra Cerámica de Harvard para crear las baldosas personalizadas.

LAS CUESTIONES QUE AFECTAN AL MEDIO ESTÁN EN EL DEBATE PÚBLICO. LA INDUSTRIA HA DESARROLLADO UN SISTEMA QUE PERMITE INTEGRAR CÉLULAS FOTOVOLTAICAS EN LAS FACHADAS CERÁMICAS

fabricadas por extrusión que se ensamblan entre sí, y en cuyo interior se introduce arena. Se rellena con agua destilada a través de una tapa superior que se filtra por los poros de la arcilla y que, en contacto con el ambiente exterior, se evapora produciendo un enfriamiento mayor.

Con este sistema se obtienen descensos de temperatura interior exterior de 14 °C, además de disponer de mayor inercia térmica y aislamiento acústico. La calidad mecánica del recubrimiento cerámico que se busca en este elemento es la porosidad, lo que aporta una ventaja adicional, ya que la cerámica porosa necesita un menor coste de materias primas y, en consecuencia, un menor gasto de energía para cocer las piezas.

En 2004 se puso en marcha una serie de Cátedras de Cerámica en algunas de las principales Escuelas de Arquitectura de España. La bautizada como Red de Cátedras Cerámicas busca aportar a los futuros profesionales un mayor conocimiento referido al producto tanto técnica como estéticamente para responder a las inquietudes creativas de la arquitectura actual y venidera.

Otro sistema que llama la atención del trabajo de estas cátedras es el denominado Giraplast, que consiste en una solución formada por baldosas cerámicas para fachadas que se encajan en un eje vertical sobre el cual giran. "En su otra cara se coloca una placa fotovoltaica que produce energía eléctrica. Al girar sobre su eje, la placa se va orientando a lo largo del día mediante un automatismo de seguidores solares, para obtener un mayor rendimiento energético del sistema", se explica desde Ascer. Una fachada con este sistema puede producir la energía necesaria para el funcionamiento autónomo de la red general en el caso de un edificio de viviendas, así como cubrir la iluminación de los espacios comunes del edificio. Las piezas pueden tener multitud de colores y texturas. Además, se puede jugar con el movimiento del sistema y la luz cambiante del día para conseguir efectos sorprendentes.

### Azulejos de fino espesor

Los modernos procesos de fabricación de las baldosas cerámicas han conseguido la creación de azulejos de gran formato y espesor muy fino, que mantienen todas las propiedades de la cerámica tradicional. Según Ascer, "Son más fáciles de manejar y colocar, pero su principal contribución a la sostenibilidad redundó en que suponen una reducción del 50% en el consumo de materias primas, se gasta menos energía en su fabricación, generan menos emisiones de CO<sub>2</sub> y residuos, necesitan menos almacenaje en fábrica y almacenes y suponen un menor coste de logística".

La sensibilidad actual hacia cuestiones que afectan al medio ambiente ha colocado a las energías renovables en el debate público, "un entorno donde también la cerámica empieza a tener su papel".

En este sentido, la industria ha desarrollado un sistema que permite integrar células fotovoltaicas en las fachadas cerámicas. Esta integración las convierte en un elemento generador de energía eléctrica a partir de una fuente de radiación solar. Con ello se consigue disponer de paneles solares integrados en las estructuras arquitectónicas, utilizando estas piezas bien como elementos de cubierta del tejado o bien combinando la función de aprovechamiento energético con otras propias de los materiales cerámicos, como el aislamiento acústico. Son diversas las marcas que han desarrollado productos en esta línea como Pamesa-Isotón, Tau y Porcelanosa-Onyx Solar, que ha diseñado un nuevo sistema de suelo técnico fotovoltaico.

### Revestimiento conductor

De todo este trabajo investigador ya hay uno que se alzó con el premio al producto innovador de la edición de la feria Cevi-sama 2009. Se trata de un nuevo material, un revestimiento cerámico conductor de calor, orientado a potenciar la eficiencia energética y a conseguir un mayor ahorro de consumo en los sistemas de calefacción. Es un material extremadamente duro y resistente que mejora el rendimiento de los sistemas de calefacción gracias a las innovaciones en su composición (óxido de silicio, excelente acumulador térmico y óxido de aluminio, que destaca por sus cualidades como transmisor de calor) y en su diseño estructural, que combina de manera eficaz los tres sistemas de transmisión de calor: convección, radiación y acumulación.

El proceso de fabricación de los revestimientos cerámicos está basado en el sometimiento de las materias primas a la presión y al calor. La incorporación de energías más limpias al proceso, como el gas natural, y métodos alternativos para su obtención, como la cogeneración, introducidos por la industria cerámica desde hace años, han contribuido a optimizar en gran medida la sostenibilidad de este proceso.

Según Ascer, en cuanto a la recuperación y reciclaje de residuos, el sector de azulejos y baldosas en su totalidad incorpora en el proceso de fabricación en torno al 17% de residuos procedentes del propio proceso productivo. Este sistema de reciclaje fue impulsado por el sector en el año 2002. Además, algunas marcas ya están desarrollando líneas de producto que emplean alrededor del 80% de material reciclado, consiguiendo las mismas prestaciones técnicas y estéticas.

# Nuevas proyectos para renovar los sistemas de energía solar

**El cambio climático, la subida del petróleo y los problemas con la energía nuclear empujan a científicos e ingenieros a buscar alternativas factibles para los actuales desarrollos solares**

En el desarrollo de sistemas de energía solar están implicados la mayoría de los países. Distintas ideas se están proyectando para hacerla más accesible e incluso que su diseño sea menos agresivo que los actuales paneles. Estos tienen un impacto visual en el tejado que puede ser decisivo para descartar la idea de su instalación. Por ello, una alternativa son las tejas solares que generan energía sin romper la estética del edificio. Se parecen a las convencionales en cuanto a forma y color, pero, además, producen electricidad y calor. Hay modelos que ya se pueden instalar en cualquier tejado. No obstante, todavía son más caras que los paneles convencionales. Las tejas solares se basan en el desarrollo de nuevos sistemas y materiales, como el silicio amorfo o monocristalino, que permiten a los paneles ser flexibles y adoptar cualquier forma y color.

El responsable de comunicación de la Asociación de la Industria Fotovoltaica (Asif), Tomás Díaz, ha señalado que estos sistemas fotovoltaicos flexibles se aplican ya en láminas para la cubierta de edificios, de manera que impermeabilizan y producen electricidad. En cuanto a los sistemas de tejas solares, Díaz señala que varias empresas en nuestro país trabajan en su desarrollo.

### Coches y bicicletas

En Holanda apuestan por el proyecto SolarRoad, que incorporará a los carriles bici ya existentes paneles solares que suministrarán electricidad para la iluminación de calles. El carril bici, construido a base de hormigón, contiene una capa superior de cristal de un centímetro de espesor. Debajo de esa capa de vidrio templado se encuentran las células solares de silicio cristalino que recogerán la energía del sol. SolarRoad generaría al año 50 kWh por metro cuadrado. TNO, la empresa holandesa responsable del proyecto, lo implementará en 2012.

La idea no es nueva. Scott Brusaw propuso en 2010 utilizar la infraestructura de las autopistas estadounidenses para abastecer la demanda energética del país. Su



Tejas solares transparentes en Mijas.  
Foto: Agencia Andaluza de la Energía

proyecto, llamado Solar Roadways, consistía en insertar las células fotovoltaicas al sistema de carreteras. El prototipo incluía una célula solar, un diodo emisor de luz, un ultracondensador y una capa de vidrio sobre la que circularían los vehículos que generaría electricidad para las viviendas, además se podría disponer de estaciones de carga para vehículos eléctricos en cualquier lugar, incluidos los lugares más remotos. Desde el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) se busca la manera de transmitir a las baterías de los coches la electricidad que genera el pavimento.

También investigadores del (MIT) recientemente han presentado un sistema menos costoso para transformar el calor solar en electricidad, y con una eficiencia ocho veces más alta, mediante la utilización de paneles planos fijos similares a los paneles solares tradicionales, pero sin sistemas de seguimiento del sol. La producción de energía se realiza mediante la generación y el aprovechamiento de una diferencia de temperatura de unos 200 grados centígrados entre el interior del dispositivo y el aire ambiente, según se describe en un artículo publicado en la revista *Nature Materials*. Mientras que los sistemas solares de energía térmica involucran amplias selecciones de espejos móviles que siguen el sol y sus rayos se centran en un área pequeña, el nuevo enfoque utiliza paneles planos y fijos similares a los solares tradicionales, eliminando la necesidad de sistemas de seguimiento.

# El derroche de reinventar la rueda

Cada año se deniegan 300.000 solicitudes de patente en todo el mundo porque pretenden reivindicar una solución técnica ya conocida. Es la consecuencia de la I+D duplicativa

## Hugo Cerdà

Puede que nada ejemplifique mejor la ineptitud humana que reinventar la rueda. Sin embargo, es algo que ocurre con cierta frecuencia, más a menudo de lo que cualquier gestor de innovación estaría dispuesto a reconocer. Momentos eureka seguidos de un gran iups! al descubrir, tras años de trabajo en el laboratorio, que la oficina de patentes no puede otorgarle un título por su nueva invención porque, simplemente, alguien la había inventado antes. Por colocarle una etiqueta más elegante, se le podría denominar investigación duplicativa o redundante, en la que nuevos proyectos de I+D dan como fruto soluciones técnicas ya existentes. Reinventar lo ya inventado, sin más, una actividad fútil y costosa, que resulta tan difícil de explicar como de cuantificar.

El mejor modo de hacerlo sería acudir a las estadísticas de las oficinas de patentes y buscar cuántas de las solicitudes presentadas son rechazadas porque suspenden en alguno de los dos principales requisitos de patentabilidad: novedad y actividad inventiva. Lamentablemente, ninguna oficina de las consultadas por esta revista guarda datos clasificados atendiendo al motivo de la denegación. No lo hace la española, ni la estadounidense, ni la japonesa, ni la alemana, ni la austriaca, ni la Oficina Europea de Patentes (EPO por sus siglas en inglés). Todas ellas ofrecen sus datos de manera agregada, por lo que resulta complicado conocer el alcance del fenómeno de la I+D redundante.

La oficina alemana, por ejemplo, trató en 2009 34.688 solicitudes de patente, concedió 14.431, denegó la concesión de 8.650, los solicitantes abandonaron voluntariamente 4.840 y se cancelaron 4.153 porque no se pagaron las tasas de mantenimiento correspondientes. Pero la misma fuente que proporciona los datos recuerda: "las razones para no conceder una patente incluyen no únicamente la falta de novedad o actividad inventiva, sino también otras razones legales de acuerdo con la legislación alemana sobre patentes".

Dado que las otras razones legales son, en la mayoría de los casos, de tipo formal, es evidente que la falta de novedad es, por su relevancia legal, el principal obstáculo

que se debe salvar a la hora de lograr la concesión de un título de patente.

Cifras similares maneja la EPO. En 2009, de los 124.200 procedimientos concluidos, 52.000 (42%) terminaron con la publicación de una patente concedida. En el 24% de los casos la solicitud fue abandonada tras la búsqueda de novedad, y en el 34% las solicitudes fueron denegadas o abandonadas durante la fase de examen de fondo.

MUCHOS CIENTÍFICOS E  
INGENIEROS NO EXAMINAN  
LO QUE YA ESTÁ INVENTADO  
ANTES DE EMPRENDER  
UN NUEVO PROYECTO Y,  
A MENUDO, ACABAN  
DESCUBRIENDO QUE  
SUS RESULTADOS NO SON  
NINGUNA NOVEDAD

En el sistema de patentes se publican tanto las solicitudes de patente (que describen las invenciones que los inventores pretenden proteger), como las patentes concedidas (que son derechos efectivamente concedidos con los que se puede demandar a un infractor). Las patentes se suelen publicar tres o cuatro años después de que se publiquen las respectivas solicitudes, en muchos casos tras un examen de patentabilidad que analiza si se cumplen los requisitos de validez, entre ellos el de novedad mundial. En el caso de la EPO esos exámenes son la búsqueda de novedad y el examen de fondo mencionados, que precipitan la caída del 24% y el 34% de las solicitudes anuales, respectivamente.

## La magnitud de la redundancia

Para tener una idea de lo que se inventa en el planeta cada año hay que considerar que se publican algo más de un millón de solicitudes de patente distintas. De los datos de la EPO se desprende que solo el 40% de las solicitudes publicadas se otorgan,

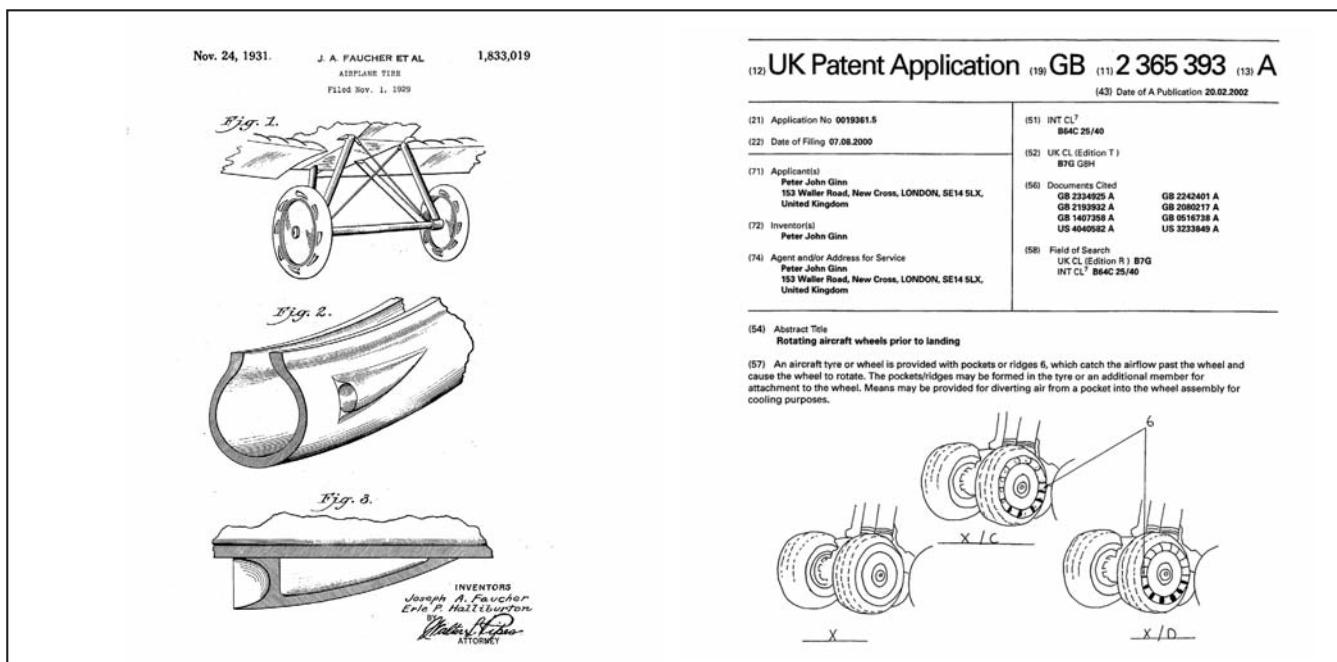
transformándose en patentes concedidas. Dicho de otra manera, cerca del 60% de las solicitudes de patente no se conceden. La cuestión es: ¿por qué?

La experiencia de Pascual Segura como director del Centro de Patentes de la Universidad de Barcelona y consejero de la EPO le permite ofrecer alguna respuesta. "Mi impresión es que aproximadamente la mitad de ese 60% de solicitudes rechazadas (el 30%) son abandonadas por su solicitante, pues pierde su interés en ellas, normalmente porque piensa que no hay expectativa de negocio, es decir, una aplicación rentable. Pero la otra mitad de las solicitudes (el otro 30%) no se conceden porque la invención resulta no patentable, lo cual se pone de manifiesto porque una búsqueda del estado de la técnica anterior indica falta de novedad (que antes de la solicitud ya se conocía algo idéntico), o falta de actividad inventiva (que era obvia, a la vista de lo que ya se conocía antes)", apunta Segura.

Por tanto, alrededor de 300.000 solicitudes de patentes son rechazadas cada año en todo el mundo por falta de novedad, es decir, por tratarse de soluciones técnicas ya existentes. "Mi impresión está en línea con algunas estimaciones que cifran en cerca del 30% el tamaño de la I+D que se malgasta en la Unión Europea, reinventando algo que ya se conoce", señala Pascual Segura.

La Oficina Austriaca de Patentes cree que en Europa se desperdician 60.000 millones de euros al año en inventar cosas que ya han sido inventadas, mientras que, por su parte, la agencia de transferencia de tecnología de diversas universidades alemanas ProVendis calcula que el importe de las inversiones que se desperdician en duplicar I+D en Alemania asciende a 12.000 millones de euros al año, es decir, el 25% del total de los gastos en I+D.

Un documento formativo elaborado por la EPO cita un caso, tan ilustrativo como irónico. En 2000 el inventor Peter John Ginn presentó ante la Oficina Británica de Patentes una solicitud de patente sobre una invención que resolvía el problema del excesivo desgaste de las ruedas de las aeronaves a causa de la fuerte aceleración al tocar tie-



A la izquierda, concesión de patente por un neumático especial para aeroplanos, otorgada a Faucher y Halliburton en Estados Unidos en 1931. A la derecha, solicitud de patente en 2000 del británico Peter John Ginn para una solución técnica similar a la de los inventores americanos, cuya patente estaba caducada y era de libre uso.

rra. Empleaba unos pequeños bolsillos a los lados de las ruedas para hacer que giraran con el viento sin necesidad de motor eléctrico adicional. Lo que Ginn no sabía era que su solución técnica ya existía desde los albores de la tecnología aeronáutica: en 1929 Joseph A. Faucher y Erle P. Halliburton ya habían presentado ante la oficina estadounidense una solicitud de patente que describía la invención. Es decir, Ginn pretendía patentar una solución técnica que no solo era ya conocida desde hacía 70 años, sino que era de libre uso, pues la patente de Faucher y Halliburton llevaba 50 años caducada.

Resulta un claro caso de cómo reinventar la rueda. Pero, ¿qué llevó a Ginn a malgastar tiempo, esfuerzo, recursos y talento en encontrar una solución tecnológica con la que ya habían dado otros inventores 70 años antes? El filósofo inglés Francis Bacon ofrece una pista en sus *Ensayos*: “Así como Platón imaginaba que todo conocimiento era solo una remembranza, así Salomón pronunció su sentencia: toda novedad no es sino olvido”.

### Investigar en la ignorancia

Ese olvido, o ignorancia si se quiere, es el que sustenta tanta falsa novedad. “La razón principal es que se comienzan los proyectos de I+D sin llevar a cabo una búsqueda previa en las bases de datos de patentes, que son accesibles en red desde principio de la década de 1970”, señala Pascual Segura. Muchos investigadores,

científicos e ingenieros no examinan lo que ya está inventado antes de emprender un nuevo proyecto. En consecuencia, gran parte de los trabajos de investigación arrojan resultados que no solo otros ya han publicado, sino que puede que incluso hayan patentado. En muchos casos, los inventores no descubren que su invención ya ha sido patentada hasta que la oficina de patentes que examina su solicitud se lo comunica.

“A mi entender es imperdonable comenzar un proyecto de I+D sin antes realizar una buena búsqueda sobre patentes en bases de datos profesionales, o bien encargar un informe tecnológico de patentes a la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), que cuesta unos 500 euros. Sin duda, este será el dinero mejor invertido”, explica Pascual Segura, presidente de la sección técnica de patentes del Colegio Oficial de Químicos de Cataluña. “Además, en la actualidad hay una gran cantidad de información de patentes que está accesible gratuitamente en Internet, y que a veces es suficiente para encontrar que lo que se cree nuevo no lo es. Así se podrá modificar o abandonar el proyecto antes de malgastar los recursos en una I+D estéril”, apunta Segura.

Las revistas científicas son la principal fuente de información para investigadores e ingenieros. Muchos de ellos utilizan únicamente los contenidos publicados en sus páginas como punto de partida a la hora de fijar los objetivos de los nuevos proyectos

científicos, mientras que prácticamente ignoran la información técnica contenida en las solicitudes de patentes. Este hecho es el que, según los expertos, hace posible la existencia de la I+D duplicativa, ya que gran parte del conocimiento científico-técnico no llega a publicarse jamás en las revistas científicas, y solo puede encontrarse en las bases de datos de patentes.

### Imitar para aprender

Para Ignacio Fernández de Lucio, director del Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento (Ingenio), centro mixto del CSIC y la Universidad Politécnica de Valencia), la existencia de la I+D duplicativa o redundante puede tener una explicación complementaria: algunos científicos reproducen el trabajo de otros simplemente para aprender a investigar, como una vía para la formación en la carrera científica. “Mucha de la investigación que se hace es trivial; no sirve para generar un avance en el conocimiento ni para lograr una aplicación práctica. Se replican los trabajos que ya han hecho en otros países simplemente para acumular evidencia empírica y para aprender a jugar en la *Champions* de la ciencia”.

Fernández de Lucio cree que la I+D redundante es más habitual en países que, como España, se incorporaron más tarde a la revolución científica. “En España y otros países lo que han hecho los científicos estos años ha sido aprender a investigar”. Y tal vez la imitación sea el método de aprendizaje más antiguo.

# Un superbús ecológico a 250 km/h para revolucionar el transporte público

**El autobús del futuro, presentado en Dubái, cuenta con diseño aerodinámico, rutas personalizadas para evitar el tráfico y baterías eléctricas para reducir su impacto medioambiental**

**Patricia Luna**, Londres

Su cabecera/parte delantera tiene el diseño aerodinámico de un deportivo, con las puertas abiertas parece un coche volador y, a vista de pájaro, su diseño parece el de una limusina del siglo XXI. No tiene la apariencia de un autobús, pero ya lo han bautizado como el "bus del futuro".

El superbús, presentado el pasado mes de abril en la 59 edición de la Feria Mundial de Transporte Público de Dubái, en los Emiratos Árabes Unidos, es un vehículo ecológico capaz, sin embargo, de alcanzar los 250 kilómetros por hora, más de dos veces el límite de velocidad actual en las carreteras españolas (110km/h). Aunque sus diseñadores se apresuran en señalar que su consumo al alcanzar su máxima velocidad equivale a lo que gasta un autobús normal a 100 kilómetros por hora.

## Seguridad y alta velocidad

El proyecto, cuyo origen se remonta a 2004, es fruto de la iniciativa del primer hombre holandés que piso el espacio, el astronauta Wubbo Ockels, ahora profesor del Tecnología e Ingeniería Sostenible Aeroespacial de la Universidad Tecnológica de Deft (DUT), una de las más prestigiosas de los Países Bajos. En su equipo ha contado también con la jefa de diseño de ingeniería, Antonia Terzi, quien trabajó anteriormente para el equipo BMW Williams de fórmula 1 y que ha sido capaz de aportar su experiencia clave para crear un medio de transporte que aúne seguridad y alta velocidad.

El vehículo futurista cuenta con 15 metros de largo, 2,5 de ancho, 6 ruedas y 16 puertas levadizas laterales que dan acceso a sus 23 plazas. Sus dimensiones son similares a las de un autobús convencional, pero no así su altura: apenas se eleva 1,65 metros del suelo. Esto es parte de un innovador y avanzado diseño, inspirado en los principios y materiales utilizados en el mundo de los coches de carreras profesionales, lo que le otorga sus especiales características con el objetivo de atacar tres problemas fundamentales del



Prototipo de superbús eléctrico para circular a alta velocidad. Foto: DUT

transporte actual: mejorar la seguridad vial, reducir la contaminación medioambiental y evitar los atascos de tráfico.

Para mejorar la seguridad vial, el superbús cuenta con un sistema especial de detección de obstáculos, con la incorporación de un radar espacial y una guía electrónica de gran velocidad de respuesta, gran capacidad de maniobra y un mecanismo especialmente eficiente de frenado.

EL SUPERBÚS TIENE  
EL OBJETIVO DE COMBATIR  
UN TRIPLE PROBLEMA  
DEL TRANSPORTE PÚBLICO  
ACTUAL: SEGURIDAD VIAL,  
CONTAMINACIÓN  
MEDIOAMBIENTAL Y  
ATASCOS DE TRÁFICO

## Propulsión eléctrica

En cuanto a su eficiencia ecológica, el vehículo utiliza como sistema de propulsión eléctrica dos baterías de polímero de litio que son recargables y que pueden alcanzar hasta 600 kilovatios de potencia. Su escaso peso, debido al uso de materiales más ligeros en su construcción, como fibra de carbono, y a la forma en que

está diseñado, hace que su consumo de energía sea considerablemente más bajo que el de los automóviles tradicionales. La batería proporcionará energía para recorrer hasta 200 kilómetros y, una vez agotada, puede sustituirse en una rápida parada técnica.

El autobús está, además, diseñado para mantener su velocidad y circular tanto por autopistas y vías habilitadas especialmente para vehículos de alta velocidad como por carreteras secundarias. Y para evitar los atascos de tráfico se recurre a la flexibilidad: el autobús del futuro no contará con horarios fijos, sino que un complejo sistema logístico que permitirá suministrar la oferta en función de las necesidades de los pasajeros: estos enviarán su deseo de viajar a través de un mensaje de móvil o vía internet. Utilizará, además, un sistema de optimización de rutas que le permitirá elegir aquella en la que hay menos coches, evitando el tráfico y seleccionando el trayecto más adecuado para que los pasajeros suban o abandonen el vehículo: en el futuro tampoco habrá paradas de bus predeterminadas.

La presentación en Dubái del prototipo no fue casualidad, puesto que se espera que el primer trayecto con que se estrene el superbús sea la ruta que une esta ciudad con la otra gran urbe del país, Abu Dhabi, 120 kilómetros que podrían cubrirse en apenas media hora.

# Hormigón flexible para resistir terremotos

Un nuevo cemento autocompactable desarrollado en la Universidad de Segovia entra en el inevitable debate sobre materiales constructivos que surge tras un seísmo, como el del 11 de mayo en Lorca

Cuando se produce un terremoto, ingenieros y arquitectos investigan las causas para saber por qué ciertas estructuras han fallado. Como el hormigón es un material frágil ante las fuertes sacudidas de un terremoto, la Universidad de Segovia ha desarrollado un nuevo compuesto que puede ser útil para subsanar el problema. El profesor Gonzalo Melián, de la IE University (Madrid), ha presentado un hormigón autocompactable con pequeñas fracciones de fibras cortas de polipropileno que lo hacen más flexible. Su trabajo ha sido presentado en la revista *Materiales de Construcción*, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y plantea el uso de pequeñas porciones de polipropileno –un polímero–, como complemento al acero que se introduce en el hormigón para hacerlo más dúctil.

La publicación resalta que los aumentos de tenacidad son semejantes a los que

presentan un grupo de hormigones reforzados con fibras, denominados ECC (*engineered cementitious composites*), desarrollados en Estados Unidos.

Según Melián, el hormigón es un material "frágil" que puede no resistir movimientos ocasionados por acciones dinámicas. El material cemético obtenido "soporta mejor" estas embestidas. En los ensayos a los que fue sometido para conocer sus propiedades presentó mayor ductibilidad y endurecimiento por deformación. Melián indica que al incorporar el polipropileno en forma de microfibras, el material "puede resistir más" al microfisurarse, lo que hace que resista la parte del edificio que integra, como, por ejemplo, un pilar.

## Cemento y acero

El periódico *The New York Times*, basándose en estudios de ingenieros y arquitectos que visitaron Haití en octubre del

pasado año, ponía en evidencia que el diseño constructivo estaba basado en materiales inadecuados. Gran parte de los edificios estaban construidos con hormigón armado. El hormigón es caro por el cemento y por la cantidad de acero y se abarataba añadiendo más arena a la mezcla, o disminuyendo la cantidad de acero.

Los hormigones que ha empleado Melián se dosificaron empleando cemento de Pórtland con puzolana natural, áridos volcánicos de machaqueo y arena fina procedente tanto de dunas del desierto del Sáhara, como de canteras y depósitos de Las Palmas de Gran Canaria, además de arena silícea ordinaria y cenizas volantes de una central térmica de combustible antracital. La idea es que este material se utilice de forma complementaria al acero, que forma la ferralla interior del hormigón, aplicado tanto en elementos prefabricados como *in situ* en vigas, viguetas y pilares.

## PREPARACIÓN A DISTANCIA Y PRESENCIAL

### CATEDRÁTICOS Y PROFESORES DE ENSEÑANZA SECUNDARIA

- FILOSOFÍA
- LATÍN Y CULTURA CLÁSICA
- GRIEGO Y CULTURA CLÁSICA
- LENGUA CASTELLANA Y LITERATURA
- GEOGRAFÍA E HISTORIA
- MATEMÁTICAS
- FÍSICA Y QUÍMICA
- BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA
- DIBUJO
- INGLÉS
- FRANCÉS
- ALEMÁN

- MÚSICA
- EDUCACIÓN FÍSICA
- PSICOLOGÍA Y PEDAGOGÍA
- TECNOLOGÍA
- ECONOMÍA
- FORMACIÓN Y ORIENTACIÓN LABORAL
- ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
- ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN COMERCIAL
- INFORMÁTICA
- ORGANIZAC. Y PROYECTOS

- DE FABRICACIÓN MECÁNICA
- ORGANIZAC. Y PROCESOS DISEÑO Y PROTOTIPO
- ORGANIZAC. Y PROYECTOS DE SISTEMAS ENERGÉTICOS
- SISTEMAS ELECTROTECNICOS Y AUTOMÁTICOS
- SISTEMAS ELECTRÓNICOS
- CONSTRUCCIONES CIVILES Y EDIFICACIÓN
- PROCESOS DIAGNÓSTICOS CLÍNICOS Y ORTOPROTÉSICOS
- PROCESOS SANITARIOS

- PROCESOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA
- INVESTIGACIÓN SOCIOCOMUNITARIA
- HOSTELERÍA Y TURISMO
- PROCESOS Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN
- ASESORÍA Y PROCESOS DE IMAGEN PERSONAL
- ANÁLISIS Y QUÍMICA INDUSTRIAL
- PROCESOS DE PRODUCCIÓN AGRARIA

### PROFESORES TÉCNICOS DE FORMACIÓN PROFESIONAL

- PROCESOS DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA
- PROCESOS COMERCIALES
- SISTEMAS Y APLICACIONES INFORMÁTICAS
- MECANIZADO Y MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS
- SOLDADURA
- INSTALAC. Y MANTENIM. DE EQUIPOS TÉRMICOS Y DE FLUIDOS
- MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS
- INSTALACIONES ELECTROTECNICAS
- EQUIPOS ELECTRÓNICOS

- OFICINA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN
- PROCEDIMIENTOS SANITARIOS Y ASISTENCIALES
- PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICO CLÍNICO Y ORTOPROTÉSICO
- OPERACIONES Y EQUIPOS DE PRODUCTOS ALIMENTARIOS
- SERVICIOS A LA COMUNIDAD
- COCINA Y PASTELERIA
- SERVICIOS DE RESTAURACIÓN
- TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE IMAGEN Y SONIDO
- OPERACIONES DE PRODUCCIÓN AGRARIA

### CATEDRÁTICOS Y PROFESORES DE ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS

~ INGLÉS

~ ESPAÑOL

~ FRANCÉS

~ ALEMÁN

### MAESTROS DE ENSEÑANZA PRIMARIA

- EDUCACIÓN PRIMARIA
- EDUCACIÓN INFANTIL

- INGLÉS
- FRANCÉS

- EDUCACIÓN FÍSICA
- AUDICIÓN Y LENGUAJE

- EDUCACIÓN MUSICAL
- PEDAGOGÍA TERAPÉUTICA



C/ CARTAGENA, 129 - 28002 MADRID  
TELS.: 91 564 42 94 - FAX: 91 563 60 54  
[www.cede.es](http://www.cede.es) - E-mail:[oposiciones@cede.es](mailto:oposiciones@cede.es)

# Un tanque de agua para investigar el mar

**La primera infraestructura singular de Cantabria impulsará la actividad científica y tecnológica en el medio marino, un área vital para un país como España con más de 8.000 kilómetros de costa**

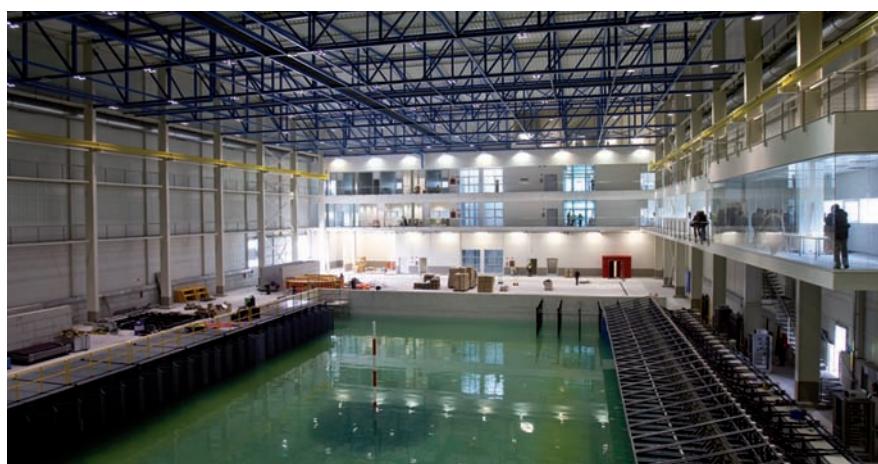
## Pura C. Roy

Recientemente se ha inaugurado el Cantabria Coastal and Ocean Basin (CCOB) del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria. Investigará sobre áreas científico-técnicas de ingeniería oceanográfica, *offshore*, marítima, civil, mecánica, ingeniería de materiales, energías renovables e ingeniería electrónica. Tiene unas dimensiones de 44 metros de anchura y 30 metros de longitud. Puede albergar 5,5 millones de litros de agua y

bras y del resto de España. Para ello, su programa científico pretende desarrollar entre otras áreas: ingeniería oceanográfica, seguridad y fiabilidad en el medio marino, recursos no vivos en el medio marino (energía, espacio, materiales), mecánica de fluidos computacional en ingeniería marítima, ciencia y tecnología de materiales entre otras. Esta infraestructura plantea un diseño conceptual global para el ámbito de la ingeniería marítima, que se estructura a través de la integración de

tuido por un conjunto de modelos numéricos que harán las funciones de canal y tanque virtuales convirtiéndose en "espejos" del canal y tanques de modelado físico. Dicho sistema se plantea como un complemento al modelado físico para realizar estudios preliminares al modelado físico.

También facilita el estudio de la hidrodinámica de la zona costera, el diseño de infraestructuras de defensa de la costa y puertos, como diques, y el diseño de estructuras *offshore*, como anclajes estruc-



Instalaciones del Cantabria Coastal and Ocean Basin. Foto: CCOB.

simular olas de hasta 20 metros y vientos de 150 kilómetros por hora.

El CCOB se enmarca dentro del programa de Infraestructuras Científico Tecnológicas Singulares del Ministerio de Ciencia e Innovación (Micinn), en el que participan, además, el Gobierno de Cantabria y la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental, que gestiona la instalación. Se ubica en el Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, en Santander. La construcción de esta infraestructura ha supuesto una inversión de 27 millones de euros, que son cofinanciados por el Micinn y el Gobierno de Cantabria.

## Ingeniería oceanográfica

El CCOB va a permitir un importante desarrollo en los diferentes sectores de la ingeniería marítima (*offshore* y costera) incrementando la competitividad del sistema de I+D+i y de las empresas, cárta-

tres sistemas: un sistema de gestión experimental, otro de modelado físico y un tercero de modelado numérico.

## Prevención de tsunamis

Mediante el modelado físico y la observación de procesos hidrodinámicos, de transporte y de interacción se podrá estudiar las condiciones del oleaje y permitirá el estudio para la prevención de tsunamis.

El sistema de modelado físico estará compuesto, inicialmente, por un tanque oceánico-costero y un canal para la generación de oleaje y tsunamis y no se descarta la incorporación de nuevos tanques o canales en un futuro. El dimensionamiento del tanque y canal planteados permite cubrir un amplio rango de condiciones y afrontar el análisis de problemas de ingeniería costera y *offshore* hasta profundidades de 1.000 metros a escala 1/100.

El sistema de modelado estará consti-

ESTA INSTALACIÓN  
PERMITIRÁ EL DISEÑO  
DE INFRAESTRUCTURAS DE  
DEFENSA DE LA COSTA Y  
PUERTOS, ASÍ COMO EL  
DISEÑO DE ESTRUCTURAS  
'OFFSHORE'; COMO  
ANCLAJES ESTRUCTURAS  
FLOTANTES, PLATAFORMAS  
Y BOYAS

turas flotantes, plataformas y boyas.

En la actualidad hay en España, Europa, Japón y Norteamérica distintas instalaciones complementarias o semejantes al CCOB, cada una de las cuales dispone de diferentes características y capacidades. Sin embargo, ninguna de ellas prevé en su totalidad la gama de posibilidades que, de forma integrada ofrece el CCOB.

La particularidad esencial del sistema propuesto es que permite la existencia de una "sala de control virtual", un entorno al que se puede acceder *online* para permitir tener el control parcial del modelado físico y total del modelado numérico; el seguimiento del ensayo físico vía web a través de sistemas de cámaras; la transferencia automática de la información y la ejecución de software de análisis y control de calidad de los datos *online*.

>> Entrevista con Pedro Lomónaco Tonda, director del CCOB, en la página 22.

# CIENCIA

## >> El freno eléctrico, una opción para los sistemas de regulación del paso de pala

Warner Electric, del grupo Altra, ha desarrollado una serie de frenos de bloqueo de alto par, con actuación del freno por resorte y abertura electromagnética. La serie ERS de frenos son normalmente de menor diámetro que el motor, contribuyen a una incremento mínimo de la longitud del sistema, y están calculados para 30.000 paradas dinámicas, superando holgadamente las condiciones impuestas. Otra ventaja suplementaria de un freno eléctrico es su reducido tiempo de reacción de 0,20 segundos, e incluso menos, lo que supone una opción superior para los sistemas de regulación del paso de pala. Este tipo de freno fiable tiene más capacidad de disipación térmica que la necesaria para el ciclo normal de trabajo.



No es sorprendente constatar que las dimensiones de los aerogeneradores están en constante aumento, pero esto a su vez impone mayores cargas y esfuerzos en los elementos de la cadena cinemática del aerogenerador y, particularmente, en sus frenos. Éstos están sometidos a ciclos de trabajo más intensos, cargas más elevadas y mayores exigencias de fiabilidad, todo ello, a menudo, en construcciones más compactas que las de los frenos utilizados en otros equipos industriales convencionales. Los especialistas en aerogeneradores coinciden en que el freno de disco es una de las mejores soluciones por su fiabilidad, simplicidad de construcción, facilidad de mantenimiento y coste inicial. Está demostrado que los frenos de disco ofrecen excelentes prestaciones en condiciones ambientales duras y ocupan relativamente poco espacio con relación a la capacidad de frenado que puede desarrollar.

### Grupo Altra

Correo-e: neil.english@altramotion.eu  
Internet: [www.altramotion.com](http://www.altramotion.com)

## >> Un innovador limpiaparabrisas basado en modelos de MathWorks



MathWorks anuncia que Mitsuba, fabricante de motores de limpiaparabrisas, utilizó MATLAB y Simulink para desarrollar el controlador del innovador limpiaparabrisas reversible. Al adoptar el diseño basado en modelos, incluida la generación automática de código de producción, Mitsuba redujo el plazo de desarrollo de su proyecto de 16 a 3 semanas. Debido a sus complejos controles, el diseño de un sistema limpiaparabrisas reversible presenta más dificultades que el de un sistema convencional. Además, fue preciso un trabajo previo al proceso de desarrollo, ya que para el proceso anterior se utilizaban

## El Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón instala un nuevo detector de neutrones

El Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (ICMA) ha desarrollado un detector de neutrones, y ya lo está instalando en el Institut Laue-Langevin (ILL) de Grenoble (Francia), centro de referencia mundial en técnicas neutrónicas. Además, el ICMA gestionará para toda España los instrumentos españoles del ILL. Las técnicas neutrónicas se utilizan en disciplinas tan dispares como la física, la química, la ingeniería, la biología y la arqueología, y consisten en bombardear un material con neutrones para obtener información sobre su estructura atómica y magnetismo. El nuevo detector, que sustituirá al que se encuentra en este centro, permitirá reducir el tiempo de medida en un factor 4 y mejorar la definición angular, lo que resulta de gran utilidad en estudios en los que es necesario realizar un análisis detallado de la forma de los picos de difracción.

## Nuevo paso para el desarrollo y la representación de la información cuántica

Un equipo de investigadores del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (EEUU) ha creado, con una diminuta membrana de aluminio, un *tambor* cuántico, que actúa como un circuito electromecánico y supera el récord de vibración microscópica. El dispositivo permite procesar información y podría controlar el movimiento de objetos relativamente grandes a la escala cuántica. En términos de ingeniería, y como publica la revista *Nature*, el *tambor* actúa como un condensador, un dispositivo que contiene carga eléctrica. Su capacidad para contener carga depende de la posición tambor unos 50 nanómetros por encima de un electrodo de aluminio. Este *tambor* es de apariencia redonda de aluminio de 100 nanómetros de grosor y 15 micrómetros de ancho que actúa, a la vez, como la piel vibrante del *tambor* y como la pieza de un condensador eléctrico. Entre las posibles aplicaciones prácticas del nuevo instrumento, destaca el poder medir la longitud y la fuerza con susceptibilidades a niveles de attómetros (trillonésima parte de un metro) y attonewtons (trillonésima parte de un newton) respectivamente.

## Un equipo de ingenieros logra una nueva técnica para soldar plásticos mediante láser

Un equipo de ingenieros, con Alexander Olowinsky del Instituto Fraunhofer para la Tecnología Láser en Aquisgrán a la cabeza, ha logrado desarrollar una nueva técnica que supera las dificultades que supone el soldar utilizando un láser en plásticos. Para ello han conseguido seleccionar una longitud de onda muy específica con la que es posible obtener buenos resultados en una gama más amplia de piezas de plástico. Este proceso puede ser útil para la tecnología médica. Mediante esta técnica en unos pocos segundos, un haz láser suelda juntas la base y la cubierta de un indicador de velocidad, que quedan unidas sin haber tenido que utilizar ningún tornillo, grapa, abrazadera o pegamento. El resultado es una soldadura perfecta, e visible a simple vista, que no emite ninguna chispa ni esparce partículas por el aire. Además, el calor resultante se confina en un área mínima.

especificaciones de requisitos disponibles en soporte papel y código escrito a mano. La consecuencia era que el equipo descubría la mayor parte de los errores en las etapas tardías del desarrollo, cuando solucionarlos resultaba más costoso en términos de tiempo y dinero.

Con objeto de solucionar este problema, Mitsuba se sirvió del diseño basado en modelos con productos de MathWorks para el modelado, la simulación y la verificación del control, así como para la generación de código de producción automática. Con Simulink y SimMechanics, crearon un modelo de planta que incluía el mecanismo de articulación del limpiaparabrisas, el brazo del limpiaparabrisas y el soporte de la estructura. Sirviéndose de la simulación para llevar a cabo la depuración y las pruebas, antes de la etapa de confección del prototipo físico, Mitsuba desarrolló, verificó y ejecutó pruebas en un plazo más corto. El sistema limpiaparabrisas reversible se encuentra en producción en la actualidad, con envíos mensuales de entre 20.000 y 30.000 unidades. Mitsuba está reutilizando componentes del sistema limpiaparabrisas y del modelo de planta en otros proyectos activos. La empresa ha implantado el diseño basado en modelos para todos los nuevos proyectos, incluidos los productos de control de motores para vehículos híbridos y eléctricos.

#### Mitsuba

Internet: [www.mitsuba.co.jp](http://www.mitsuba.co.jp)

### >> Amplificador de medida universal con interfaz DeviceNet

HBM, fabricante de equipos y componentes para la medida de magnitudes mecánicas y pesaje, anuncia la disponibilidad de una nueva gama de módulos digiCLIP con interfaz DeviceNet que responde a los requerimientos de monitorización de procesos en instalaciones industriales.

Junto con las interfaces ya existentes CAN y Profibus los amplificadores de medida digitales digiCLIP permiten su integración con los sistemas de bus de campo en cualquier entorno automatizado.

La interfaz DeviceNet ha sido desarrollada estrictamente según el estándar especificado por la ODVA con el fin de garantizar la integración sin problemas en los sistemas de automatización correspondientes.

Los amplificadores de medida son compatibles con la hoja electrónica de características TEDS, la cual permite reconocer automáticamente el transductor conectado y adecuar los parámetros de cada digiCLIP. De esta forma se ahorra un preciado tiempo en configuración y puesta en servicio.

La transmisión digital de los valores medidos ofrece elevada seguridad ante interferencias, un aspecto de gran importancia en un entorno industrial, mientras que el microprocesador integrado permite un rápido procesamiento de los valores medidos con registro de valores pico e interruptores de valor límite en un rango



de milisegundos. Por tanto, estos modelos con interfaz DeviceNet solventan una gran variedad de tareas de monitorización y reglaje, descongestionando el control periférico, gracias a lo cual se reduce el tiempo de los ciclos de producción. Además, los módulos se montan fácilmente sobre un rail DIN en un armario eléctrico, posibilitando su combinación con el resto de hardware de control.

Las aplicaciones más habituales del módulo digiCLIP se encuentran en numerosos campos de producción de control de instalaciones y maquinaria pertenecientes al sector de la automoción, así como máquinas textiles y prensadoras.

**HBM Ibérica.** Tel. 918 062 61

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

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

### >> Nueva tableta diseñada para el diagnóstico de motores y equipos de automóviles

Panasonic ha presentado su nueva tableta de diagnóstico en un encuentro celebrado en Alemania donde se ha tratado el futuro del diagnóstico del automóvil. Esta tableta industrial de gran resistencia ha sido diseñada con el apoyo de los principales fabricantes de automóviles del mundo, con el fin de llevar a cabo el diagnóstico de motores, automóviles, camiones y maquinaria en taller o sobre el terreno. Creada para soportar las más duras condiciones en el taller y al aire libre, la nueva tableta Toughbook ha sido concebida para aguantar golpes, caídas, líquidos, polvo y temperaturas extremas.



La pantalla panorámica HD LED de alta definición de 13,3" permite al técnico ejecutar con facilidad programas de diagnóstico en tiempo real, leer datos telemáticos y visualizar diagramas y diseños. La pantalla ha sido específicamente diseñada para proporcionar en todo momento claridad, tanto en el interior de un taller, como en el exterior, al realizar pruebas de diagnóstico previo en los coches. La pantalla táctil resistente permite introducir datos con facilidad, ya sea con los propios dedos, con guantes o mediante un lápiz. Utiliza la plataforma Intel Core i5 de segunda generación y el sistema operativo Microsoft Windows 7 Professional para asegurar un correcto funcionamiento en el entorno industrial. Los puertos pueden configurarse fácilmente para cubrir requisitos específicos, como puede ser una interfaz de serie, un segundo puerto LAN y un conector USB protegido (como opción).

La tableta dispone también de todas las prestaciones de conexión inalámbrica y por cable que pueden necesitar los técnicos del automóvil con LAN inalámbrica, Bluetooth + EDR, WWAN 3G (opcional) y GPS (opcional). Gracias a estas prestaciones el dispositivo se puede utilizar tanto en el taller como, si es preciso, en el arcén para diagnosticar averías en el vehículo.

Una gran variedad de funciones de seguridad, como TPM, AMT, vPro, bloqueo Kensington, huella dactilar (opcional), smart-card (opcional) y herramientas de seguridad de Panasonic dotan al dispositivo con los más exigentes niveles de seguridad

# MEDIO AMBIENTE

de protección de datos. Otros elementos adicionales incluyen la posibilidad de contar con una *webcam* frontal o una cámara posterior de alta resolución para la captura electrónica de documentación de diagnóstico o información en papel. Para garantizar una mayor comodidad de uso, el dispositivo puede utilizarse sobre una base de conexión con ángulo de visión ajustable que permite una mejor visión en distintos entornos. El dispositivo puede sostenerse también con ayuda de una correa opcional de mano o montarse sobre patas extensibles de forma independiente, para que el técnico lo pueda tener a mano sin necesidad de sostenerlo.

**Panasonic.** Tel. 902 15 30 60

Internet: [www.panasonic.es](http://www.panasonic.es)

## >> Protección simple y flexible para zonas de carga y descarga

Las cortinas fotoeléctricas de seguridad de Sick, extremadamente fáciles de integrar, monitorizan la zona de carga y descarga de robots de recogida y colocación de cableado eléctrico completamente automáticos. Además, protege a los operarios durante el cambio de palets. Tiene un grado de protección extremadamente alto y una tecnología de conectores muy inteligente. Puede instalarse a nivel, lo que permite integrarla ocupando muy poco espacio y respetando el diseño de la máquina. Durante el funcionamiento, la rejilla fotoeléctrica observa la situación de espera de la función de protección del operario utilizando led de color verde/rojo situados a intervalos de 60 mm. Mientras se llenan los palets o se retiran los cableados completos, se evita el transporte automático desde la máquina hasta el extremo abierto de ésta, junto con la posibilidad de exponer al operario a cualquier riesgo. Es fácil de integrar y permite poner en funcionamiento la unidad en apenas unos minutos.

**Sick.** Tel. 934 803 100

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

Internet: [www.sick.com](http://www.sick.com)



## >> Farolas fotovoltaicas con buen rendimiento durante todo el año

La empresa Innovagreen comercializa farolas fotovoltaicas equipadas con tecnología fotovoltaica y de led de última generación apropiadas incluso para lugares con insolación moderada. Por medio de dispositivos programables se encienden y apagan las lumínicas en función de la información introducida sobre las horas de salida y puesta del sol cada día del año del lugar donde se va a colocar.



## Solución para reciclar las problemáticas bolsas de plástico

Muchas son las voces y las iniciativas para concienciar del problema del abuso de las bolsas de plástico para el medio ambiente. Estas pueden permanecer en los vertederos cientos de años, además del gran problema que suponen para las especies marinas. En un intento por solucionar esta situación, el inventor japonés Akinori Ito ha creado una máquina que transforma las bolsas de plástico en combustible. La máquina, comercializada por Blest Corporation (la empresa del inventor), calienta el plástico y atrapa los vapores por medio de un sistema de tuberías que enfrián y condensan los vapores y los transforman en crudo. Este petróleo puede usarse directamente en generadores y estufas, aunque si se refina, puede usarse como la gasolina convencional. La eficiente máquina puede procesar 907 gramos de plástico (incluyendo polietileno, poliestireno y polipropileno) en 0,94 litros de petróleo consumiendo un kilovatio de electricidad en el proceso.

## Un nuevo sensor permite medir la contaminación de mercurio en tiempo real

Investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) han desarrollado un nuevo sensor que permite conocer la cantidad de mercurio en un medio acuoso de forma más fiable y sin necesidad de remitir muestras al laboratorio, ya que el análisis puede hacerse *in situ*. El nuevo sistema, desarrollado junto con investigadores de las universidades de Murcia y Regensburg (Alemania), se publica en la revista *Chemical Communications*. El sistema, un sensor óptico, funciona usando la técnica de resonancia por plasmón superficial, que permite medir en tiempo real interacciones moleculares superficiales. Los investigadores han empleado una molécula modificada que permite la formación de una monocapa de moléculas receptoras autoensambladas en una superficie de oro. Cada *chip* se puede utilizar hasta en cuatro análisis.

## La Unión Europea ha prohibido el uso de seis sustancias químicas

Estas sustancias peligrosas se emplean en el sector textil, en el automovilístico y en la construcción, aunque también están presentes en algunos detergentes y perfumes. Son los compuestos restringidos son: 5-ter-butyl-2,4,6-trinito-m-xylene (musk xylene), 4,4'-diaminodiphenylmethane (MDA), hexabromocyclododecane (HBCDD), bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), benzyl butyl phthalate (BBP) and dibutyl phthalate (DBP). Se deberán retirar del mercado comunitario en un plazo máximo de cinco años y solo podrán emplearse para usos concretos, cuando reciban el visto bueno de las autoridades. Se considera también que pueden suponer un riesgo para la salud y el medio ambiente por su carácter tóxico o cancerígeno. La UE ha decidido que, debido a su peligrosidad, deberían abandonar la lista de "sustancias sometidas a autorización" que contempla el reglamento comunitario sobre registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y preparados químicos.

El sol no incide con la misma potencia en todas las estaciones del año, y siempre es mayor la energía que recibe la superficie terrestre en verano que en invierno y es también mayor la diferencia entre ambas estaciones.

Dado que la farola solar es autónoma en su funcionamiento y no depende de la proximidad de la red eléctrica general, son sólo tres los requisitos que ha de tener un emplazamiento para poder colocar una farola solar:

Se deberá disponer de un lugar despejado donde se pueda asegurar que el sol incide un número adecuado de horas al día evitando que existan obstáculos próximos a la farola en su cara que mira hacia el ecuador (hacia el sur en el hemisferio norte, hacia el norte en el hemisferio sur). También se deberá tener en cuenta que la sombra que proyectan los objetos varía de tamaño en función de la estación en que nos encontremos; es máxima el primer día del invierno y mínima el primer día del verano.

Se debe disponer de un suelo donde se pueda fijar la farola de manera adecuada realizando una cimentación que ayude a que la farola pueda soportar erguida todo tipo de condiciones ambientales, en especial vientos fuertes.

Están compuestas de paneles solares fotovoltaicos, baterías, elemento encargado de almacenar la energía captada por los paneles durante el día para emplearla en la noche en el encendido de las luminarias. Son elementos de control (reguladores del encendido y apagado) que optimizan y racionalizan la utilización de la energía almacenada. Se emplean para automatizar el encendido y el apagado de las luminarias evitando un gasto innecesario de luz consiguiendo además que se alargue la vida de los componentes.

#### Innovagreen

Correo-e: [info@innovagreen.com](mailto:info@innovagreen.com)  
Internet: [www.innovagree.com](http://www.innovagree.com)

### >> Dispositivos de protección para equipos electrónicos de baja tensión

Iskra Zascite, fabricante y especialista en protección contra rayos y sobretensiones, representada en España por Dismatel, ha presentado su nueva serie Profilt psf de dispositivos de protección para equipos electrónicos sensibles a las elevaciones de tensiones. Los dispositivos psf superan las limitaciones de los protectores spd clásicos de baja tensión a la hora de salvaguardar sistemas electrónicos ante descargas eléctricas y fallos en la red de suministro. Las unidades Profilt psf, que se ubican en puntos de entrada al edificio, lo más cerca posible de los equipos electrónicos, se distinguen por dotar de elevada protección completa (monofásica y trifásica) con diseño compacto de acero, limitación de las elevaciones de voltaje (du / dt) y baja tensión residual en la salida.

Las características se completan con una corriente de descarga de hasta 25 ka en onda 8/20  $\mu$ s, compatibilidad con la normativa iec-61643-1, conexiones tt y tn, modos l/n - pe, rango de temperatura operativa de -20 a +40 °C y grado de protección ip 65. Cada psf está formado por fusibles, spd clase i y ii y filtro de paso bajo para incrementar la protección y reducir la tensión residual (620 v) en comparación con los spd clásicos (1 kv). Por tanto, esta gama, que ofrece protección clase i y ii / tipo 1 y 2 / b+c, se convierte en la solución ideal para estaciones base, centros de control, entornos industriales.

**Dismatel.** Tel. 923134630

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

Internet: [www.dismatel.com](http://www.dismatel.com)

### >> Cuadro de distribución para gestionar hasta 2.304 fibras en un solo armario

Ante la constante expansión de las arquitecturas FTTx de banda ultra ancha, Cmatic, empresa dedicada a la distribución de soluciones para redes LAN, anuncia la disponibilidad del nuevo cuadro de distribución óptica OFD de R&M, que ha sido diseñado para ayudar a los operadores a ampliar sus redes de forma más rápida, sencilla y fiable. Este novedoso producto de la familia SCM modular permite conectar un gran número de fibras ópticas y distribuirlas en un espacio reducido, para lo cual puede equiparse con otros componentes básicos de la gama.



También es posible configurar el OFD con módulos de empalme, parcheo y combinados, que se montan empleando una técnica de instalación rápida y sin herramientas.

Un cuadro de distribución puede gestionar hasta 2034 fibras y garantizar un radio de curvatura máximo de 40 mm, lo que constituye un factor decisivo para una administración fiable y sin tensiones y un criterio de calidad para futuras aplicaciones de alta capacidad y xWDM.

La unidad de empalme plegable también sirve como mesa de trabajo integrada. El módulo de empalme está equipado con 48 bandejas SC o 24 bandejas SE de empalme de la gama SCM, cada una con capacidad para 6 o 24 fibras. El distribuidor es compatible, por lo tanto, con el cable de tubo suelto de 24 fibras. Las bandejas se insertan al instante en el módulo y se pasa de una a otra como si fueran las tarjetas de un archivador. Cada bandeja admite asignaciones por localidad, por parte de una localidad o por abonados concretos. Por último, un espacio para etiquetas intercambiables y el uso de números y códigos de colores contribuyen a facilitar la administración de grandes cantidades de fibras. Fabricado con perfiles de aluminio, el cuadro de distribución OFD posee unas dimensiones básicas de 300 x 300, 600 x 300 o 900 x 300 mm y 2,2 metros de alto.

**Cmatic.** Tel. 916726508

Correo-e: [info@cmatic.net](mailto:info@cmatic.net)

Internet: [www.cmatic.net](http://www.cmatic.net)

## >> Transceptor para transferir datos a distancias máximas de 10 kilómetros

Aldir, empresa dedicada a la distribución de soluciones informáticas, electrónicas y de telecomunicaciones, anuncia la disponibilidad del transceptor SFP-9221 de LevelOne, un modelo de alto rendimiento que proporciona una tasa de transferencia de datos de hasta 1,25 Gbps en modo bidireccional a distancias máximas de 10 kilómetros en un solo cable de fibra óptica. Este modelo monomodo transmite usando una longitud de onda de 1.310 nm y recibe mediante una longitud de onda de 1.550 nm. Además, en combinación con los transceptores SFP-9231 de LevelOne, que operan a frecuencias opuestas (1.550 nm RX y 1.310 nm RX), el SFP-9221 dota de una comunicación de datos bidireccional con mayor capacidad en un solo cable de fibra.



También se caracteriza por fuente de energía sencilla de +3,3 V, interfaz eléctrica diferencial AC / AC, cumplimiento de la norma MSA y operación con conector LC sencillo. El SFP-9221, como el resto de transceptores SFP bidireccionales de LevelOne, permite transferir datos en ambas direcciones a través de un solo cable de fibra, al emplear longitudes de onda separadas que viajan en cualquiera de las dos direcciones. Compatible con las normativas RoHS (ausencia de plomo), el SFP-9421 supera las especificaciones para IEEE-802.3z Gigabit Ethernet a 1,25 Gbps y ANSI para aplicaciones de canal de fibra a 1,06 bbs.

### Aldir

Correo-e: [www.aldirsa.com](http://www.aldirsa.com)  
Internet: [info@aldirsa.com](mailto:info@aldirsa.com)

## >> Sensores inductivos planos, compactos y resistentes gracias a su carcasa de metal

Los sensores inductivos IQ flat de la firma Sick están ideados para maquinaria con muy poco espacio. Su diseño plano, el montaje sencillo, su estructura resistente y las distancias de detección aumentadas son algunas de sus características. La serie IQ flat se compone de cuatro modelos de sensores con alturas de entre 4 y 10 mm. Los IQ 04 e IQ 06 con carcasa de plástico ofrecen una distancia de detección de 1,5 y 3 mm, respectivamente. Se pueden instalar de forma rápida y segura con un solo tornillo. Además, se reajustan con tan poco esfuerzo como los IQ 20 e IQ 25. Estos ofrecen una especial resistencia gracias a su carcasa de metal y son apropiados para distancias de conmutación de 7 y 5 mm, respectivamente. El montaje sencillo y fiable de los dispositivos de la serie IQ flat y, por encima de todo, su diseño plano y compacto, los hace especialmente apropiados para aplicaciones en espacios muy limitados, como el control de presencia en los cada vez más reducidos sistemas de manipulación, el posicionamiento de los soportes de componentes en la fabricación electrónica o el reconocimiento de piezas en prensas y herramientas de conformado.

**Sick.** Tel. 93 480 31 00  
Correo-e: [info@sick.es](mailto:info@sick.es)  
Internet: [www.sick.com](http://www.sick.com)

## Saber la calidad de la biomasa para generar confianza en el consumidor

Un proyecto quiere establecer los parámetros de calidad de la biomasa para generar confianza en el consumidor. La iniciativa está capitaneada por la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (Avebiom) y en ella participa el Centro de Desarrollo de Energías Renovables del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), ubicado en Lubia (Soria). En los últimos años, el desarrollo de la biomasa como energía se ha visto impulsado por la investigación, la promoción de las Administraciones y la concienciación de los consumidores. Sin embargo, en las calderas que emplean esta fuente energética llega material muy diferente. El proyecto se denomina *Mecanismos de valorización y sostenibilidad del mercado de la biomasa sólida en el espacio Sudoeste*, resumido con el acrónico Biomasud, que tiene un presupuesto total de 972.704 euros, de los cuales 729.528 están financiados por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (Feder).

## Aerogenerador de hasta 600 vatios específico para entornos urbanos

El Instituto Tecnológico de la Energía (ITE) ha desarrollado con el apoyo del IMPIVA un aerogenerador específico para entornos urbanos que, a diferencia de los que hay en el mercado, elimina ruidos y evita vibraciones en el edificio. El diseño del aerogenerador de eje vertical está pensado para sopportar las condiciones de viento que se dan en las azoteas de los edificios. En condiciones óptimas de viento, este aerogenerador podría generar hasta 600 vatios, lo que ayudaría a cubrir el 20% del consumo energético de cada familia. Además, permitirá eliminar 670 kilos de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera al año. La instalación del aerogenerador en las azoteas de los edificios va a evitar pérdidas en el transporte y distribución de la energía a lo largo de la red eléctrica, ya que con los sistemas que se utilizan en la actualidad, se llega a perder hasta el 15% de la energía.

## Desarrollan un sistema que mejora la seguridad en los túneles en caso de incendio

Investigadores de la ETSI Industriales de la UPM han desarrollado un procedimiento que permite estimar la potencia liberada por un fuego en un túnel de carretera con ventilación longitudinal. El procedimiento desarrollado, aún por patentar, permite estimar la potencia instantánea liberada por el incendio. Para ello, emplea sensores que pueden ser instalados en un túnel en operación sin entorpecer el tránsito de vehículos. Además, la posición del incendio podría ser calculada con rapidez y exactitud. El procedimiento presentado ha sido probado con resultados obtenidos de códigos de campo CFD y con datos obtenidos de varios fuegos reales llevados a cabo en las instalaciones del túnel experimental de TST (Tunnel Safety Testing SA) en San Pedro de Anes, Asturias. Sería especialmente útil para activar la ventilación de emergencia tan pronto como se detecta el fuego y permitiría ajustarla a las variaciones de la intensidad del mismo.

## >> Imágenes tridimensionales hacen más eficientes el uso del desecho del papel

Con dispositivos de medición basados en tomografía de impedancia eléctrica desarrollada por Numcore, ahora es posible obtener en tiempo real imágenes tridimensionales en el interior de tuberías y tanques utilizados en la industria de procesos. La industria de pulpa y papel es una de las que potencialmente puede obtener grandes ventajas de esta técnica. La empresa fue recientemente galardonada en Francia con el premio Trofeo de la Innovación ATIP 2010 por ser la compañía más innovadora en el campo de la tecnología para la fabricación de papel.



En la industria del papel, hasta la actualidad la compañía se ha centrado en la optimización del uso de desecho (papel averiado). El punto de dosificación del desecho es muy importante para el proceso de fabricación, porque desecho hay siempre y las variaciones, especialmente en su dosificación, pueden afectar al funcionamiento de la sección húmeda. El instrumento de medición está a prueba en varias fábricas de papel y de cartón ondulado y está conectado no sólo a los sistemas de control propios de las fábricas, sino también al sistema de datos de Numcore. El instrumento se ha aplicado como sensor de flujo CoreApus, cuyos electrodos miden continuamente las diferencias de conductividad eléctrica en las diferentes fases del flujo de pasta. Sin embargo, la imagen real se forma sólo basada en cálculos inversos, es decir, con ayuda de modelos matemáticos muy avanzados que representan la competencia modular de Numcore.

### Numcore

Internet: [www.numcore.fi](http://www.numcore.fi)

## >> Sistema integral inalámbrico de detección y comunicación para tuberías enterradas

Ryb, empresa francesa especialista en redes de servicios públicos ha presentado la solución tecnológica, llamada Eliot, que permite la detección y la comunicación de redes subterráneas. Desarrollada en colaboración con CEA-Leti, esta tecnología ayuda a la seguridad, el seguimiento y el mantenimiento de las redes de transporte de gas, energía y sustancias peligrosas y permite reducir considerablemente los riesgos industriales ligados a estas actividades. Es el primer sistema integral de detección y comunicación inalámbrico para los sistemas de tubería enterrados.

Esta innovación representa un cambio primordial en la supervisión y mantenimiento de redes de tuberías, la reducción de los riesgos industriales y los costos de tuberías accidentalmente rajadas durante la obra. Esta tecnología permite igualmente la trazabilidad avanzada de tuberías enterradas, tanto en términos de gestión de activos de la infraestructura como de su mantenimiento.

En la industria del gas, del petróleo y de la energía y de forma más general, en el campo del transporte de líquidos peligrosos, los riesgos industriales tienen mucha importancia. Uno de los puntos críticos de estas actividades se encuentra en las tuberías enterradas y las redes utilizadas para el transporte de estos materiales líquidos. Muchos accidentes de trabajo, con consecuencias graves, están directamente relacionados con la perforación involuntaria o rotura de tuberías enterradas y mal localizadas. Esta realidad es debida principalmente a una cartografía incompleta, o por el hecho de que las técnicas para la localización de tuberías son complejas y, a veces, difíciles de aplicar.

### Ryb

Internet: [www.eliot-tech.com](http://www.eliot-tech.com)

## >> Brida ideal para aplicaciones en gasoductos y entornos con peligro de explosiones

Para responder a los requerimientos en tareas de análisis de rendimiento de una máquina, HBM, fabricante de equipos y componentes para la medida de magnitudes mecánicas y pesaje, cuenta con una gama completa de transductores de par que se integran directamente en la cadena cinemática, entre el accionamiento y la máquina.



Del amplio abanico de modelos de HBM destacan lasbridas medidoras de par T10FH que, disponibles con pares de giro nominales de serie de hasta 300 kN·m, incluyen este tipo de transductor y se pueden utilizar en entornos con peligro de explosiones.

También existe una versión especial T10FH con la certificación ATEX II 2G EEx d e q IIC T4 para rangos de medida nominales hasta 150 kNm y aplicación en la zona 1. La transmisión de datos entre el rotor y el estator es digital. De este modo, se consigue registrar y transmitir los valores medidos de forma correcta y segura, incluso bajo condiciones ambientales difíciles, tales como interferencias electromagnéticas o temperaturas oscilantes.

Una aplicación habitual del transductor de par T10FH-ATEX es el control de motores de gas para sistemas de compresor en gasoductos o cavernas subterráneas de almacenamiento de gas. Dado que la presión en el gasoducto oscila, se requiere una regulación rápida y precisa que reaccione a los parámetros variables de funcionamiento. De esta forma, se puede proteger eficazmente la aparición de cualquier daño, al tiempo que se reduce el consumo de combustible. La alta precisión en la medición de par también permite registrar los datos de estado del sistema, proporcionando intervalos de mantenimiento óptimos en el marco del "seguimiento basado en la condición".

**HBM.** Tel. 91 806 2610

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

Internet: [www.hbm.com](http://www.hbm.com)

# Borrar las huellas

Hay conceptos con los que siempre hemos convivido. Se suele decir "deseo que esto dure para toda la vida", o por qué no, "para la eternidad". Pero estos deseos llevaban a evocar sentimientos con respecto personas o cosas. Lo sorprendente es que ahora este lenguaje se aplica a la información que circula por la Red. Asusta saber que pueden ser espiadas nuestras comunicaciones, pero de tan conocido que es el fenómeno lo pasamos por alto. Pero eso de que "para toda la vida o para la eternidad" se aplique a aquella foto o aquel comentario vertido en la red, por uno mismo o por otros, en un determinado momento, y del que podemos arrepentirnos, comienza a inquietar a más de uno. Y asusta tanto como antes angustiaba lo de caer en el olvido.

Pero parece ser que las redes sociales no van a enfermar de Alzheimer o tener amnesia. Están decididas a parafrasear a Mario Benedetti: "El olvido está lleno de memoria". Y por ello una nueva reivindicación ha surgido en el mundo electrónico, el reconocimiento del *derecho al olvido*, para cuando un usuario quiera que cierta información relativa a él desaparezca.

Las redes hechas para la vanagloria y el exhibicionismo del yo han consolidado lo que la televisión ofrece, los 15 minutos de fama. Hay personas, sin embargo, que no quieren eso de que es mejor que hablen de ti, mal o bien, a que no lo hagan en absoluto. Mientras millones de personas quieren ser visibles a través de Internet, otros piensan que se dan situaciones abusivas y no salvaguarda el derecho a la intimidad.

Este último asunto, ya ha llegado al parlamento europeo y, por tanto, la lucha entre individuos y empresas está servida. La vicepresidenta de la Comisión y responsable de Justicia, Viviane Reding, ha anunciado que antes del verano presentará una propuesta legislativa para proteger el "derecho al olvido" en las redes sociales. El objetivo de esta iniciativa es que los usuarios puedan exigir a empresas como Facebook que borren completamente sus datos personales, comentarios o fotos cuando se den de baja en el servicio. El reconocimiento de este derecho se incluirá en la reforma de las normas de protección de datos de la UE, que tiene como fin adaptarlas a los cambios causados por las nuevas tecnologías.

Caer en las fauces de Internet supone que cuando se borra algo, a menos que se esté haciendo a conciencia, no se está borrando la información, sino únicamente el acceso a dicha información. Los datos siguen ahí, escondidos, y solo se borrarán cuando se sustituyan por otra información distinta. Muchas veces ni aun así. Así que las borracheras pueden ser de larga duración si alguien capta el momento y lo sube a la Red.

Las redes sociales han surgido para personas que no tienen

"UNA NUEVA REIVINDICACIÓN HA SURGIDO EN INTERNET: EL RECONOCIMIENTO DEL DERECHO AL OLVIDO, PARA CUANDO UN USUARIO QUIERA QUE CIERTA INFORMACIÓN RELATIVA A ÉL DESAPAREZCA"

deseos de ocultarse. Por tanto, el asunto es complejo y para hacerlo más, Facebook ve un error borrar las huellas del pasado mediante directivas. La Audiencia Nacional en España tiene pendiente resolver un conflicto entre la Agencia Española de Protección de Datos y Google sobre quién debe retirar u ocultar a los buscadores una determinada información personal. Hay 99 ciudadanos españoles que se quieren acoger al "derecho al olvido", pero Google sostiene que su tarea es rastrear lo que ofrece la red y su papel es el de listar lo que existe, no censurarlo. Así que tal como están las cosas el conflicto va servido y para largo. En España hay servicios como salirdinternet.com, que gestionan este tipo de peticiones.

También existen herramientas, como los robots *txt*, que lo hacen y recientemente un grupo de expertos de la Universidad de Newcastle, en el Reino Unido, ha desarrollado un *guardia virtual* que proporciona al usuario un mayor control sobre sus datos personales. El sistema, desarrollado por el equipo de Maciej Machulak y Aad Van Moorsel ha comenzado a ser probado con fotos en Facebook y Picasa, pero el siguiente paso será proteger información financiera en bancos e incluso información de rastreo GPS que proporciona datos sobre la ubicación de un individuo mediante su teléfono móvil.

Es evidente que con tanta gente que actualmente almacena sus datos en Internet, existe una importante necesidad de nuevos mecanismos que ayuden a los usuarios a proteger esta información sin impedir que puedan compartirla de manera controlada.

¿Cómo contrasta esta situación con el deseo de ser rescatados del olvido, al que estábamos más acostumbrados, y no caer en el olvido que seremos?, como dice un verso de Jorge Luis Borges y que ha dado título a la última novela del escritor colombiano Héctor Abad Faciolince. A lo largo de la historia, se han desarrollado multitud de estrategias para no caer en el olvido. Se ha conjurado con memorias, cartas, libros, películas, diarios, ser citados por los demás. Todo ello, para dejar huella de nuestro paso o paseo por la vida. Todo ello, con la pretensión de no desvanecerse en el tiempo. Incluso se han escrito *antimemorias* como las de André Malraux. Pero bienvenidos los derechos que nos protegen a todos, a los que quieren y a los que no quieren pasar a la posteridad.



CARDIEL

# Cambio de tercio en el mix energético

**La economía española vive una época de cambio. La crisis está obligando a muchas industrias a reinventarse. Es el caso de la energía, un sector muy dependiente del exterior que se ha visto convulsionado por el accidente nuclear de Japón y las tensiones políticas del norte de África y Oriente Medio. En este escenario, crecen las voces que reclaman al Gobierno que deje de dar tumbos y apueste por las renovables para definir un sistema energético sostenible antes de 2050. Para ello va hacer falta inversión y coraje político. Pero sin decisiones no hay soluciones.**

## Manuel C. Rubio

Cambio. Tal vez esta sea la palabra que mejor define la etapa económica que vivimos en España. Las urgencias de la crisis han dejado al descubierto que la economía nacional debe prestar más atención a la innovación, la competitividad y el desarrollo tecnológico, los tres aspectos sobre los que descansan, a juicio de muchos analistas, los tan esperados brotes verdes que nos permitirían remontar el vuelo.

Pero si hablamos de economía parece obligado que lo hagamos en primer lugar de energía, un sector que ahora está más que nunca en boca de todos tras el reciente accidente de la central nuclear de Fukushima y los conflictos que asuelan el norte de África y Oriente Medio.

Y especialmente en España, un país que necesita importar el 80% de la energía que consume, el 24,5% más que la media de Europa. Por tanto, si no queremos seguir dependiendo de las cada vez más caras importaciones energéticas, nuestro país está obligado a abordar un debate sosegado sobre qué modelo energético queremos para las próximas décadas.

## Visión a medio y largo plazo

Se impone, pues, hablar de opciones energéticas. Pero, sobre todo, de hacerlo con una visión a más medio y largo plazo, y no sujetas, como lamentan la mayoría de expertos, a intereses cortoplacistas. El resultado de este debate, tantas veces desperdiaciado en el pasado, debe ser un compromiso real y creíble con un sistema energético sostenible antes de 2050. Una suerte de gran pacto nacional que sirva para reinventarse y adaptarse a los nuevos tiempos que se avecinan, que reformule las relaciones de la energía con la sociedad sobre bases más fidedignas y transparentes, que defina más objetivamente los riesgos y beneficios de cada fuente energética y que proceda con mayor equidad a su reparto.

Sin embargo, y como era de esperar, consensuar hacia dónde debe evolucionar este sector, que apenas representa el 3% del empleo y poco más del 2% del PIB, pero cuya factura paga religiosamente el resto de la economía nacional, no va ser un camino de rosas. Y eso a pesar de que el Panel Intergubernamental de Cambio Climático de la ONU (IPPC, en sus siglas en inglés) ha asegurado en su último informe que las energías renovables podrían cubrir con las políticas adecuadas hasta el 77% de la demanda energética mundial a mitad de este siglo.

El informe, presentado el pasado 9 de mayo en Abu Dabi pero redactado por 120 investigadores antes de la crisis nuclear en Japón, debería constituir una hoja de ruta para que los países dieran el definitivo salto a las renovables, de las que, por otro lado y según las estimaciones de la ONU, solo se utiliza el 2,5% de su potencial, lo que da una idea del enorme margen de desarrollo que todavía tienen por delante las energías limpias.

sarias en el *mix* energético, se alzan otras que las critican por no ser capaces, con el estado actual de la tecnología, de garantizar por sí solas el suministro eléctrico y defienden, por tanto, el papel de la nuclear como energía barata, abundante y segura o, desde el incidente de la central japonesa, con un riesgo radiactivo asumible. Conforme a esta idea, los defensores del átomo en nuestro país ya han anunciado que no están dispuestos a dar ni un paso atrás en sus pretensiones. O al menos eso acaba de reconocer Endesa, una de las mayores compañías eléctricas del mundo que, sin renunciar a su apuesta por las renovables, ya ha advertido al Gobierno de que seguirá invirtiendo en sus centrales con un horizonte temporal de 60 años de vida útil.

## Modelo a tres bandas

Y entre unos y otros, no faltan quienes reconocen que hoy por hoy no se puede prescindir de la energía atómica y apuestan por un modelo a tres bandas que repartir entre la nuclear, las renovables y las de ciclo combinado.

Pero no es necesario entrar a valorar quién de ellos tiene razón para saber que España se enfrenta a un gran problema derivado de su enorme dependencia exterior, agravado en los últimos meses por la subida constante del precio del petróleo, un combustible fósil que, nos guste o no, seguirá siendo la principal fuente de energía del mundo durante las próximas tres décadas. Esta losa, según estimaciones del propio Gobierno, eleva nuestra factura petrolifera 6.000 millones de euros por cada 10 dólares de subida del barril *brent* o, lo que es lo mismo, más de 11.000 millones en lo que va de año.

En el caso de España, con unas importaciones de petróleo que proceden en más del 40% de los países que actualmente atraviesan fuertes tensiones políticas, el panorama no invita precisamente al optimismo,

ESPAÑA NECESITA IMPORTAR EL 80% DE LA ENERGÍA QUE CONSUME, EL 24,5% MÁS QUE LA MEDIA DE EUROPA. POR ELLO ES OBLIGADO ABORDAR UN DEBATE SERENO SOBRE SU FUTURO MODELO ENERGÉTICO

Así, frente a las voces que de acuerdo con las conclusiones de este panel reclaman y exigen un mayor protagonismo de las renovables, e incluso niegan que todas las actuales fuentes de energía sean nece-

generation

costs

GLOBAL

PRICES RISE

sustainable

oil

Energy

Natural gas

Transport costs

AGE

Gas bubble bursts

tion fuels increase

GLOBAL

FUEL

Market

crisis

WIND POWER

oil Prices skyrocket

AL work

ALternative ENERGY

CLES Long-term forecast



La oferta de las energías renovables es cada vez más competitiva. Foto: Shutterstock

AYUDAR A LAS EMPRESAS  
A SER MÁS EFICIENTES  
ES EL PRINCIPAL OBJETIVO  
DE LAS AUDITORÍAS  
ENERGÉTICAS, UN SECTOR  
NUEVO Y QUE TIENE  
UN ENORME POTENCIAL  
DE DESARROLLO

en especial si se confirman las previsiones que señalan un repunte del precio del crudo durante los próximos meses.

Algunos organismos europeos e internacionales ya han dejado caer el peligro que representa que los precios del barril de petróleo se mantengan por encima de los 100 dólares (actualmente fluctúa alrededor de los 115) durante períodos prolongados. En su opinión, un contexto así abocaría sin remedio a las economías más dependientes a una nueva etapa de recesión con repuntes de la inflación, subidas de los tipos de interés y aumento del desempleo.

### Eficiencia y ahorro

Por eso, quizás, no resulte extraño que las otras consignas, además del cambio, que más se repiten en el ámbito de la energía sean las de eficiencia y ahorro.

Eficiencia, porque España presenta en la actualidad una intensidad energética (el indicador que mide la relación entre el consumo y la riqueza) el 20% superior a la media europea. Según los expertos, igualar esta ratio a la media de la UE-15 podría suponer hasta un ahorro del 1,5% del PIB nacional.

Es cierto que la solución no resulta sencilla, ya que el margen de maniobra que deja el contar con una potencia instalada que supera con mucho la demanda eléctrica hace que cualquier nueva inversión en generación, sea en la fuente que sea, encarezca aún más la factura eléctrica, pero también es cierto que hay cosas que sí se pueden hacer. Por ejemplo, acabar con el despilfarro que impera en no pocos sectores industriales e, incluso, en algunas Administraciones y que está haciendo que nuestro país llegue tarde en este

terreno, tal como reconoció la Comisión Europea en un informe de marzo pasado en el que alertaba de que en 2020 únicamente se alcanzaría el 10% de la eficiencia, en lugar del 20% previsto.

Por otro lado, ayudar a las empresas a ser más eficientes es, precisamente, el principal objetivo de las auditorías energéticas, un sector nuevo y con enorme potencial de desarrollo que explica cómo y dónde una industria puede ahorrar energía.

Pero este retraso no es solo culpa de las empresas. También ha contribuido lo suyo una normativa que no acaba de trasponer algunas directivas europeas, como la certificación energética de edificios nuevos, y que aún está a la espera de la Ley de Eficiencia Energética y Energías Renovables.

Por otro lado, la mayoría de los expertos sostienen que el reciente paquete de medidas puesto en marcha por el Ejecutivo de Rodríguez Zapatero para tratar de neutralizar el encarecimiento del crudo y ahorrar 2.300 millones de euros en la factura del petróleo, entre las que figuran la reducción de límite de velocidad a 110 km/h en autopistas y la rebaja en el precio de los billetes de Renfe, por citar dos de las más llamativas, van poco más allá de su carácter simbólico y seguramente acabarán teniendo unos efectos más bien limitados en el consumo energético total.

La mayoría de los expertos han aplaudido globalmente estas propuestas porque, según aseguran, están centradas en el transporte y las infraestructuras, los sectores responsables de tres cuartas partes del consumo energético en España, al tiempo que han destacado el plan estratégico de impulso de transporte ferrovia-

rio de mercancías, un PEIT que persigue que la cuota de mercancías transportadas por este modo energéticamente mucho más eficiente pase del 4,1% actual al 10% en 2020.

De cumplir sus objetivos, este plan no solo permitiría que el modelo español dejase de ser uno de los menos competitivos de la UE, y aproximarse así poco a poco a las cuotas del 16,5% que presentan países como Francia, Italia y Alemania, sino también acabar con la insostenible tiranía energética que supone el hecho de que más de 8 de cada 10 mercancías que se transportan lo hagan por carretera.

De cualquier manera, la opinión más extendida entre los analistas es que a corto plazo poco van a cambiar las cosas y que no habrá cambios significativos en la composición y reparto de la actual cesta energética. Así, sostienen que crecerá el uso del gas –España cuenta con el tercer mayor parque del mundo de plantas de ciclo combinado– por su disponibilidad y garantía de suministro, y de la eólica, por ser la más barata de las energías verdes.

### Opciones energéticas

A pesar de ello, los defensores de las renovables argumentan que ha llegado la hora de decidir por una u otra opción energética y de acabar de una vez con esa especie de convencionalismo imperante de que todas las fuentes son necesarias en el *mix* energético. Sugieren, en este sentido, que España haga caso al comisario europeo de la Energía, Günther Oettinger, quien tras el suceso de la central de Fukushima expresó la conveniencia de que Europa analice cómo podría satisfacer sus necesidades de energía futuras sin contar con la energía nuclear. Un planteamiento al que, por otro lado, también parece haberse sumado ahora Alemania, después de que Ángela Merkel, hasta hace unos meses abanderada de la nuclear, haya cambiado radicalmente de opinión y apueste por apagar las 17

centrales del país y fomentar un cambio rápido a las renovables.

Para apoyar las tesis del dirigente europeo y de la canciller alemana, el sector afirma que mientras el coste de las tecnologías verdes disminuye a pasos agigantados, el de las convencionales, sean de origen fósil o nuclear, no hace más que aumentar. Así, aseguran que la eólica ya ha alcanzado prácticamente costes competitivos en una década de desarrollo, y que la fotovoltaica ha disminuido los suyos a la mitad en menos de cinco años, por lo que esperan que, al menos en nuestro país, alcance la paridad de red –coste de generación similar al que paga el usuario final– en otros cinco.

Además, sostienen que ya existe tecnología para combatir su naturaleza intermitente (no siempre brilla el sol o hace viento) y superar así las limitaciones que imponen los caprichos del tiempo. Para los expertos que abogan por las energías limpias, atender los picos de demanda de energía y gestionar al mismo tiempo los valles sin desperdiciar un kilovatio exige que se incremente el actual porcentaje de demanda eléctrica cubierta por las renovables, que el año pasado fue del 21%. Y para hacerlo, hay que aprender a guardar lo que generan de más.

Entre las soluciones que se estudian, el sector apunta como una de las bazas más seguras para el futuro a la hibridación con la hidráulica o la biomasa, o de la eólica y la solar. Se trata de combinar dos fuentes de generación para tirar de una cuando falla la otra.

## Tendencias futuras

Pero favorecer la disponibilidad de las renovables también pasa por encontrar nuevas fórmulas para su almacenamiento. Y aquí el coche eléctrico tiene un papel determinante, hasta el punto de no faltar ya quienes imaginan un parque de millones de estos vehículos convertidos en elementos activos de la red, como si fueran una central eléctrica rodante capaz de, en los momentos de reposo, aportar al suministro eléctrico. Es un escenario más fácil de imaginar después de que el Consejo de Ministros aprobara hace escasas fechas un nuevo plan de ayudas al coche eléctrico por importe de 72 millones de euros.

El Ministerio de Industria está convencido de que este plan, que prevé ayudas de hasta 6.000 euros para la adquisición de coches eléctricos, permitirá reducir la dependencia exterior del petróleo y absorber el exceso de producción eólica por las noches. Un optimismo del que no participa en igual medida un sector más preocu-

pado por recuperar las ventas de automóviles y que, si bien reconoce que la medida constituye un primer paso para la introducción de este tipo de vehículos, estima que su uso se podrá generalizar en el ámbito urbano a partir de 2020, pero no antes.

Asimismo, el Gobierno ha regulado la creación de las llamadas *electrolineras*, puntos de venta y recarga de electricidad hasta ahora reservados a las compañías comercializadoras eléctricas y cuya instalación se abre a los aparcamientos públicos y los grandes centros comerciales.

Por otro lado, el Ejecutivo también ha acordado recuperar el sistema de tarifa nocturna más barata, desde la una de la madrugada hasta las siete de la mañana, para permitir que la futura y esperada flota de vehículos eléctricos se recargue por la noche y ayude a absorber el excedente de energía eólica que se produce en noches ventosas.

Y es que, como apuntan desde Industria, con el aumento de la producción eólica algunas noches de baja demanda, Red Eléctrica se ha visto obligada a desconectar molinos para no saturar la red. Y no es que los tiempos estén precisamente para desperdiciar energía autóctona y limpia. Conseguirlo, según los expertos, va a exigir también dar pasos más decididos hacia las redes inteligentes o *smart grids*. En síntesis, se trataría de poblar la red de sensores que le tomen el pulso para convertir a la red eléctrica actual, que básicamente es ahora como un gran cable que alimenta demanda eléctrica y la cobra, en

una red algo más inteligente que sea capaz de gestionar la demanda de un modo más eficiente.

En este sentido, las empresas destacan que la entrada de la tecnología en las redes eléctricas está permitiendo gestionar en remoto detalles como la lectura de los contadores. Y avisan: si los 26 millones de puntos de consumo fueran digitalizados (como ya ocurre en Italia), se podría mejorar significativamente la gestión de la demanda y, con ello, la eficiencia.

## Necesidad de inversiones

Pero, además, el sector de las renovables lamenta la falta inversión en I+D, en su opinión hasta la fecha abrumadoramente a favor de las tecnologías convencionales y, sobre todo, de voluntad política. Inversión para superar los retos técnicos –la ONU calcula que hasta el final de la presente década sería necesario movilizar 3,5 billones de euros para que se pudiera multiplicar por 20 el suministro de las renovables– y coraje político para, haciendo caso a la mayor parte de la sociedad española y no solo a las empresas energéticas, dejar atrás la nuclear y apostar por las energías limpias en las que España cuenta con importantes ventajas comparativas, así como por las de nueva generación, entre las que destacan la eólica *offshore* y otras energías del mar, la minieólica, la solar de concentración, la bioenergía y la geotermia. El cambio es posible. Ahora hace falta que el Gobierno se lo crea.

## El sueño del autoconsumo, más cerca

**El cambio en el sector eléctrico no afectará solo a las grandes compañías, sino también a los pequeños productores. Aunque la vigente normativa impide que un particular produzca su propia energía para cubrir sus necesidades, el proyecto de real decreto que maneja el Ministerio de Industria y que actualmente estudia la Comisión Nacional de la Energía (CNE) puede convertir en realidad el sueño del autoconsumo.**

El futuro real decreto, que ha sido saludado por el sector de las renovables, podría suponer un avance fundamental para que los propietarios de pequeñas instalaciones puedan consumir la energía que producen, a diferencia de lo que ocurre ahora, cuando el productor está obligado a volcar a la red la energía que produce a cambio de una prima.

Pero el proyecto, que prevé una simplificación de los trámites administrativos para la instalación de equipos de pequeña potencia (inferior a 10 kilovatios) y la puesta en marcha de un procedimiento abreviado para su conexión a la red, no ha contentado a todos por igual. Al menos no a Greenpeace, que ya ha presentado alegaciones a este decreto. Para esta organización, la propuesta del Gobierno contiene elementos muy positivos, pero también importantes limitaciones, como son que no exime a estas instalaciones de los cupos máximos de potencia ni de la necesidad de presentar un aval bancario. Además, los ecologistas piden que entre en vigor cuanto antes.

## Pedro Lomónaco Tonda

Director del Laboratorio de Ingeniería Oceanográfica y de Costas del Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria

# “No hay otra instalación con la capacidad de realizar gran oleaje, corriente y viento”

### Ana P. Fraile

Simular el oleaje y las corrientes marinas que tienen lugar en aguas profundas y someras y recrear vientos de hasta 150 kilómetros por hora son algunas de las posibilidades que ofrece el Gran Tanque de Ingeniería Marítima del Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, inaugurado el pasado mes de marzo en Santander. Es una instalación única en el mundo que, en palabras de su responsable, Pedro Lomónaco, director del Laboratorio de Ingeniería Oceanográfica y de Costas, permitirá a la comunidad científica adentrarse en el fascinante y desconocido mundo marino. El Tanque abre un amplio abanico de posibilidades de investigación y ensayo en ámbitos que van desde la ingeniería marítimo-costera hasta los estudios de energías renovables, y de la industria nuclear al entrenamiento de submarinistas en maniobras de alto riesgo. Representa una infraestructura que, en opinión de Lomónaco, incrementa la competitividad del sistema español de I+D+i y sirve como polo de atracción de investigadores y empresarios de todo el mundo.

### ¿Qué razones han llevado al Ministerio de Ciencia e Innovación a invertir en la construcción del gran Tanque de Pruebas de Ingeniería Marítima?

La realización de investigación básica y aplicada de alto nivel se ve, en la mayoría de las disciplinas, condicionada por la existencia de instalaciones experimentales científico-tecnológicas singulares de gran envergadura que, adicionalmente, deben estar dotadas de equipamiento e instrumentación de última generación. En consecuencia, y tras una iniciativa del Ministerio de Ciencia e Innovación, se efectuó un estudio para la identificación de la necesidad de instalaciones científico-tecnológicas singulares en España en el que se constató la ausencia de una instalación experimental en la que se pudieran realizar estudios de

ingeniería marítima, oceanografía, recursos marinos y tecnología offshore. Al mismo tiempo, el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria demostró al Micinn la capacidad de desarrollar el proyecto, construirlo y, finalmente, operar la instalación.

“LAS PRIMERAS APLICACIONES DEL CCOB SON LOS ESTUDIOS RELACIONADOS CON LAS ENERGÍAS RENOVABLES. PERO TENDRÁ TAMBIÉN OTROS USOS, COMO EL ENTRENAMIENTO DE MANIOBRAS DE ALTO RIESGO EN SUBMARINISMO Y LA COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA EN MAR ABIERTO”

### ¿Qué elementos técnicos lo integran?

La instalación experimental, originalmente conocida como el Gran Tanque de Ingeniería Marítima, se conoce hoy como el Cantabria Coastal and Ocean Basin (CCOB), debido a que la instalación se compone de varios elementos, además del propio gran tanque. El CCOB es un diseño conceptual global, único en el mundo en el ámbito de la ingeniería marítima que se estructura a través de la integración de tres sistemas: un sistema de gestión experimental, otro de modelado físico y un tercero de modelado numérico. El sistema de modelado físico se constituye de infraestructuras experimentales entre las que destaca el tanque de oleaje oceánico-costero y el canal de oleaje-corriente-tsunamis. De forma particular, el

tanque de oleaje es, fundamentalmente, una piscina de 44 m de anchura por 30 m de longitud, con capacidad de realizar ensayos a una profundidad que puede variarse entre 20 cm y 3,8 m. En el tanque pueden simularse condiciones oceanográficas con oleaje, corriente y viento en un amplio abanico de magnitudes y direcciones. Adicionalmente, dispone de un foso de 6 m de diámetro y profundidad variable, que puede llegar a ofrecer un máximo de 12 m. Por otro lado, el canal de oleaje-corriente-tsunamis tiene 56 m de longitud y 2 m de anchura, y permite la realización de ensayos con una profundidad entre 0,1 m y 1,4 m y ha sido concebido para la simulación de oleaje y corriente y su interacción con estructuras fijas o flotantes, en las que el sistema de generación de oleaje está especialmente diseñado para el modelado de tsunamis. El sistema de modelado numérico avanzado representa fielmente el tanque de oleaje oceánico-costero y el canal de oleaje-corriente-tsunamis, y permite, por tanto, un “espejo numérico” de las infraestructuras. Los espejos numéricos se ofrecerán a los investigadores externos e internos como parte de los servicios proporcionados en el CCOB. Finalmente, el sistema de gestión experimental permite el control parcial de la experimentación (sala de control virtual); la observación, la ejecución de ensayos numéricos, la gestión de datos y la transferencia de resultados online, lo que permite conseguir el máximo rendimiento y eficiencia por parte de los usuarios internos y externos.

### Acaba de describir esta instalación como única en el mundo. ¿Podría detallarnos dónde reside su singularidad?

Por un lado, el sistema de gestión experimental al que acabo de hacer referencia es, en sí mismo, único, ya que convencionalmente los centros de investigación, abordan los estudios sobre ingeniería mari-

tima y costera ya sea con modelos numéricos o con modelos físicos, mientras que la coexistencia de instalaciones experimentales de última generación con su espejo numérico, calibrado y empleado para la optimización del diseño de los ensayos y la generación de casos adicionales, es una combinación única en el mundo. Por otro lado, las capacidades específicas del tanque de oleaje lo hacen también único en el mundo, ya que no existe una instalación similar con la capacidad de realizar oleaje de gran magnitud, corriente y viento, todos ellos en cualquier dirección y con la capacidad de elegir la profundidad entre 20 cm y 3,8 m. Asimismo, resulta también único en el mundo por la posibilidad de variar la profundidad adicional en el foso, pues puede aumentar hasta 8 m la profundidad del tanque, llegando a un máximo de casi 12 m. La calidad y magnitud de las condiciones oceanográficas generadas también es parte de la singularidad. Aunque existen instalaciones semejantes en el mundo que pueden generar viento, oleaje o corrientes de la misma magnitud, ninguna es capaz de poder hacerlo de forma simultánea (aquellas que lo hacen no ofrecen la misma magnitud, ni la multidireccionalidad) y ninguna es capaz de producirla con la calidad y control que ofrece el CCOB. Adicionalmente, tampoco ninguna puede realizar ensayos oceánicos y costeros al mismo tiempo.

#### **¿Qué aplicaciones asociadas a la existencia del tanque destacaría?**

Evidentemente, las primeras aplicaciones destacables son los estudios relacionados con las energías renovables, particularmente los estudios en los que se involucra la coexistencia de oleaje, corriente y viento. Sin embargo, otra aplicación, tal vez menos científicas pero no por ello menos interesantes, es el empleo del CCOB como instalación para el entrenamiento de maniobras de alto riesgo en submarinismo, o para certificar y comprobar el funcionamiento de instrumentos de medida en mar abierto.

#### **¿Cree que el tanque servirá como foco de atracción para que los inversores se decidan a entrar en el sector de las renovables de origen marino?**

Por supuesto. El primer escollo que los inversores y promotores deben salvar es el estudio de viabilidad de los diferentes conceptos e ideas que se están vislumbrando en el sector. Sin embargo, dichos estudios requerían de una instalación expe-



Pedro Lomónaco Tonda. Foto: Joaquín Gómez Sastre

rrimental de gran envergadura y diseñada de acuerdo con las necesidades y tecnología actuales, inexistentes, muy caras de operar o colapsadas por la demanda actual. El CCOB satisface, precisamente, dicha necesidad. La consecuencia inmediata a los ensayos de viabilidad es la evolución y optimización de los prototipos, hasta llegar a soluciones comerciales que pueden ensayarse para verificar su productividad, así como su posible efecto en la dinámica marina.

#### **¿Podría describir las principales líneas de investigación que se pretenden llevar a cabo en el tanque?**

Las líneas de investigación más relevantes son ingeniería oceanográfica, tecnología *offshore*, ingeniería de costas, ingeniería portuaria, seguridad y fiabilidad en el medio marino, recursos no vivos en el medio marino (energía, espacio, materiales), mecánica de fluidos computacional en ingeniería marítima (CFD), ciencia y tecnología para regiones polares y ciencia y tecnología de los materiales asociada a la tecnología *offshore*, entre otras. Todas estas disciplinas son, por sí mismas, una enciclopedia de líneas de investigación tan amplia como para mantener al CCOB ocupado por muchos años. Y es que no debemos olvidar que el medio marino es uno

de los ámbitos más complejos y fascinantes y menos conocidos del ser humano.

#### **¿Cómo puede contribuir el CCOB a incrementar la competitividad del sistema de I+D+i de las empresas españolas?**

El CCOB proporciona a cualquier empresa la capacidad de diseñar, evaluar y comprobar el comportamiento de ideas y proyectos nuevos, empleando para ello una instalación de última generación, referente mundial en calidad y capacidades. Asimismo, el CCOB ha sido ya un elemento que ha contribuido a mejorar la competitividad de las empresas españolas. Me refiero a las empresas que han intervenido en el diseño, construcción y equipamiento de los distintos elementos que componen el CCOB, tales como el generador de oleaje, los disipadores pasivos perimetrales, la tapa flotante del foso, el generador de viento, etc. De hecho, el 95% de los equipos y elementos que componen el CCOB fueron diseñados, construidos e instalados por empresas españolas, muchas de ellas cántabras. Al ser el CCOB un estandarte científico-tecnológico por su envergadura, calidad y capacidad, lo son también las empresas involucradas en su concepción y desarrollo, incluido el IH Cantabria.

## BARCELONA

### >> Eusipco analiza los aspectos clave del procesamiento de señales y sus aplicaciones

La Asociación Europea para el Procesamiento de Señales (Eurasip) ha elegido a Barcelona sede de su XIX congreso anual Eusipco 2011, que se celebrará en el Palacio de Congresos de Cataluña, entre el 29 de agosto y el 2 de septiembre. La cita, organizada conjuntamente por el Centro Tecnológico de Telecomunicaciones de Cataluña (CTTC) y la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) se centrará en analizar los aspectos clave de la teoría de procesamiento de señales y sus aplicaciones.

Audio y electro-acústica; diseño, implementación y aplicaciones de los sistemas de procesamiento de señales; procesamiento de señales multimedia y la codificación; imagen y procesamiento de señales multidimensionales; señal de la detección y estimación; sensor de matriz y el procesamiento de varios canales de señal; procesamiento de señales para las comunicaciones; de diagnóstico y análisis de imágenes, o procesamiento del habla, serán algunas de las áreas de interés que se abordarán en este congreso.

### >> ITMA, el mayor escaparate mundial sobre maquinaria y equipamientos del sector textil

Las últimas novedades en maquinaria, productos, tejidos, servicios y equipamientos del sector textil se reunirán en ITMA 2011, el mayor y mejor evento de estas características que en su XVI edición tendrá lugar en la Fira de Barcelona, del 22 al 29 de septiembre. Propiedad del Comité Europeo de Constructores de Maquinaria Textil (Cematex), esta feria, que se celebra cada cuatro años desde 1951 y está considerada la "olimpiada" del sector de la maquinaria textil, constituye una excelente oportunidad para conocer las principales innovaciones y soluciones de la industria y una cita obligada para las empresas del sector.

Con una afluencia esperada de más de 100.000 profesionales procedentes de más de 150 países y un negocio inducido de unos 800 millones de euros, la feria exhibirá todos los tipos de textiles, tejidos y fibras, así como la maquinaria para todos los niveles y procesos de fabricación textiles, las materias primas utilizadas, o las soluciones, productos químicos, colorantes y disolventes textiles, entre una extensa lista de productos, servicios y tecnologías que representan a toda la cadena textil.

## BILBAO

### >> La ingeniería termodinámica apuesta por la eficiencia energética y las renovables

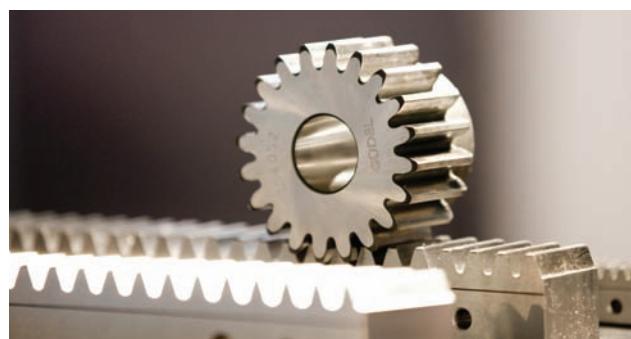
Fortalecer la relación entre los mundos universitarios, industrial y empresarial para impulsar la I+D+i; y facilitar la transferencias de conocimiento entre académicos e investigadores, serán algunos de los principales objetivos del VII Congreso Nacio-

nal de Ingeniería Termodinámica, que tendrá lugar del 15 al 17 de junio en el Palacio Euskalduna, de Bilbao. Organizado por el Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad del País Vasco, este foro se estructurará en cinco secciones temáticas, con la eficiencia energética y las energías renovables como telón de fondo.

Además de las sesiones técnicas dedicadas a conocer las soluciones prácticas aplicadas o teóricas que mejoran la eficiencia y la sostenibilidad de la industria, el transporte o la edificación; o el aprovechamiento, transformación y uso de los recursos energéticos renovables, este congreso recogerá los trabajos desarrollados en las áreas de termodinámica y termotecnia y sobre máquinas y motores térmicos, así como sobre máquinas y equipos frigoríficos. Las secciones temáticas se completarán con la dedicada a la docencia y las TICs, en la que se analizarán los trabajos de innovación llevados a cabo en todas las materias que integran estas disciplinas orientados tanto a la docencia presencial como a la semipresencial o la virtual.

### >> Próxima cumbre tecnológica sobre fabricación, subcontratación y siderurgia

El recinto ferial de Bilbao (BCE) acogerá del 27 al 30 de septiembre la Cumbre Industrial y Tecnológica, una de las más importantes ferias de maquinaria y tecnologías para la fabricación, subcontratación y cooperación interempresarial que en esta edición contará por primera vez con un espacio dedicado a la presencia destacada de un país, figura que en esta ocasión corresponderá a Francia.



Pero esta cumbre anuncia más novedades. Así, y además de las ferias de subcontratación, automatización y Trasmet, esta última relacionada con la maquinaria y el suministro para siderurgia, fundición, forja, laminación y tratamiento de superficies, este evento contará con dos nuevas iniciativas: un área dedicada a nuevos proyectos y unas jornadas sobre diversificación.

Mientras que la primera permitirá a empresas fabricantes procedentes de sectores no tan habituales en subcontratación la posibilidad de presentar sus productos y servicios más innovadores, la segunda ofrecerá a los subcontratistas de la mano del Consejo Superior de Cámaras claves concretas para ampliar su actividad con los medios existentes en cada subsector, analizando las demandas de los nuevos sectores emergentes.

# India

Por una u otra razón mis planes para viajar a India siempre se han venido abajo, de manera que una oportunidad reciente, aunque fuera tan solo por unos días, quise aprovecharla para romper lo que parecía un maleficio. Tenía ganas de sentirme allí, en esa inmensidad territorial y cultural que tanto atrae a los occidentales desde hace ya varios siglos, mucho antes de que los *hippies* y los Beatles la descubrieran. Estuve, por fin, en India y volví, como casi todo el mundo, fascinado y horrorizado. Incluso cabreado, para qué ocultarlo, si me lo van a descubrir unas líneas más abajo.

Aun moviéndome tan solo por el llamado Triángulo Dorado (Delhi, Agra, Jaipur) que los folletos turísticos destacan como el no va más, y efectivamente lo es porque te atolondra con su espectacular belleza monumental, he visto también tanta miseria, tanta contaminación y suciedad, que no me lo podía creer. ¿Cómo es posible que un país a punto de convertirse en superpotencia y haciéndose valer como tal en el desconcierto internacional tenga a la gente en semejantes condiciones? ¿Qué ocurrirá en el resto de la India si su Triángulo Dorado, la meca del turismo (por aquí pasa el 90%), está así, ruinoso, pobre, sucio, contaminado y maloliente?

Esto no es de recibo y de ahí el cabreo con India, con sus Gobiernos y con los propios indios que son corresponsables de la situación. No puede ser que después de unas cuantas décadas, desde que empecé de niño a oír los testimonios de algunos misioneros, las cosas hayan cambiado tan poco para bien. No puede ser que tanta gente duerma al raso, que buena parte de las viviendas sean inhabitables, que nadie recoja las toneladas de basura que se amontonan por las calles, que los ríos sean cloacas, que las aguas fecales transiten a cielo descubierto por los lugares más céntricos de pueblos y ciudades... No puede ser que los comercios (India es puro comercio) tengan esa mugre infecta, que los animales, vacas incluidas, vivan en un peligroso hacinamiento con las personas (¿por qué han prohibido su callejero en Delhi y no en todo el país?), que nadie se moleste en controlar un tráfico caótico y contaminante, que haya tantos niños desatendidos... No puede ser.

Uno pasea por Jaipur, la famosísima Ciudad Rosa, y aunque su belleza acaba imponiéndose a los ojos del viajero más escéptico, es evidente que el casco histórico necesita urgentemente un programa de rehabilitación. ¿Y el resto de la ciudad? Pues no lo sé, porque tanto en Jaipur como en Agra las ciudades son prácticamente invisibles, como el título de la novela de Italo Calvino. Una aglomeración aquí, otro abigarramiento allá, suciedad por doquier, y eso sí, mucho tráfico y mucho ruido. Hasta las zonas residenciales tienen ese aire de sucia dejadez que llama la atención de cualquiera. ¿No es posible que con los millones de rupias que ambas ciudades ingresan del turismo pudieran tener

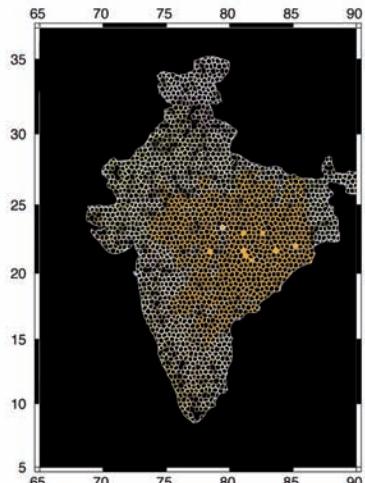
**"INDIA SE CONVIERTA EN SUPERPOTENCIA AUN DEJANDO A BUENA PARTE DE SU POBLACIÓN ANCLADA EN LA MISERIA O, EN EL MEJOR DE LOS CASOS, ESCALANDO CON MUCHO ESFUERZO HASTA LAS RENTAS DE SUBSISTENCIA"**

las aguas fecales canalizadas bajo tierra y hasta depuradas si pusieran empeño en ello? ¿Quién se queda con el dinero? La prensa india ha hecho algunas denuncias al respecto.

Cruzando una pequeña población vi en una plaza varios cientos de personas en actitud de debate. ¿Qué pasaba? Hablaban de la contaminación de los ríos. De los ríos pequeños y de los grandes, como el Yamuna y el Ganges, que en larguísimos tramos son puras cloacas. Es cierto que su estado lamentable preocupa antes por su condición de sagrados que por cuestiones sanitarias, pero si el objetivo de limpieza y depuración se cumpliera, merecería dar por válida cualquier causa.

Los países más ricos del mundo siempre han tenido importantes bolsas de pobreza (véase el caso de EE UU y el de la España de antes de la crisis reflejada en los informes de Cáritas), pero lo de ahora es diferente. Un país se convierte en superpotencia aun dejando a buena parte de su población anclada en la miseria o, en el mejor de los casos, escalando con mucho esfuerzo hasta las rentas de subsistencia. Lo mismo pasa con las grandes empresas: obtienen cifras supermillonarias de beneficios y, a pesar de ello, despiden a miles de trabajadores aumentando a su vez los *bonus* de sus privilegiados dirigentes. ¿Hace falta que señale con el dedo?

Cuando se analiza la situación de países como India u otros de ese grupo que antes llamábamos Tercer Mundo, suele recordarse como pretexto justificatorio su historia más reciente de sometimiento a intereses imperiales o coloniales, o bien la constante intromisión de las superpotencias, pero ya no sirven o ya no bastan ese tipo de argumentos. Ni una palabra de complacencia saldrá de mi boca (o de mi ordenador) para justificar situaciones de atropello de antes o de ahora, pero tampoco para difuminar responsabilidades de las élites gobernantes actuales y de las propias sociedades que las sostienen con su voto o con su desidia. La respuesta de lo que pasa en la India actual no está en el Reino Unido, sino en la propia India, de manera que reitero mi lamento: no hay derecho a que una potencia atómica mantenga a sus ciudadanos en semejante estado de precariedad. Cabe también preguntarse si ese concepto de alienación sobre el que reflexionaba Marx hace ya tanto tiempo solo es aplicable a la religión cristiana o a todas las religiones sin excepción.



VIRIDIS

# Los nuevos estudios de ingeniería industrial en el marco de Bolonia

Ferran Virgós Bel y Joan Domingo Peña

*The new industrial engineering study plan in the Bologna framework*

Foto: Pictelia



## RESUMEN

En este artículo se explican los conceptos básicos del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), también denominado Proceso de Bolonia, para continuar analizando su desarrollo en España y, en particular, las alternativas generadas y soluciones elegidas en el caso de los estudios de las ingenierías de la rama industrial. Un posible resumen de este trabajo sería la respuesta a dos preguntas elementales. Primera: ¿Se podría haber implantado el EEES en España de otra manera? Y segunda: El ¿nuevo? modelo, ¿es mejor o peor que lo que había antes? La respuesta a la primera pregunta es un rotundo sí. La respuesta a la segunda es "depende" de los aspectos considerados y de quién formula la pregunta. Dicho de otro modo, ¿desde qué perspectiva (de agente implicado en el proceso) se ve? Por un lado, parece claro que la base del proceso (la idea general) es buena. Pero, por otro, la premura de tiempo, las incertidumbres, los evidentes conflictos de intereses y, a menudo, los recursos limitados, han llevado a soluciones que, en muchos casos, parecen claramente mejorables.

Encargado: 12 de febrero de 2011

Recibido: 11 de abril de 2011

Aceptado: 21 de abril de 2011

## Palabras clave

Bolonia, ingeniería industrial, ingeniería técnica industrial, Espacio Europeo de Educación Superior, EEES, educación

La implantación de los nuevos planes de estudio en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) es un tema que puede considerarse de interés general. Hay que añadir, no obstante, que ni siquiera en el mundo universitario se tiene una visión muy clara. Por tanto, en este artículo se presentan los rasgos de lo que se ha dado en llamar, a secas, "Bolonia", un proceso del que puede concluirse que tiene cosas buenas y otras mejorables. Para ello, se intenta dar una visión de este espacio n-dimensional que tiene tantos entusiastas como detractores y que, desde nuestra óptica, bien podría denominarse n-EEES ( $n$  por las dimensiones). El artículo pretende ser riguroso y objetivo hasta donde es posible, pero también aparecen, inevitablemente, puntos de vista subjetivos.

## El Proceso de Bolonia

### La génesis

El marco de Bolonia nace de la Declaración de Bolonia firmada en 1999 por los ministros de educación (o sus representantes) de 28 países europeos. Se trata de una declaración esencialmente política y tiene un claro antecedente en la Declaración de la Sorbona del año anterior.

## ABSTRACT

*This article explains the basics of the European Higher Education Area (EHEA), also called the "Bologna Process", to further assess their development in Spain and, in particular, the alternatives generated and solutions chosen in case of the studies of the industrial engineering. A summary of this work may be the answer to two basic questions. First: could the EHEA have been implemented in Spain differently? And second: Is the new model better or worse than what existed previously? The answer to the first question is a resounding "yes". The answer to the second is "it depends" on the aspects considered and who asks the question. In other words, from what perspective (the stakeholder involved in the process) it is viewed? On the one hand, it seems clear that the basis of the process (the general idea) is good. But on the other hand, the pressure of time, uncertainty, the obvious conflicts of interest and, often, limited resources have led to solutions that, in many cases, could clearly be improved.*

Commissioned: February 12, 2011

Received: April 11, 2011

Accepted: April 21, 2011

## Keywords

*Bologna, industrial engineering, European Higher Education Area, EHEA, education*

Como consecuencia de la Declaración de Bolonia se sucedieron diversos encuentros periódicos posteriores (Praga, 18-19 de mayo de 2001; Berlín, 18-19 de septiembre de 2003; Bergen, 19-20 de mayo de 2005; Londres, 17-18 de mayo de 2007; Leuven/Louvain-la-Neuve, 28-29 de abril de 2009; Budapest/Viena, 10-12 de marzo de 2010), fruto de los cuales se fue perfilando lo que ahora llamamos Proceso de Bolonia o Marco de Bolonia y, aunque hay quien lo pueda ver como un proceso muy ligado a la Universidad, más bien debe verse, en realidad, como un proceso, básicamente, político con sus pros y sus contras.

Hay que aclarar desde el primer momento que si el Proceso de Bolonia hubiera sido un proceso de ingeniería, sería mucho más normativo. Para llegar al final del camino, este se deberá andar paso a paso y aceptando unas inevitables etapas que lo hagan factible. El Proceso de Bolonia se conforma con dar unas directrices de convergencia, esto es, se trata de que todos los sistemas de enseñanza de los países firmantes tiendan a un espacio educativo superior común. Este planteamiento que ha hecho el proceso viable, probablemente haya sido,

también, la base de algunas de sus debilidades que argumentaremos a lo largo del artículo.

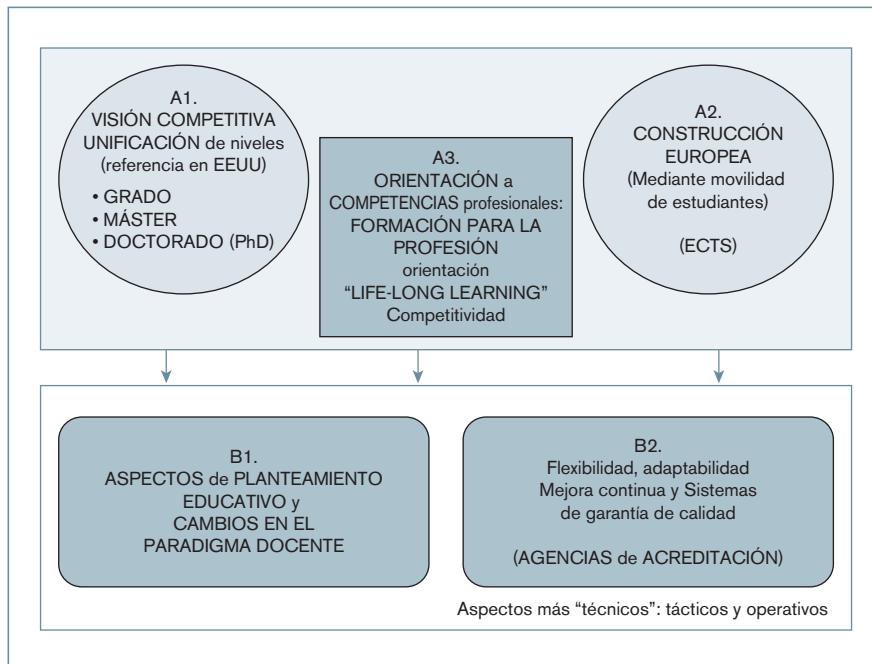
### Conceptos iniciales

Podría decirse que en la base de la idea del Proceso de Bolonia subyacían tres conceptos (esencialmente políticoestratégicos):

– Una visión competitiva para la Universidad Europea, desde una perspectiva globalizadora.

– Dar soporte al proceso de construcción europea (cohesión, homogeneización, movilidad, etc.).

– Impulsar la creación de planes de estudios más asociados a la realidad profesional: formación para la profesión y *life-long learning*. Se trata, en definitiva, de pedir a la Universidad que enseñe contenidos que luego le vayan a resultar útiles al futuro profesional. Por otra parte, se trata de reconocer que, ya desde hace muchos años, ningún profesional puede pensar que en su vida laboral la fase de estudio se limita a cuando estudió la carrera (desde luego, no en el mundo de la ingeniería). En el fondo, lo que se busca es la competitividad profesional. Impulsar la idea de creación de empresas puede



ser un ejemplo ilustrativo de ello.

En la figura 1 se representa gráficamente (en la parte superior) los aspectos de base de la visión de Bolonia comentada y que se han referenciado como A1, A2 y A3 por claridad. Estos aspectos se describen a continuación.

#### **Visión competitiva del sector universitario europeo**

Todos los sectores industriales hace tiempo que pasaron por la maduración de los mercados y una globalización de la economía que llevó a una fuerte competitividad. Ambos aspectos forzaron la reestructuración, cuando no la reinención, de la mayoría de sectores y la aparición de otros nuevos. Todo ello, casi siempre, conducido de la mano de la tecnología, y en particular de las tecnologías de la información (TI), recientemente también referenciadas como tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC), como si fuera posible concebir una cosa sin la otra.

Pero la Universidad, en general, y en particular en España, tiene más clientes cautivos que otros sectores (todo el mundo entiende que si alguien vive en un pueblo de determinada provincia, aún más si vive en la propia capital, y no le sobran los recursos económicos, el abanico de opciones se polariza sobre la universidad más cercana). En consecuencia, esta visión globalizadora tardará más en llegar a la Universidad. Acuerdos de movilidad, dobles titulaciones y el impulso a cursos de posgrado fueron indicadores adelantados del futuro que se acercaba.

La planificación de cualquier actividad que no considere la globalización está condenada al fracaso, en la mayoría de casos. Por ello no es de extrañar que, con aparente buen criterio, los ministros firmantes de la Declaración de Bolonia se basaran, entre otros motivos, en la necesidad de converger en un modelo único (*marca Europa*) que, por una parte, pudiera competir en el mercado global con la formación universitaria de EE UU y de los países asiáticos emergentes y, por otra, se apoyara en la movilidad de los estudiantes como un valor real a la vez que un *marketing* adicional de la idea. Este planteamiento casi obligaba a adoptar los mismos niveles académicos progresivos propios de los modelos más conocidos y aceptados (básicamente partiendo del modelo sajón): grado, máster y doctorado (llamado PhD). Este planteamiento no solo evitaba esa potencial desorientación en las comparaciones, sino que ayudaba a visualizar una mayor facilidad en la movilidad extraeuropea: si en un país existe el grado y en Europa existe el grado, cuando acabe el grado en ese país, el estudiante podrá ir a Europa a hacer el máster: la movilidad se percibía como algo natural.

#### **Soporte a la construcción europea, movilidad y ECTS**

Para facilitar, incluso administrativamente, la movilidad dentro de Europa era necesario establecer una única unidad de medida del haber académico para situar de forma *quasi* automática a los estudiantes que optaran, dentro de Europa, por la movilidad.

Ahí se fue consciente de que la unidad de medida que cada país utilizaba no era homogénea, porque el trabajo real del estudiante depende de la intensidad de las horas de clase y de la intensidad de las horas complementarias realmente dedicadas. Esto es, del esfuerzo y de la productividad y/o rendimiento. Para solventar ese problema, se optó por una solución aparentemente razonable: utilizar como nueva medida las horas de trabajo del estudiante (en lugar de las horas de clase con el profesor u otra medida). De esta forma aparece el concepto de ECTS (European Credit Transfer System) que es la unidad de medida, llamada también “crédito europeo”. Se define esta unidad como un número de horas de dedicación al trabajo académico del estudiante medio, bajo las orientaciones del profesorado, que según la normativa española se fija entre 25 y 30 horas por crédito ECTS. Al parecer todos los países han tomado el número 25. En el caso de España se justifica fácilmente porque comparando la situación académica anterior frente a la nueva, es el número de horas que arroja un resultado equivalente de trabajo del estudiante por cada curso académico (suponiendo que antes el estudiante trabajaba una hora adicional por cada una de clase). Esto da una base para calcular los recursos necesarios de profesorado (que en época de crisis se ha querido hacer, en algunos centros, a coste cero, o incluso inferior a cero).

Así, la mutua confianza entre las universidades europeas debería hacer que si un estudiante viene de otra universidad europea acreditando un número de ECTS, estos le sean reconocidos en la universidad de destino. O bien, si estudia un tiempo en otra universidad, los ECTS que allí obtenga le sean reconocidos a la vuelta a su universidad origen. La solución técnica, en teoría, también es de manual.

No obstante, el más simple de los análisis iniciales ya indica que este planteamiento (en principio razonable) es de difícil aplicación práctica en el caso de los créditos asignados a asignaturas troncales y/u obligatorias (incluso considerando una alta flexibilidad en la subdirección de estudios de cada centro). Dicho de otro modo: o se obliga a que las troncalidades sean las mismas (que no es el caso), o bien que sean mínimas y todos los planes de estudios de todas las universidades europeas tengan un gran bloque optativo (ventana de fácil movilidad). De lo contrario, se vislumbran dificultades técnicas en las convalidaciones. A pesar de las dificultades reales previstas, este reconocimiento mutuo, esta idea de facilitar las cosas,

siempre puede servir como un primer paso hacia una futura convergencia. Políticamente, representa un paso adelante aunque luego la realidad con la que se encontrarán los jefes o subdirectores de estudios será otra. Lo que sí que se puede predecir como posible es el reconocimiento de una asignatura optativa A por otra B hecha en otra universidad, considerando que por su propia naturaleza optativa se trata de asignaturas de elección voluntaria (descartando, eso sí, que el plan de estudios se oriente a bloques cerrados de optatividad).

Otro factor que favorece el éxito del sistema de reconocimiento internacional de asignaturas es el hecho de que en Europa no existe la misma cultura de *rankings* que hay en EE UU con relación a las universidades: se hace difícil imaginar una universidad de EE UU de primer nivel aceptando en Matemáticas 2 (por poner un ejemplo) a un estudiante que

viene con la asignatura de Matemáticas 1 aprobada en una universidad que aparece al final del *ranking*. Pero, aunque no tan acusadas como en EE UU, hay diferencias entre universidades europeas que pueden implicar determinados problemas de reconocimiento de asignaturas. Deberán buscarse soluciones, y un recurso muy claro es el empleo de asignaturas *flotantes* en la universidad de destino, que sean obligatorias para quienes vienen de fuera pero no aporten ECTS para obtener el título en dicha universidad. En definitiva, estas asignaturas representarían *complementos*, que es una fórmula fácilmente utilizable.

En cualquier caso, el marco de Bolonia fijaba una horquilla entre 180 y 240 ECTS (3 o 4 años para grado) y un mínimo de 300 ECTS para alcanzar el título de Master (es decir, uno o dos años más). Nada decía en cuanto al doctorado, excepto el requisito previo de la realización de la correspondiente tesis, lo que permitía

suponer que quienes desearan un doctorado deberían pasar por un máster en investigación, cosa bastante lógica. En definitiva, una interpretación natural sería la consideración del grado como una formación generalista (aunque con orientación profesional) mientras el máster se ve como una formación de especialista, ya sea en investigación o superprofesionalizadora, puesto que el grado se supone que ya va a significar una formación profesionalizadora. Se pueden perfectamente aceptar excepciones a la tendencia (el caso de ciencias de la salud, por ejemplo, es especialmente claro, con perfiles como enfermería, odontología, medicina general y neurocirugía). Pero en el contexto general del EEEES, y para acabar de establecer los elementos del paisaje, parecía que el grado daba las atribuciones profesionales (al menos las generales y/o básicas) y el máster se reservaba a profundizar en la especialización, y quizás añadía algunas atribuciones profesionales más en el caso de que los estudios fueran de profesiones reguladas (como los de ingeniería). Nada impide algunas atribuciones *específicas* o casos especiales, que han dado lugar en el estado español a la denominación “máster con atribuciones”. Eso tampoco parece un gran problema, sino que más bien se asimila a aceptable/deseable pacto.

#### **Formación para la profesión, competitividad y *life-long learning***

Los dos puntos anteriores eran esencialmente político-estratégicos en un marco Europa-Universidad tomada esta última como sector. En el fondo, aun con las dificultades señaladas, puede ser relativamente fácil llegar a un consenso básico, porque se habla a un nivel generalista o abstracto, en el que todos pueden estar de acuerdo. Por poner un ejemplo coloquial, se puede hasta reconocer que una pera se parece a una manzana porque ambas son frutas de verano (sin entrar en más detalles).

A las ideas anteriores se añade una tercera que en su origen también es abstracta y, por tanto, con elevadas probabilidades de poder obtener un gran consenso. Nos estamos refiriendo a la necesidad de orientar la base y estructura de los estudios a las competencias (no solo las profesionales, sino el conjunto de capacidades, habilidades, etc. de un titulado) y a la aceptación de que las que se adquieran hoy en la Universidad precisen alguna actualización en el futuro. Quizás, como el Proceso de Bolonia propugna, las enseñanzas de grados y másteres *profesionalizadores* deberían desprenderse de elucubraciones para tener unos ejes de aprendizaje clara-

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Madrid. Foto: Pictelia.



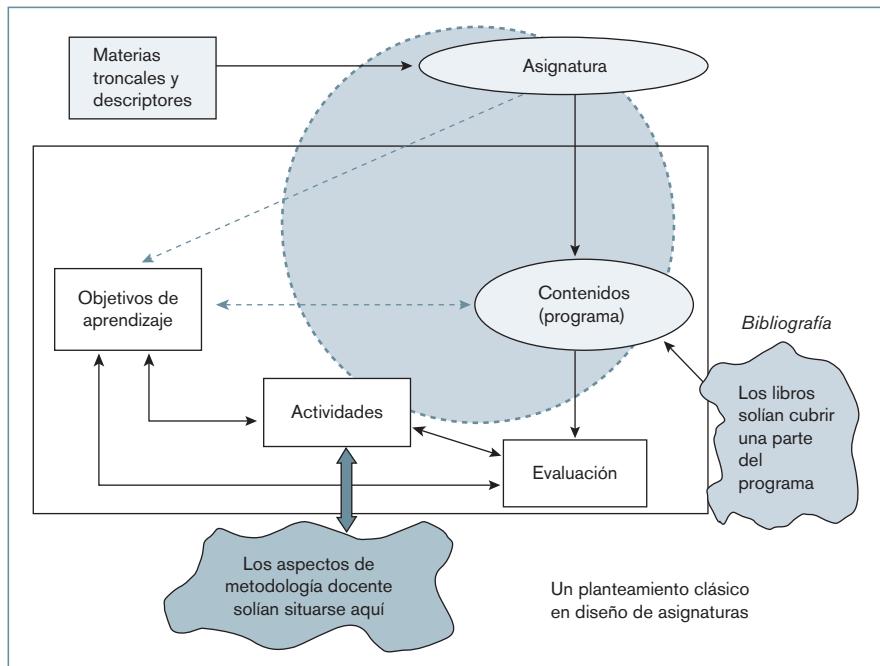


Figura 2. Forma (clásica) del diseño de una asignatura.

mente orientados a la aplicación. Parece claro que el proceso de Bolonia quería evitar que eso pasara en el nuevo marco (dejando solo para el doctorado los contenidos más sofisticados y punteros). En el ámbito de la ingeniería industrial esto parece más fácil de entender, pero fuera de este tipo de titulaciones, la idea puede encontrar mayor incomprendión o, incluso, oposición.

Por desgracia, la Universidad no es

perfecta y muchos profesores se dejan arrastrar por la tentación de explicar lo que más les gusta a ellos, o aquello de lo que más saben y les hace sentir más cómodos, en vez de explicar lo que de verdad interesa que sepan los estudiantes, como futuros profesionales. Es decir, que no siempre la energía académica se convierte en par motor orientado a lo que representa aprendizaje útil a los estudiantes, quedando como tarea pendiente

el vaciar de contenidos no útiles los temarios históricos.

De hecho, a las competencias de la profesión, centradas en los conocimientos específicos, el marco de Bolonia añade el concepto de *competencias transversales*, que son aquellas que no dependen de la especialidad, y que cualquier titulado debiera poseer. Competencias como saber localizar información relevante en poco tiempo, trabajar en equipos multidisciplinares, resolver problemas poco definidos, saber comunicarse en varios idiomas, capacidad de análisis y síntesis, correcta expresión oral y escrita, son algunos ejemplos de ese concepto. Aquí, el marco de Bolonia se limita a insinuar las dificultades que tendrá un graduado que conoce a fondo su materia pero únicamente sabe trabajar solo, o bien no entiende el idioma inglés. Lo cierto es que los conocimientos específicos han servido a la Universidad europea desde hace siglos y servirán siempre, pero, quizás hay otros conocimientos transversales que, en la sociedad actual, son tanto o más importantes.

#### Elementos técnico-pedagógicos en el EEES

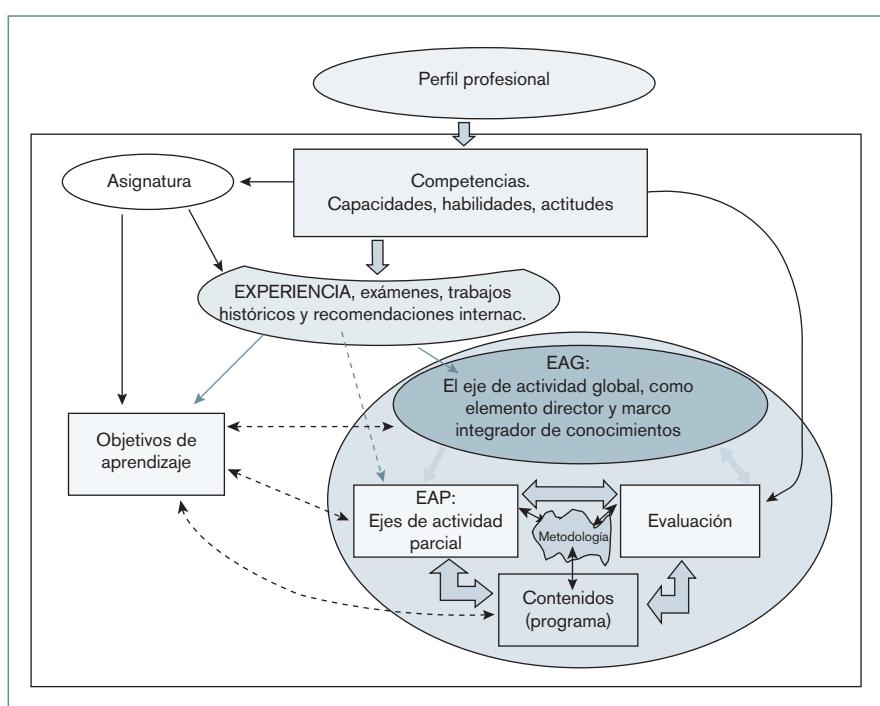
Asociados a los tres aspectos básicos anteriores (A1, A2 y A3) de carácter quizás más político-estratégico, a lo largo de la maduración del proceso de Bolonia se han incorporado otros dos aspectos que podríamos considerar de índole “técnico-pedagógica”, pero igualmente importantes ya que sin ellos el proceso no podría entenderse. En la figura 1, aparecen con las referencias B1 y B2.

#### Cambios en el paradigma docente

En el modelo clásico (hablamos de hace 40, 30 o 20 años, o incluso menos), una titulación tenía unas asignaturas y era claro intuir que el responsable de cada asignatura había tenido un modelo para hacer las cosas y que podría ser como el recogido en la figura 2. Lo habitual, no obstante, en el ejercicio docente, ha sido utilizar el modelo imitativo, con el argumento recurrente: “a mí me dieron clase así, yo doy clase igual; no salí tan mal preparado”. Este modelo viene repitiéndose desde los orígenes de la Universidad, con notables pero esporádicas excepciones.

En el nuevo paradigma docente observamos que las etapas que debe cubrir el profesor han evolucionado de forma notable. Para empezar, cualquier asignatura está en un contexto competencial. Entendemos por competencias los conocimientos específicos, las capacidades trasversales, habilidades y actitudes. Las habilidades

Figura 3. Un modelo de diseño de asignatura (y material didáctico asociado) orientado al perfil profesional.



son algo inherente a los ingenieros y un ingeniero es un técnico. También resulta claro que debe tener unas actitudes, puesto que las empresas buscan en sus empleados la flexibilidad y las ganas de aprender tanto o más que conocimientos específicos (que fácilmente quedarán obsoletos con el paso del tiempo y que, en cualquier caso, siempre se pueden adquirir).

Ahora, una asignatura no debería diseñarse a partir de un programa, sino a partir de competencias y/o subcompetencias (concreciones prácticas de los objetivos didácticos u objetivos de aprendizaje: un catálogo sobre las cosas de que debe ser capaz el estudiante).

El temario clásico se convierte entonces en una (larga) lista de objetivos formativos. He ahí el cambio que facilita la incorporación de técnicas pedagógicas y metodologías docentes, encaminadas a determinar la mejor forma en que el estudiante alcance y demuestre haber alcanzado dichos objetivos. Es de señalar que el temario era algo cómodo y útil al profesor porque era lo que explicaba a los estudiantes. Ahora, hay que centrarse en enseñar a aprender, y ello pasa por invertir el orden docente histórico. Esta tarea de cambio está pendiente en una gran cantidad de docentes universitarios y es responsabilidad de los centros impulsar que ello suceda. Cuanto antes, mejor.

Esta filosofía se puede ver en Virgós y Segura (2008), donde se plantea el aprendizaje alrededor de un eje global de actividad (objetivo final) que, a su vez, se subdivide en ejes parciales de actividad. Nótese, además, que ahora la evaluación no está aparte, sino integrada en el modelo (figura 3).

Sin demonizar para nada la histórica clase presencial en formato expositivo, el modelo de Bolonia advierte de que el estudiante aprende por diferentes vías y formatos: escuchando, estudiando, resolviendo problemas solo o en equipo, haciendo proyectos, buscando información, etc. Y señala que la clase expositiva no debe ser la única estrategia docente utilizada por el profesorado; debe diversificarse buscando el mejor vehículo para cada situación de aprendizaje, para cada objetivo formativo. Por eso, el modelo gira en torno al estudiante y no al profesor. En este contexto, el profesor se convierte para el estudiante en lo que se llama un *guide at side*. No se trata de hablar de que “la plastilina ha llegado a la Universidad” (De Carreras, 2008), lo cual no deja de ser un intento de satirizar sobre las nuevas aportaciones en la docencia. Hay miles de referencias en todos los congresos de inno-

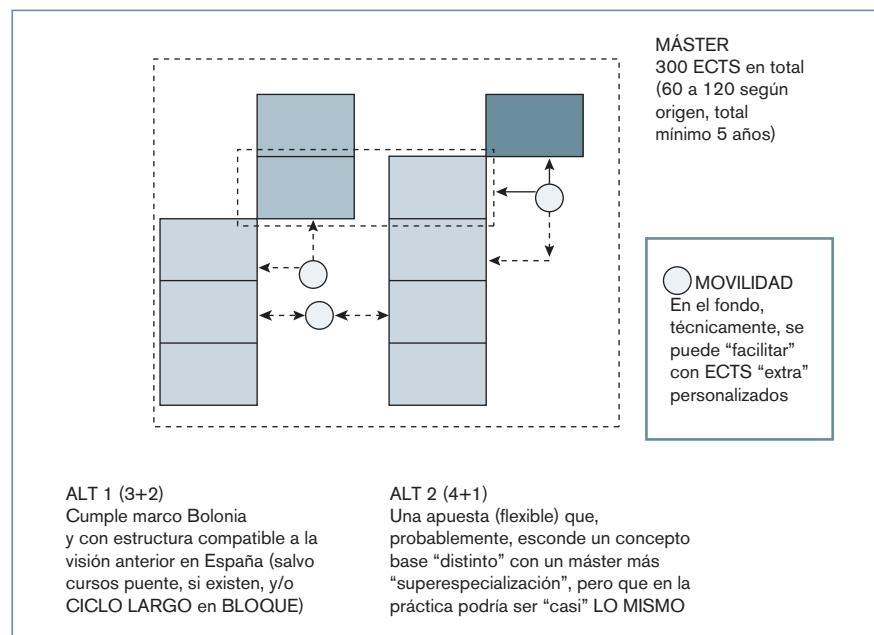


Figura 4. Posibles interpretaciones en la flexibilidad del marco de Bolonia.

vación docente de los últimos años que no tienen nada que ver con la plastilina y son ejemplos de buenas prácticas docentes (no exentas de compromiso responsable por parte del estudiante).

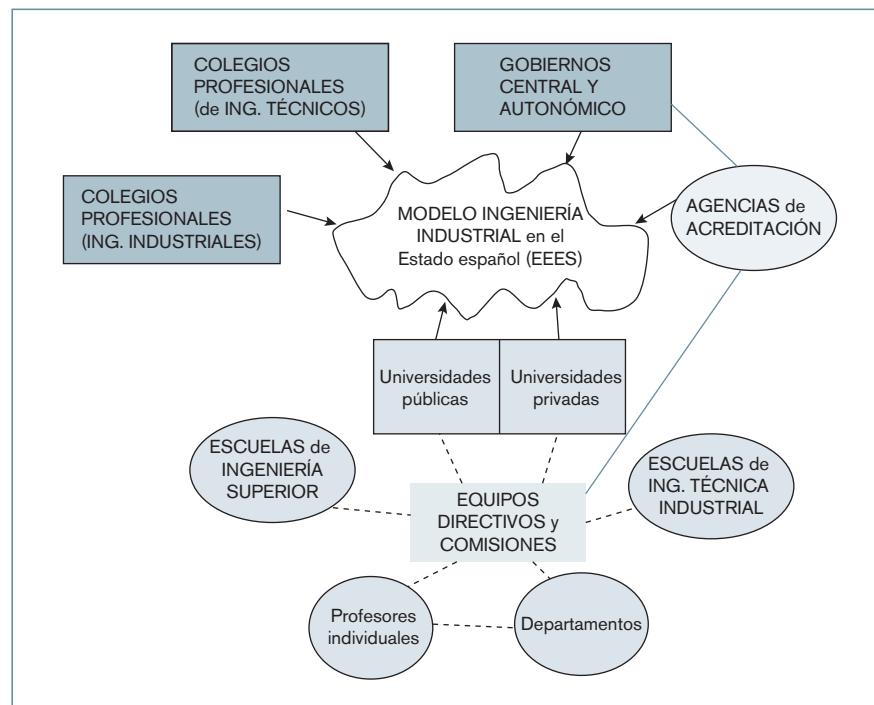
#### Mejora continua y sistema de calidad

Entendemos que todo sistema de calidad evita la arbitrariedad y la improvisación, lo que, en sí mismo, es bueno. Pero admitamos que, a menudo, incorpora inconvenientes como la rigidez de algunos pro-

tocolos (en tanto no se revisen y cambien), tener comisiones de calidad, cargos institucionales, personal administrativo, recursos materiales y virtuales, costes añadidos, etc. En este contexto, y en el fondo, se da por acertada la conocida frase que dice “¿Cree que la calidad es cara? Pues pruebe a no tenerla”.

Los sistemas de calidad eran algo que, en los planes de estudio anteriores a los de Bolonia, no solo no se consideraban necesarios, sino que se constata que las

Figura 5. El entorno de la implantación del EEES.



titulaciones que los fueron incorporando eran muy escasas y, en el mejor de los casos, se acogían a una costosa certificación ISO o establecían mecanismos de tipo EFQM (European Foundation for Quality Management) más o menos rigurosos. No obstante, el resultado es que ahora las universidades tienen expertos, y además una cierta experiencia (*expertise*) en sistemas de calidad y no les viene, por tanto, de nuevo.

Así pues, en todo plan de estudios del EEEES se piensa en un sistema de calidad orientado a asegurar un correcto y transparente desarrollo del mismo, así como una mejora continua del plan de estudios en cuanto a su contenido y ejecución. La idea básica parte de una rueda PDCA (*Plan-do-check-act*) que posibilite, una vez planificado, la mejora continua del plan de estudios, llevarlo a cabo, analizar resultados y procedimientos y posteriormente corregirlos para, de esta forma, mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, de forma permanente: la rueda de Deming adaptada a la Universidad (Virgos, 1994).

Adicionalmente, se han creado agencias independientes de los Gobiernos y de las Universidades que serán los garantes de que dichos procesos estén diseñados de acuerdo a normas comúnmente aceptadas, acreditando las universidades y facultándolas a seguir impartiendo sus estudios periódicamente, cada vez que sean revisadas.

Es la primera vez que se interviene y se pretende controlar el funcionamiento de las universidades, algo nuevo que aparece en Europa como consecuencia del Proceso de Bolonia.

## Interpretación del modelo de Bolonia en España

### Alternativas de partida

Ya se ha enunciado brevemente que el marco del EEEES preveía dos alternativas para alcanzar los 300 ECTS que conducen al máster. Si se analiza el contenido de la figura 4 se ve la alternativa 1 (180 + 120 ECTS, o 3 + 2 años) y la alternativa 2 (240 + 60 ECTS, o 4 + 1 años).

La solución (3 + 2) fue la mayoritaria en Europa y era la más similar a la ya existente, en ese momento, en España. Así pues, no dejaron de existir ponencias en los congresos del tema que comentaban (en aquel momento con sentido absolutamente irónico, es evidente), que adaptarse a Bolonia era muy fácil, y que era suficiente con mantener el plan de estudios vigente dividiendo los créditos anteriores entre 1,25 para obtener los ECTS equivalentes (antes 75 créditos/año, ahora 60 ECTS/año). Hoy día,

ya mucho más en serio, no falta quien empieza a preguntarse si esa no habría sido una buena solución (que, de hecho, resolvía los aspectos A1 y A2), conseguir a corto plazo ese punto de convergencia e ir incorporando el resto de conceptos (A3 + B1 + B2) sin tanta urgencia (comenzando por B1), evitando errores potenciales derivados de decisiones tomadas con prisas y sin recursos económicos.

### Entes implicados

Al plantearse el problema de forma integral, aparecen muchos entes a los que afecta el proceso global del cambio abordado (figura 5) y que, legítimamente, desean opinar: las Universidades, los colegios profesionales (en el caso de ingeniería industrial, el de ingeniería técnica y el de ingeniería superior), los Gobiernos (central y autonómico) y, en algún lugar, los propios profesores (algunos agrupados en equipos directivos de centros y/o de departamentos), con sus opiniones diversas (y sus intereses personales, está claro). Y en medio de todo este mosaico, la agencia acreditadora nacional, la ANECA, y las agencias territoriales (en el caso de aquellas comunidades autónomas que las tienen), intentando poner paz publicando libros blancos a partir de los que no se conseguía del todo el consenso.

### Estructura del nuevo grado

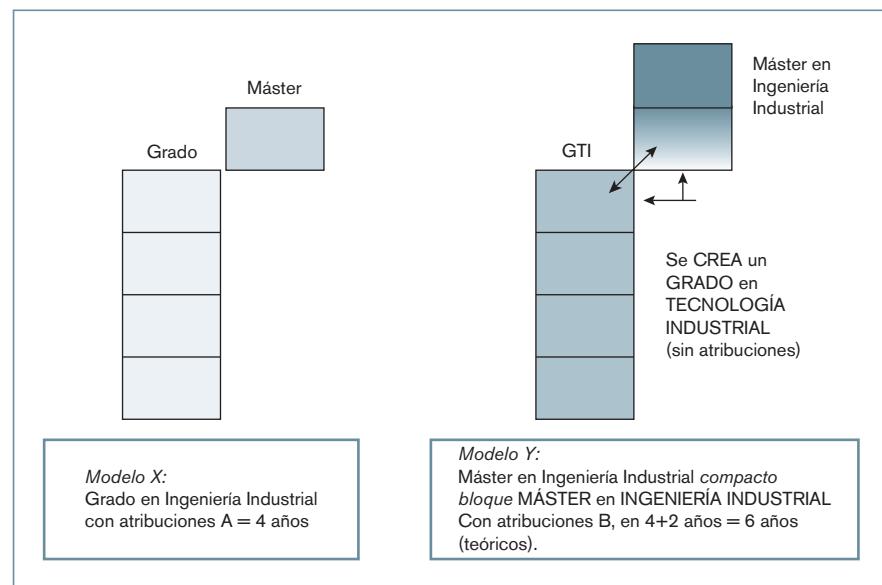
Tras uno de los libros blancos de ANECA, las clásicas escuelas de ingeniería técnica industrial eligieron, no sin cierta polémica y votos particulares, un modelo de grado de cuatro años, con un total de 240 ECTS (figura 6, bloque izquierdo), a partir del

que, en teoría, según el modelo Bolonia se podría acceder a un máster con 1 año adicional (60 ECTS), aunque la mayoría de dichas escuelas públicas, derivadas de la antigua ingeniería técnica, no lo ofrecen por falta de recursos. Otra cosa son los centros privados que han pasado de 3 + 2 a 4 + 1 (con ciertos matices). Es de resaltar que varias universidades españolas han fundido (o refundado) en una sola escuela las de ingeniería técnica y superior. Ello ha implicado no pocos problemas internos, reestructuraciones y recolocación de personal directivo, pero la fusión es una respuesta natural y lógica a la globalización, cuya senda está más que marcada.

Aparentemente, este planteamiento (4 + 1) contentó al Colegio Profesional de Ingeniería Técnica, al ver crecer en años de estudio su nuevo título equivalente (con las mismas atribuciones profesionales), y también a las escuelas y sus profesores, que, en teoría, verían incrementar sus horas de dedicación (cosa, en realidad más que dudosa, porque los nuevos planes de estudio se han generado desde nuevos equilibrios de poder, lo que implica una reordenación y redistribución de asignaturas).

Uno de los argumentos para la opción de cuatro años en lugar de tres no era solo una mejor formación, ni siquiera una postura de superación, sino que se argumentaba (desde varias fuentes) que los estudios anteriores de ingeniería técnica ya costaban de promedio mucho más de cuatro años a un estudiante medio. Por tanto, la nueva solución se ajusta más a la realidad. Solo faltaría matizar que una cosa es la estructura del plan de estudios y otra el itinerario de su seguimiento,

Figura 6. Resultado de la propuesta para ingeniería industrial.



por lo que ese razonamiento parece tener, también, alguna grieta. Un grave problema es que, en la mayoría de ocasiones, se ha pedido hacer el cambio (de tres a cuatro años) a coste (de profesores y de recursos económicos) cero. Si se consideran cuatro años los 240 ECTS, esto representa  $240 \times 25 = 6.000$  h/estudiante, y su 40% de horas presenciales son 2.400 horas de profesor (cercanas a las anteriores 2.250 iniciales).

Sin embargo, estos números son falsos, puesto que la calidad que Bolonia lleva es que los grupos de teoría sean más reducidos y que las horas del trabajo individual del estudiante estén pautadas. De lo cual se deduce que o los profesores trabajan más horas, o los grupos son más grandes; de lo contrario, los números no salen y, en consecuencia, no se cumple la planificación, o, dicho de otra manera, las cosas no se hacen bien. Así, la mejora de calidad que pretendía Bolonia se ve profundamente condicionada por la falta de recursos. Ya hubo en su momento voces que advirtieron que los tres pilares del EEES deberían haber sido cuatro: los ECTS, el currículo (grados, máster, etcétera), la calidad y el coste. ¿Quién deberá hacer el esfuerzo extra? Los profesores. ¿Todos los profesores? Es una afirmación que genera razonables dudas.

#### **Departamentos, profesores y plan de estudios**

Nadie puede discutir la vocación y entrega de los profesores. Si se compara el absentismo laboral de la Universidad con la media laboral en España, seguramente se llegaría a la conclusión de que se ha equivocado en algo. El absentismo en la universidad es insignificante. Ahora bien, los profesores, además de trabajadores, también son humanos y piensan (se puede afirmar que honestamente) que su asignatura es la más importante de la carrera y tienen tendencia a explicar lo que saben, dominan y/o lo que les gusta. Además, en una escuela, unos departamentos tienen más influencia que otros, y el equipo directivo tiene mucho peso. Hace poco un buen profesor de nuestra escuela decía: "yo que no tengo el mismo título que el que se expide donde imparto clase y, además, en mi vida he pisado una empresa, ¿cómo voy a decir yo lo que debe saber un ingeniero?". Hay respuestas prácticas a esa pregunta (Valero y Navarro, 2001), pero creemos que no se han aplicado a la planificación del EEES, y los planes de estudios se han acabado convirtiendo, en muchos casos, en una guerra de influencias para llegar a un nuevo "pacto del pollo" (como dijo el pro-

fesor Blesa en una mesa redonda en JENUI 1998).

La conclusión es muy clara: los planes de estudios de una escuela no deberían hacerlos los profesores de esa escuela que van a impartir esas enseñanzas (al menos no ellos solos). Aparece la necesidad de lo que en una empresa probablemente se llamaría un *product manager*. Una institución como ANECA puede supervisar, pero hace falta alguien más cercano. Y, desde luego, ese *product manager* ha de ser un titulado en el tema.

#### **¿Y las escuelas de ingenieros superiores clásicas?**

Por su lado, las escuelas de ingenieros superiores parecen que han decidido jugar la carta del prestigio y apuestan por lo que en el clásico modelo de Porter sería una estrategia de "diferenciación" y deciden presentar una solución de bloque o integrada (de la cual ya existían ejemplos en el marco anterior) y optar por una solución a lo grande école francesa ("Ah, mon ami, les grandes écoles, ça c'est une autre chose", pudimos oír hace muchos años a un profesor universitario francés), salvando todas las distancias.

De este modo, se decide diseñar un grado sin atribuciones profesionales que se denomina grado en Tecnología Industrial, que se ve como la mejor base para llegar a ser ingeniero industrial. Este grado, iría seguido de dos años más de un máster que daría paso a las atribuciones del antiguo ingeniero industrial. Una solución "valiente". Aparece el modelo de 4 + 2 (seguramente un 3 + x + 1 en la práctica, para poder competir). ¿Continuismo y/o intento estratégico de diferenciación? Sin duda. Y además, perfectamente legítimo. ¿Además razonable? El tiempo lo dirá. Se puede ver una interesante multintrevista al respecto (*Fulls del Enginyers*, 2010).

En una entrevista a Joan Majó (Garriga, 2008), siendo este director general de Universidades de la Generalitat de Cataluña, se le preguntaba sobre si la lógica sería que el actual ingeniero de grado se correspondiera con el anterior ingeniero técnico y el máster con el ingeniero industrial, y respondía que sí, pero añadía con realismo: "esto se había planteado como una guerra, cuando debería haberse visto como una oportunidad". En esa misma entrevista se le preguntaba: "¿Qué le pide (como ingeniero industrial) al colegio del futuro?". Y contestaba que, aparte de ser una agrupación profesional (realizando funciones de reflexión y observatorio de futuro), le pedía (más bien afirmaba) que se tendría que adaptar a la legislación aplicable en el marco de la UE.

Lo que suceda en este punto y su relación con la legislación de servicios profesionales afectará, sin duda, a una Bolonia versión 2.0. Pero ya no se partirá de cero. Y esto sería objeto de otro artículo.

#### **Conclusiones**

A modo de conclusión general, cabe responder a las dos preguntas formuladas en el resumen.

1. ¿Se podría haber implantado el EEES en España de otra manera? Sí, claro. Es de esperar que la incorporación de sistemas internos de calidad, con supervisión externa, producirá mejoras en el conjunto del sistema. Pero la calidad cuesta dinero. Y no lo ha habido ni lo hay. Por tanto, quizás, el EEES que tenemos sea el único que podemos tener.

2. El cambio que ha supuesto el EEES, ¿es mejor o peor que lo que había antes? La respuesta es que depende del aspecto considerado y de a quién afecte.

- Para el estudiante (futuro profesional) parece que es peor porque antes nadie controlaba lo que tenía que hacer en sus horas de estudio. Ahora se le especifica (en teoría) qué debe hacer cada hora de cada ECTS y debe trabajar más para tener, prácticamente, el mismo título al final.

- Para la movilidad y las atribuciones profesionales, la falta de uniformidad europea en los títulos supone una seria amenaza para los titulados, tanto en movilidad como en atribuciones profesionales legales, a lo que hay que añadir la Ley Ómnibus. Antes del cambio, no obstante, esto ya existía, luego no es consecuencia del EEES. Pero la marca Europa está en proceso y, posiblemente, se acabe alcanzando.

- Para el profesorado es una oportunidad (aunque hay quien lo percibe como una amenaza, por ejemplo si su departamento pierde peso, y hasta como una debilidad) para adoptar cambios metodológicos y de contenidos (aunque con o sin EEES, estos cambios se habrían manifestado como imprescindibles).

- Para la Universidad es también una oportunidad que puede aprovechar estableciendo un programa de acciones específicas y reorientando sus estrategias anteriores. Es posible, en muchos casos, acercar más la realidad a los contenidos de los planes de estudio. Es clave la concienciación y formación del profesorado para enfrentarse con eficacia al cambio. Pero convendría que no olvidara que detrás de todo el cambio hay una causa de globalización y tarde o temprano deberá admitirlo con una reestructuración real.



Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona. Foto: Pictelia.

Además, es posible anotar otras conclusiones:

– La idea era buena conceptual y técnicamente, pero las presiones y los intereses particulares la han destruido en gran parte llegando a una situación en que casi todo el mundo parece que haya pretendido que no cambiase casi nada en lo estratégico ni operativo.

– Un residuo positivo puede encontrarse en la transparencia del conjunto del sistema universitario y el cambio en el paradigma docente (aunque hay notables excepciones y discrepancias).

– Bolonia interesa solo a unos pocos, pero cada día a más. La mayoría de profesores, no obstante, están interesados, sobre todo, en mantener su asignatura y en luchar por sus prerrogativas profesionales.

– La mejora de calidad que pretendía Bolonia se ha visto profundamente condicionada por la falta de recursos y, en tiempos de crisis, más. No ha sido el mejor momento para un cambio que es difícil de entender a coste cero sin cambios estratégicos. Debe recordarse la frase anteriormente citada: “¿Qué la calidad es cara? Prueben a no tenerla”.

Estas conclusiones no deben interpretarse negativamente, pero sin duda el Proceso de Bolonia debe dar más de sí para significar el cambio que pretende. Además, la crisis que en este momento impera en todos los estamentos de nuestra sociedad ha terminado de frenar el proceso, en el que queda sin duda aún mucho camino por recorrer. Posiblemente, dentro de unos años este mismo artículo se podrá volver a escribir con buena parte del proceso andado e interpretándolo como una oportunidad real para todos, y con una gran mayoría de conclusiones positivas.

#### Bibliografía

- BOE (2009). Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio (Ley Ómnibus). Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2009/12/23/pdfs/BOEA-2009-20725.pdf> (Consultado el 2 de abril de 2011).
- De Carreras, Francesc (2008). *La plastilina ha llegado a la Universidad*. La Vanguardia, 29 de mayo de 2008. Disponible en: <http://reggio.wordpress.com/2008/05/29/plastilina-en-la-Universidad-de-francesc-de-carreras-en-la-vanguardia/>
- Declaración de Bolonia (1999). Disponible en: <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bolo>

gna/about/how\_it\_works.htm#Ministerial\_Conferences (Consultado el 2 de abril de 2011).

Fulls dels Enginyers (2010). *El nou camí per ser enginyer o enginyera industrial. 10 dubtes i consideracions*. Fulls dels Enginyers, 266:49-52.

Garriga, Jordi (2008). Entrevista a Joan Majó Roca, director general de Universidades de la Generalitat de Cataluña en Fulls dels Enginyers (revista del Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya), 257: 4-8.

Valero Miguel, Navarro Juan José (2001). Niveles de competencia de los objetivos formativos en las ingenierías. Libro de actas VII Jornadas de la enseñanza universitaria de la informática JENUI 2001. Palma de Mallorca, julio 2001. p. 149-154.

Virgos Bel, Ferran (1994). La Función TSI en las organizaciones: una evaluación formativa para detección de gaps críticos. Actas de JENUI 1994.

Virgos Ferran, Segura Joan (2008). Fundamentos de Informática en el marco del espacio europeo de enseñanza superior. Mc Graw-Hill.

---

#### Ferran Virgós Bel

ferran.virgos@upc.edu

Doctor ingeniero industrial. Catedrático de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB, UPC).

---

#### Joan Domingo Peña

joan.domingo@upc.edu

Ingeniero técnico industrial y doctor en Ingeniería Electrónica. Profesor titular de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB, UPC).



## Un sector que responde: ciencia e industria en acción.

La cita de referencia del sector químico en el sur de Europa, se transforma en el punto de encuentro a nivel internacional que impulsa y dota de valor al sector.

En esta nueva edición, **EXPOQUIMIA** concentrará los congresos y actividades paralelas clave del mundo científico, contará con zonas personalizadas diseñadas para atender a cada uno de los mercados más importantes: **COMPOSITECH**, **LAB&BIO** y así dar cabida a todas las iniciativas sectoriales.

Porque aquí es donde miles de profesionales comparten la química del mañana.



**Fira Barcelona**

**Recinto Gran Vía  
14-18 Noviembre 2011**



**EXPOQUIMIA**  
Salón Internacional de la Química

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

Aerolínea Oficial:



**Spanair**  
A STAR ALLIANCE MEMBER

# Cálculo de la producción anual de una instalación fotovoltaica en cubierta

Manuel Burrel Mur

*Calculation of the annual productivity of a deck mounted photovoltaic system*

## RESUMEN

Este artículo trata de dar una herramienta efectiva para poder calcular de forma clara y que se asemeje lo más posible a la realidad la producción de una instalación fotovoltaica conectada a red instalada en cubierta. De este modo, se podrá verificar la cantidad de energía evacuada a la red con el correspondiente ingreso por parte de la compañía según la tarifa asignada. Asimismo, se sientan las bases de los factores más influyentes en el rendimiento de una instalación y la forma de calcular ese rendimiento global.

Dado que nuestra sociedad se encuentra en la fase de incertidumbre a la hora de invertir, con el cálculo de la rentabilidad de la instalación se podrá apreciar de manera clara el plazo de amortización de una instalación, que con las actuales tarifas está en torno a los ocho años. En caso de que las primas se redujeran hasta tal punto que la venta de energía se equiparara a la compra, la amortización aumentaría en años pero la rentabilidad de estas instalaciones seguiría siendo positiva.

En este estudio se usan las tablas y coeficientes que publica el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) en su página web para homogeneizar los criterios lo máximo posible.

Recibido: 28 de enero de 2011

Aceptado: 11 de marzo de 2011

## ABSTRACT

*This article aims to provide an effective tool for the calculation of the productivity, in as clear and realistic a manner as possible, of a deck-mounted grid-connected photovoltaic system. This permits verification of the amount of energy delivered to the grid with the corresponding payment by the company at the stipulated rate. It also establishes the most influential factors in the performance of an installation and the means for calculation of the overall performance.*

*Since our society is in a phase of uncertainty as far as investing is concerned, the calculation of the profitability of the installation would permit the amortization period of such an installation to be clearly seen, which, at current prices is around eight years. If the premiums are reduced to such an extent that the sale of energy is equated to the purchase, the amortization period would increase but the profitability of these installations would remain positive.*

*In this study we used the tables and factors published by the Institute for Diversification and Saving of Energy (IDAE) on its website to standardise the criteria to the greatest possible extent.*

Received: January 28, 2011

Accepted: March 11, 2011

## Palabras clave

Energía solar fotovoltaica, energía, electricidad, cálculos, tarifas

## Keywords

Photovoltaic solar energy, energy, electricity, calculations, rates



Foto: Shutterstock

Hoy en día las instalaciones fotovoltaicas están en el punto de mira del Gobierno, ya que con la nueva legislación que se ha preparado, se ha producido una bajada importante de tarifas de producción y de horas totales de producción anual.

En el actual marco, las fotovoltaicas han llegado por fin a un acuerdo en cuanto a la nueva legislación que marcará el camino que seguir a partir de ahora.

En la nueva legislación tanto el RD Ley 14/2010 como el RD 1565/2010 aplican nuevas modificaciones que, básicamente, son cambios que se aplican a la anterior legislación, y los más significativos son:

– Rebaja de tarifas asignadas:

- Instalación en cubierta con potencia < 20 kWn : -5%.
- Instalación en cubierta con potencia > 20 kWn : -25%.
- Instalación en suelo: -44,8%.

– Presentación de documentos:

- Para instalaciones en cubierta con potencia < 20kWn, no se necesita presentar la licencia de obras, aunque eso no quiere decir que no se deba pedir. Con esta modificación se consigue ganar algo de tiempo en trámites.

– Rebaja del número total de horas anuales:

- Se rebaja el número de horas máximas por kwn, según ubicación en la Península y el tipo de instalación. Por tanto, la producción anual queda restringida a una producción máxima, penalizando a las instalaciones con un sobredimensionado excesivo en vatios pico.

– Otros:

- Para instalaciones en cubierta, la potencia contratada para el consumo del propio edificio debe ser al menos el 25% de la potencia fotovoltaica nominal que instalar.

La lectura que se obtiene de estas modificaciones es que las instalaciones en cubierta, con potencia menor a 20 kWn,

van a ser y son las más beneficiadas frente a las *grandes cubiertas* y a las instaladas en suelo.

La sociedad no se atreve a invertir en fotovoltaica por todas estas razones. Sin embargo, lo que no sabe apreciar la gente es que paralelamente a la bajada de tarifas, continuamente le precede una bajada de material, con lo que el periodo de amortización de una instalación de hasta 20 kWn, con una inversión del 20% puede situarse en torno a ocho años. A continuación, se realiza una simulación de esta amortización.

Los datos más destacados son los siguientes:

- Potencia pico de instalación: 21.315 Wp (20 kWn).
- Coste de la instalación sin IVA: 72.471 euros.
- Pagado con medios propios (20%): 14.494 euros.
- Total por financiar: 57.977 euros.

Gastos:

- Cuota anual del préstamo (12 años): 6.039 euros.
- Costes anuales varios (seguro, etcétera): 500 euros.
- Costes de representación: 46 €/año.
- Gastos de apertura del primer año: 348 euros.

Ingresos:

- Producción anual estimada con tarifa 0,2966 €/kWh: 8.850 euros.

En las figuras 1 y 2 se observa como la recta del volumen de caja se iguala a la cantidad restante de financiación en torno a ocho años, con lo que se puede anular dicha deuda y quedar la instalación por completo en propiedad.

En el caso de que se llegara al extremo de vender la producción a precio de compra, con las tarifas actuales de la suministradora, seguirían siendo rentables las fotovoltaicas, simplemente haciendo que este periodo alcance cerca de 16 años de amortización (figura 3), pero al final del ciclo seguiría existiendo un balance positivo de inversión:

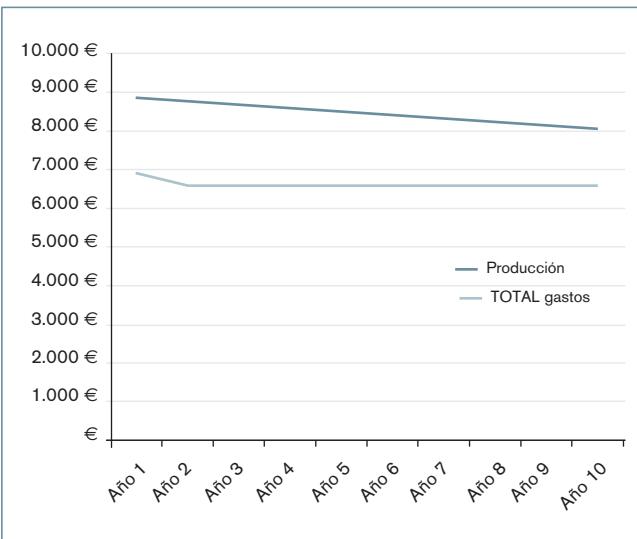


Figura 1. Balance de costes de producción y gastos totales.

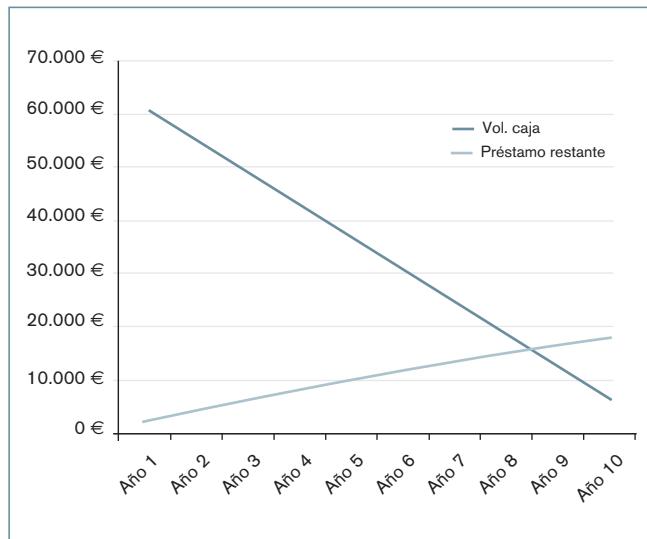


Figura 2. Balance del pasivo financiado y el activo en caja.

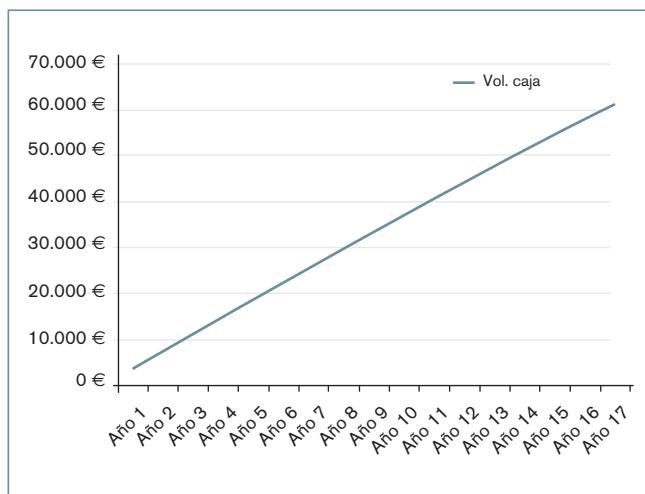


Figura 3. Amortización en condiciones de mínima rentabilidad.

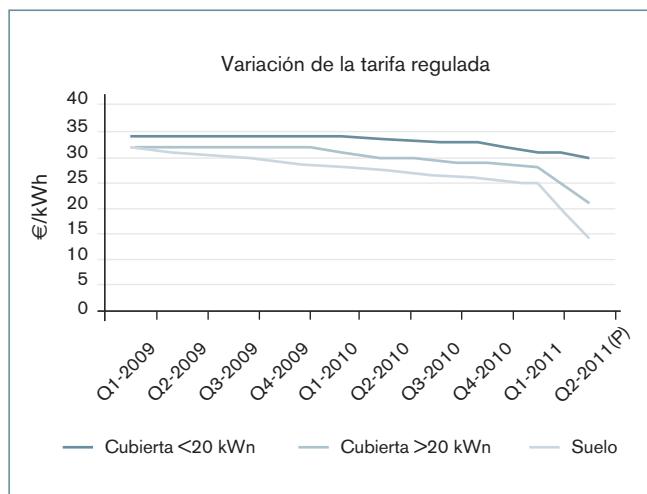


Figura 4. Evolución de la prima en convocatorias recientes.

- Coste de la instalación sin IVA: 72.471 euros.
- Pagado con medios propios (20%): 14.494 euros.
- Total por financiar: 57.977 euros.

En la figura 4 se aprecia la evolución de la prima en las distintas convocatorias desde 2009.

El presente estudio trata de apreciar claramente y de una forma lo más real posible la producción de una instalación fotovoltaica, teniendo en cuenta numerosos factores y variables que hacen que esa producción pueda descender. En el caso de las pérdidas, la estrategia es determinarlas y acotarlas al máximo, para evitar sorpresas desagradables al facturar la producción de un mes.

Todos estos factores dependen de la ubicación o latitud de la instalación, de la colocación de los paneles, de la calidad de los materiales instalados, del diseño eléctrico de la instalación y del mantenimiento preventivo que se le vaya a dar.

Se estudiarán las siguientes variables:

- Cálculo de la irradiancia e irradiancia media.
- Cálculo de la inclinación y pérdidas por orientación.
- Pérdidas o *performance ratio*.

En todos los apartados se realizará una explicación teórico-práctica para que se aprecie de una manera más clara el método de cálculo.

## Irradiación del lugar e irradiancia media

La irradiación de un lugar se define como la cantidad de energía que emite el sol en un día en 1 metro cuadrado de superficie de forma horizontal. En cuanto a la irradiancia útil, es la cantidad de potencia emitida por el sol en 1 metro cuadrado, estos dos factores son los que, en principio, nos diferenciarán las zonas de mayor producción de las de menor.

Debemos intentar que estos dos factores los escojamos con valores máximos.

En la tabla 1 se adjunta la información facilitada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), que asigna radiación por provincias.

Para el caso del ejemplo utilizaremos los valores de la provincia de Huesca, relacionados en la tabla 2.

## Inclinación y orientación de paneles

### Inclinación

Según baremos del IDAE, la inclinación óptima de los paneles viene dada por su latitud, que puede variar en cada uno de ellos si la inclinación óptima es de 30° o 25°. Para ello, el IDAE facilita unas equivalencias como la de la tabla 3 en la que se observa una serie de valores divididos por latitudes. Dentro de cada latitud existen unos coeficientes de ganancia, dividi-

Localidad	Latitud °	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
		Radiación (kWh/m <sup>2</sup> día)				
ÁLAVA	42,5	1,27788	1,91682	3,11136	3,61114	4,11144
ALBACETE	39	1,86126	2,9169	4,167	5,33376	5,88936
BARCELONA	41,2	1,8057	2,6391	3,58362	4,47258	5,16708
BURGOS	42,2	1,41678	2,19462	3,44472	4,4448	5,19486
CÁCERES	39,3	1,88904	2,778	4,08366	5,44488	6,13938
HUESCA	42,1	1,69458	2,66688	3,97254	5,19486	5,63934
Intensidad media útil w/m <sup>2</sup>						
ÁLAVA	42,5	151	200	326	357	406
ALBACETE	39	220	306	434	528	584
BARCELONA	41,2	211	276	375	441	511
BURGOS	42,2	165	228	361	440	514
CÁCERES	39,3	223	291	427	538	606
HUESCA	42,1	199	280	416	514	558

Tabla 1. Radiación para cada provincia según datos del IDAE.

Mes	Irradiación	Irradiancia media
Enero	1,69	178
Febrero	2,67	231
Marzo	3,97	330
Abril	5,19	340
Mayo	5,64	422
Junio	6,14	446
Julio	6,42	477
Agosto	5,81	420
Septiembre	4,69	402
Octubre	3,14	315
Noviembre	2	209
Diciembre	1,81	179

Tabla 2. Datos correspondientes a Huesca (latitud 42,1°).

dos entre meses, que ha valorado el IDAE conforme a cada inclinación.

En este caso se ilustran 42° de latitud.

Para saber qué inclinación es la óptima se debe multiplicar el coeficiente de cada mes con la radiación en esa provincia ese mismo mes y así con el resto de meses, donde al final se realizará la suma total anual y así verificar qué inclinación es la que más valor proporciona, puesto que será la que más producción dé al cabo del año.

La siguiente fórmula indica la radiación diaria media para esa inclinación:

$$\text{Radiación diaria media} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} * \text{día} \right] =$$

$$= (\text{Coef. inclinación IDAE}) \times (\text{Radiación horizontal provincia})$$

Datos: Huesca (inclinación óptima 30°)

Enero: (1,36) x (1,69 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 2,30

Febrero: (1,28) x (2,67 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 3,41

Marzo: (1,19) x (3,97 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 4,72  
 Abril: (1,09) x (5,19 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 5,65  
 Mayo: (1,02) x (5,64 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 5,75  
 Junio: (1,00) x (6,14 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 6,14  
 Julio: (1,02) x (6,42 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 6,54  
 Agosto: (1,10) x (5,81 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 6,39  
 Septiembre: (1,23) x (4,69 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 5,76  
 Octubre: (1,37) x (3,14 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 4,30  
 Noviembre: (1,46) x (2,00 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 2,92  
 Junio: (1,44) x (1,81 kWh/m<sup>2</sup>\*día) = 2,60

Tabla 3. Inclinación de los paneles según la latitud (IDAE).

LATITUD = 42°					
Inclinación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
0	1	1	1	1	1
5	1,08	1,06	1,05	1,03	1,02
10	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04
15	1,21	1,17	1,13	1,08	1,04
20	1,27	1,21	1,15	1,09	1,04
25	1,32	1,25	1,17	1,09	1,04
30	1,36	1,28	1,19	1,09	1,02
35	1,39	1,3	1,19	1,08	1
40	1,42	1,31	1,19	1,06	0,97
45	1,43	1,32	1,18	1,04	0,94
50	1,44	1,31	1,16	1	0,89
55	1,44	1,3	1,13	0,97	0,85
60	1,43	1,28	1,1	0,92	0,79
65	1,41	1,25	1,06	0,87	0,74
70	1,38	1,21	1,01	0,81	0,67
75	1,35	1,17	0,96	0,75	0,6
80	1,3	1,12	0,9	0,68	0,53
85	1,25	1,06	0,83	0,61	0,46
90	1,19	1	0,76	0,54	0,38

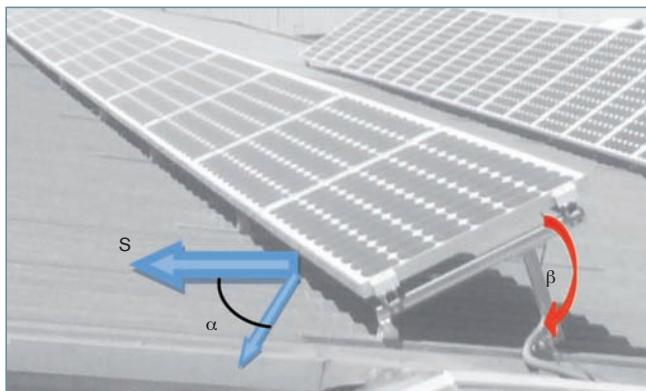


Figura 5. Orientación óptima de los paneles.

### Orientación

Una vez determinada la inclinación del panel, la orientación óptima con respecto al sol (figura 5) es hacia el sur, ya que es el eje central desde el cual gira el sol, iniciándose en el Este y oculándose en el Oeste.

Cabe decir que el factor de la orientación no penaliza tanto, ya que hasta en una orientación de  $\pm 15^\circ$  con respecto al Sur, las pérdidas son casi despreciables o no llegan al 1%. Estas pérdidas vienen dadas por la siguiente expresión [A]:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \cdot \left[ 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \alpha^2 \right] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \cdot \left[ 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2 \right] \text{ para } \beta \leq 15^\circ$$

Donde  $\phi$  es la Latitud de la ubicación.

Datos:

- Inclinación:  $30^\circ$
- Orientación:  $0^\circ$
- Latitud:  $42,1^\circ$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \cdot \left[ 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 42,1 + 10)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \alpha^2 \right] = 0,05\%$$

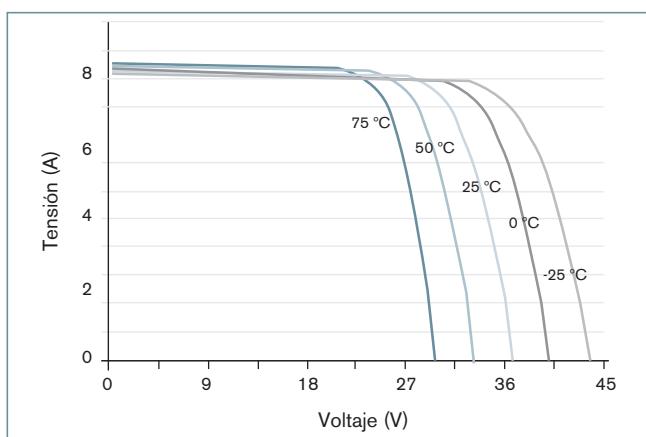
### Pérdidas en equipos de la instalación

En cuanto a cuantificar las pérdidas por los equipos de la instalación se tendrán en cuenta: módulos fotovoltaicos, inversor, cableado, suciedad y otro tipo de pérdidas de menor importancia.

### Módulos fotovoltaicos

El factor que puede variar en mayor o menor grado la eficiencia de estos elementos, sin duda, es la temperatura

Figura 6. Relación entre temperatura, tensión e intensidad eléctrica en los paneles.



ambiente. En la gráfica de la figura 6 se observa cómo una variación de temperatura modifica directamente la tensión de los paneles y, en consecuencia, disminuye su punto de máxima potencia, su rendimiento empieza a disminuir y puede llegar a bajar hasta el 10% de su rendimiento nominal, y una vez superados los  $75^\circ\text{C}$  el dispositivo deja de funcionar como medida autoprotectora.

El rendimiento de los paneles se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\eta_{\text{temp}} = \frac{(\eta \text{ módulo}) \times (\text{°C célula}) - 25^\circ\text{C}}{100}$$

Siendo:

$$T_{\text{célula}} = Tamb + (Tonc - 20) \times \left( \frac{E}{800} \right)$$

Tamb = Temperatura ambiente media del lugar

E = Irradiancia media útil ( $\text{W/m}^2$ )

Tonc = Temperatura operación nominal del módulo (dato de fabricante)

Datos:

- $\eta$  modulo:  $-0,45\%/\text{°C}$
- Tamb: datos del IDAE
- Tonc: datos del fabricante
- E: datos del IDAE

$$\text{Enero} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(13,22 - 25)}{100} \right] = 1,05$$

$$\text{Febrero} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(16,75 - 25)}{100} \right] = 1,05$$

$$\text{Marzo} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(25 - 25)}{100} \right] = 1,00$$

$$\text{Abril} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(31,06 - 25)}{100} \right] = 0,97$$

$$\text{Mayo} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(35,44 - 25)}{100} \right] = 0,95$$

$$\text{Junio} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(40,94 - 25)}{100} \right] = 0,93$$

$$\text{Julio} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(44,84 - 25)}{100} \right] = 0,91$$

$$\text{Agosto} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(42,91 - 25)}{100} \right] = 0,92$$

$$\text{Septiembre} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(36,34 - 25)}{100} \right] = 0,95$$

$$\text{Octubre} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(26,22 - 25)}{100} \right] = 0,99$$

$$\text{Noviembre} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(18,38 - 25)}{100} \right] = 1,02$$

$$\text{Diciembre} = 1 + \left[ (-0,43) \times \frac{(12,56 - 25)}{100} \right] = 1,05$$

### Inversor

En cuanto al rendimiento de los inversores, viene dado en la hoja de características del fabricante. *Datos: - $\eta$  inversor de 20kW: 94,8%.*

### Cableado en corriente continua y corriente alterna

Para poder calcular el porcentaje de pérdidas por cableado, debemos realizar un cálculo eléctrico con previsiones de distancias y potencias, de modo que se pueda obtener un número real. En este caso, la normativa nos “invita” a no tener más de un 1,5% de caída de tensión en el cableado en corriente continua y el 2% en corriente alterna, se deberá elegir la sección de modo que el cable resista la intensidad máxima calculada. Sabiendo la corriente que circula por el cableado, su longitud de tramo y sus características, se calcula la sección para que no supere los valores de caída de tensión que indica el reglamento. Fórmulas utilizadas en corrientes continua y alterna:

$$CC = \frac{2 \times (\text{Resistividad } \Omega \times \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}) \times \text{Longitud} \times \text{Intensidad} \times \cos \phi}{\text{Caída de Tensión Máx. (V)}}$$

$$CA \text{ (trifásica)} = \frac{\sqrt{3} \times (\text{Resistividad } \Omega \times \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}) \times \text{Longitud} \times \text{Intensidad} \times \cos \phi}{\text{Caída de Tensión Máx. (V)}}$$

### Sombras

Para poder verificar el porcentaje de pérdidas provenientes del sombreado, en primer lugar se debe observar visualmente que la zona de colocación de paneles está libre de obstáculos que impidan en determinadas horas que la luz solar incida sobre ellos (figura 7). Una vez decidida la ubicación de los módulos, la forma de calcular el porcentaje de pérdidas por sombras es el habitual del procedimiento en el CTE HE-4.

Para poder verificar los puntos que generan sombreado sobre los módulos, debemos verificar que parte del obstáculo está en la trayectoria anual del sol (invierno-verano), con la metodología que se explica en el CTE.

Se debe llenar el dibujo de la trayectoria con respecto al perfil que crea el objeto sobre el punto central, que en este caso es el panel más desfavorable (figura 8).

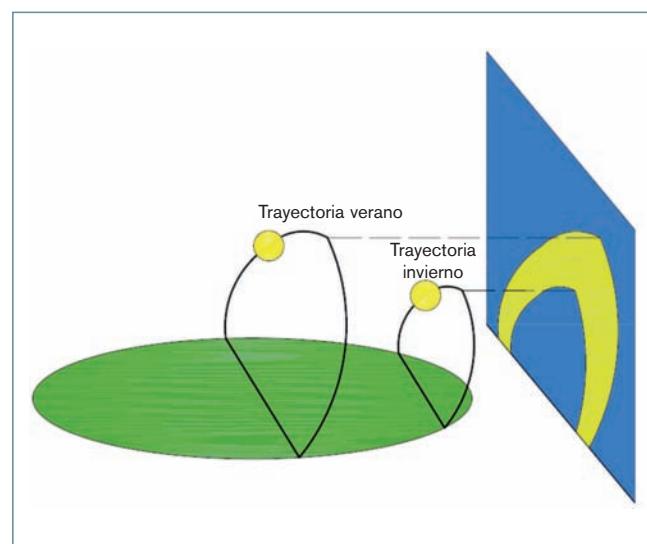


Figura 7. Sombras según la estación.

Cuando ya se conoce el porcentaje de recubrimiento de cada casilla se aplican las tablas de referencia en el apéndice B del CTE HE-4.

### Suciedad

Para el cálculo de las pérdidas por suciedad no existe ningún procedimiento en concreto matemático que nos pueda ayudar. En este caso deberemos *estimar* visualmente este porcentaje, que siempre estará alrededor del 0,5% y el 3%, en caso de mucha suciedad en el entorno.

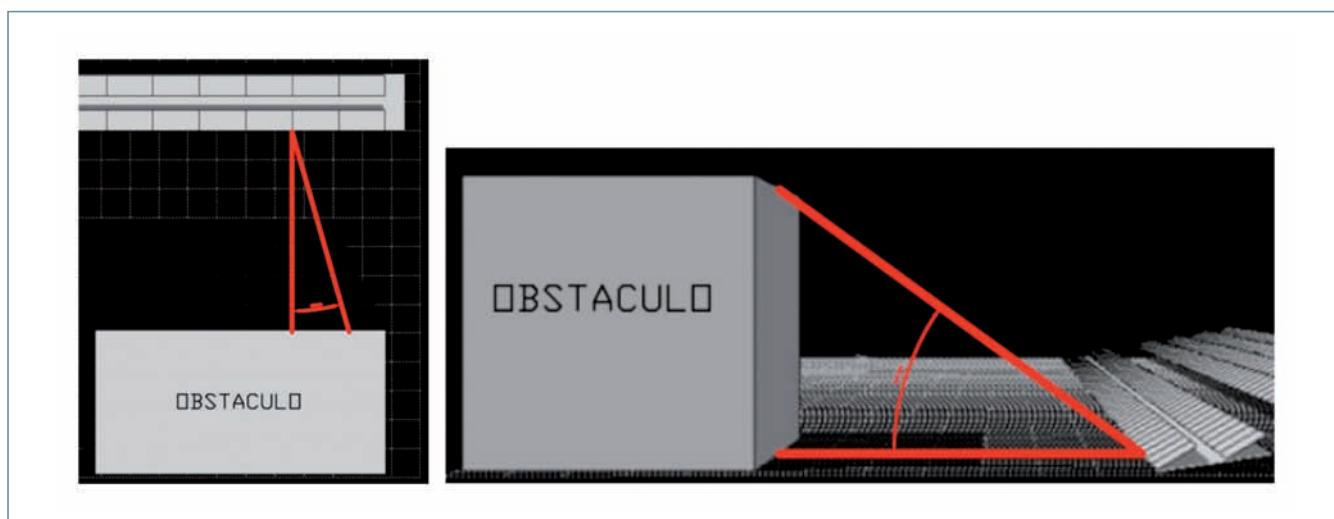
Debemos percibirnos si la ubicación de la instalación está en una zona expuesta al polvo, humos de posible fábricas o polígonos con paso continuado de camiones. Según nos encontramos con algún caso decidiremos el porcentaje de suciedad.

### Otras pérdidas

Existe otro tipo de pérdidas que son menos relevantes y no influyentes en el resultado final de la producción. En este caso se nombrarán únicamente para su conocimiento:

- Dispersión de los paneles: tolerancia indicada por el fabricante.

Figura 8. Ángulos de la sombra de los posibles obstáculos.



– Fallos de funcionamiento: fallos debidos a cortes de suministro eléctrico, labores de mantenimiento correctivo de la instalación.

– Pérdidas del sistema de MPPT del inversor.

### Energía producida por la instalación

Una vez que se han obtenido los resultados anteriores, se procede a unificar valores y determinar qué producción obtendremos.

Para obtener el rendimiento global de la instalación se aplica la siguiente fórmula:

$$[2] \eta_{Total} = (1 - [A]) \times [B] \times [C] \times (1 - [D]) \times (1 - [E]) \times (1 - sombras) \times 1 - suciedad$$

Y a partir del rendimiento total, se puede calcular la energía media por día generada en cada mes:

$$E_{generada\ media} \left[ \frac{kWh}{día} \right] = \frac{(W_{pico}) \times (\text{Radiación diaria media [1]} \times (\eta_{Total} [2]))}{1000 W/m^2}$$

Una vez que tenemos la energía media por día en cada uno de los meses del año, concretamos la cantidad de energía mensual y, en consecuencia, la total anual.

Enero = 30 días x [E. Generada media enero]

Febrero = 28 días x [E. Generada media febrero]

Marzo = 31 días x [E. Generada media marzo]

Abril = 30 días x [E. Generada media abril]

Mayo = 31 días x [E. Generada media mayo]

Junio = 30 días x [E. Generada media junio]

Julio = 31 días x [E. Generada media julio]

Agosto = 31 días x [E. Generada media agosto]

Septiembre = 30 días x [E. Generada media septiembre]

Octubre = 31 días x [E. Generada media octubre]

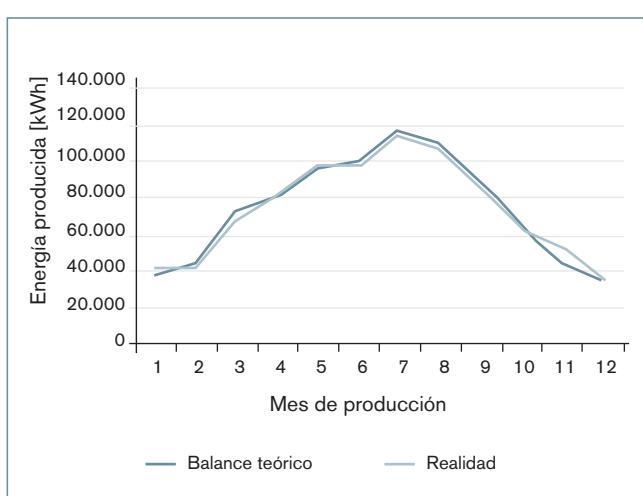
Noviembre = 30 días x [E. Generada media noviembre]

Diciembre = 31 días x [E. Generada media diciembre]

### Resultado final

Finalmente, en la figura 9 se representa la comparación de los valores calculados según el procedimiento teórico que se ha expuesto, respecto a los resultados prácticos de una instalación

Figura 9. Comparativa entre datos calculados según el método descrito y datos reales.



real de 400 kw, con 4 inversores de 100 kw, ubicada en Zuera (provincia de Zaragoza).

Se puede observar una diferencia global de la estimación teórica frente a la producción real que está entre 0,5% y 1%, con lo que se considera que este cálculo de estimación es bastante eficaz.

### Conclusiones

El método descrito permite, con gran aproximación a la realidad, el cálculo predictivo de la energía producida en una estación fotovoltaica, desglosada por meses según los factores técnicos, geográficos y estacionales que se han considerado.

Cabe añadir, por extensión, que las instalaciones fotovoltaicas, cuyas características han sido relacionadas en este estudio, siguen siendo una inversión rentable y segura frente a otro tipo de inversiones del tipo inmobiliario o bancario.

### Bibliografía

BOE (2010). Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Disponible en: [www.boe.es/boe/dias/2010/11/23/pdfs/BOE-A-2010-17976.pdf](http://www.boe.es/boe/dias/2010/11/23/pdfs/BOE-A-2010-17976.pdf)

BOE (2010a). Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico. Disponible en: [www.boe.es/boe/dias/2010/12/24/pdfs/BOE-A-2010-19757.pdf](http://www.boe.es/boe/dias/2010/12/24/pdfs/BOE-A-2010-19757.pdf)

CTE (2009). Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE). Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/dbhe/>

IDAE (2005). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. Disponible en: [www.opde.net/.../Pliego\\_Condiciones\\_20\\_Tecnicas\\_FV\\_Conectadas\\_Red\\_2005.pdf](http://www.opde.net/.../Pliego_Condiciones_20_Tecnicas_FV_Conectadas_Red_2005.pdf)

Manuel Burriel Mur

mbu@solingenia.com

Ingeniero técnico industrial, especialidad en Electrónica Industrial. Responsable de Proyectos de Ingeniería del Grupo Solingenia.

# LIVING NEBRIJA LIVING UNIVERSIDAD



**Nebrija**  
Universidad  
*La Universidad en Vivo*

**CURSOS DE ACCESO** al título oficial de

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA** para  
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES de  
especialidad MECÁNICA

**GRADO EN INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
AUTOMÁTICA INDUSTRIAL** para INGENIEROS  
TÉCNICOS INDUSTRIALES de especialidad  
ELECTRÓNICA

Curso de Adaptación a Grado aprobado por la ANECA  
**Modalidad "A DISTANCIA"**

Gracias a la modalidad "a distancia" podrá compatibilizar el curso con su actividad profesional. La Universidad proveerá al alumno de una plataforma de teleformación *on-line* a la que podrá acceder para la descarga de contenidos, ejercicios, etc., así como para cualquier consulta o duda que se pueda plantear a los tutores de las asignaturas en el desarrollo del curso.

El contenido de estos cursos depende del programa cursado en la universidad de origen (se podrá obtener un reconocimiento de créditos por experiencia profesional). La Universidad Nebrija realizará un estudio personalizado de convalidaciones en función del plan de estudios cursado.

**Duración** Dos cursos anuales. **Comenzarán en marzo y octubre de 2011 con una duración de 5 meses cada uno**

**Plazo de inscripción** se abrirá 4 meses antes del comienzo de cada curso

**Información e inscripciones** [gradoelectronica@nebrija.es](mailto:gradoelectronica@nebrija.es)  
[gradomecanica@nebrija.es](mailto:gradomecanica@nebrija.es)  
Tel.: 91 452 11 00

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

# Análisis de la rentabilidad del cambio a un componente de gama superior

Francisco J. Verdugo Jará

*Profitability analysis of change to a higher quality component*

## RESUMEN

En el mantenimiento industrial, cuando se realiza un análisis de las causas de la pérdida de rendimiento operacional en una máquina o de un proceso, las acciones correctoras para solucionar esta pérdida de rendimiento suelen implicar un gasto extra. Esta inversión debe justificarse adecuadamente, asegurando su amortización en el menor plazo posible. El retorno de inversión realizada al implantar cualquier mejora, como es el caso del cambio de un componente de gama superior, debe ser calculado y establecido cuantitativamente para demostrar su viabilidad económica y obtener así el visto bueno para su implementación.

El cambio de un componente supone dos tipos de coste: el propio del repuesto y las horas empleadas por cada operario. El objetivo en todo plan anual de mantenimiento es el de conseguir el equilibrio entre el precio del repuesto y el número de cambios, de tal manera que la suma de ambos suponga un mínimo coste. Optar por un fungible de gama superior supondrá un incremento del presupuesto anual. El cálculo del coste teórico por cambio/año realizado y el coste total esperado por cambio sirven para analizar el retorno de la inversión que realizar y para calcular el ahorro teórico que se obtendrá al optar por el nuevo componente. Al ahorro teórico hay que añadir la reducción en el coste del mantenimiento preventivo, ya que al alargar la vida útil del nuevo componente, la actividad preventiva disminuye.

Recibido: 26 de octubre de 2009

Aceptado: 20 de enero de 2011

## Palabras clave

Mantenimiento, mantenimiento preventivo, maquinaria, economía

## ABSTRACT

*In industrial maintenance, when an analysis is made of the causes of the loss of operational performance on a machine or process, corrective actions to address this performance loss often involve extra expense. This investment must be properly justified, ensuring the fastest possible return on investment. The return on the investment made in implementing any improvements, such as replacing a higher quality component, should be calculated and quantitatively established in order to demonstrate its economic viability and to obtain approval for its implementation.*

*The changing of a component involves two types of cost: that of the part itself, and the man hours employed. The goal of all annual maintenance plans is to achieve a balance between the price of parts and the number of changes, so that the sum of the two involves a minimum cost. Opting for higher quality consumables, will increase the annual budget. The theoretical calculation of cost per change per year made and the expected total cost of change are used to analyse the return on the investment to be made and to calculate the theoretical savings to be gained by opting for the new component. To the theoretical savings must be added the reduction in the cost of preventative maintenance, as by lengthening the life cycle of the new component, the need for preventative maintenance decreases.*

Received: October 26, 2009

Accepted: January 20, 2011

## Keywords

*Maintenance, preventive maintenance, machinery, economy*



Foto: Pictelia

Según la 1<sup>a</sup> Ley de Newton, todo cuerpo tiende a mantener su estado de reposo o de movimiento rectilíneo, con velocidad constante, siempre que una fuerza no modifique su estado.

En el mantenimiento industrial también se puede definir una primera ley de manera similar: "toda máquina tiende a degradar su nivel de funcionamiento, con velocidad progresiva, siempre que un técnico de mantenimiento no corrija su defecto".

A la 1<sup>a</sup> Ley de Newton también se le denomina principio de inercia. No se tarda en reconocer este concepto si se aplica al comportamiento de las personas: es el principio de resistencia al cambio. En el ámbito del mantenimiento, en particular, no nos es desconocida para nadie la frase: "si funciona, no lo toques".

A lo largo de los años los procesos industriales llegan a estabilizarse en un determinado nivel de funcionamiento. Esto, que normalmente supone un hecho positivo por llevar a la idea de que el proceso ha alcanzado la madurez, tiene una segunda lectura sobre la que cabe reflexionar: también se ha estabilizado el número de averías y paradas imprevistas (lo cual es ya de por sí un logro teniendo en cuenta la extrema volatilidad de estos indicadores), pero, ¿a un nivel aceptable? Puesto que el objetivo que persigue el

mantenimiento es un escenario con cero averías, estas fases de estabilidad (¿estancamiento?) del funcionamiento representan puntos de inflexión que deben tomarse como oportunidades de mejora, identificando convenientemente dónde se encuentran los márgenes de ganancia y cómo se debe actuar para ocuparlos.

Está claro, por tanto, que el objetivo fundamental del personal de mantenimiento en cualquier actividad se ha ampliado: hacer que los procesos dispongan de tasas de funcionamiento elevadas, asegurando el funcionamiento de las máquinas que los componen con el mínimo coste dentro de los parámetros operacionales para los que fueron diseñadas, y no perder la oportunidad de mejorar los diseños modificando los parámetros de funcionamiento para obtener un aumento del rendimiento operacional.

### El problema del gasto

Dentro de unos años se hablará de "la crisis de 2009". Las empresas que definitivamente sobrevivan lo harán hecho gracias a un tremendo esfuerzo de coordinación de todas sus áreas para la contención del gasto. En este periodo los presupuestos anuales pre establecidos han desaparecido y han pasado a ser presupuestos variables en tiempo real: el nivel de gasto máximo

queda fijado por el coste por unidad de producción y las previsiones de producción varían prácticamente a diario.

En un escenario de *economía de guerra* como este, los sentidos se agudizan para detectar toda posibilidad de ahorro:

- Reajuste de contratos a la baja.
- Disminución de stocks.
- Mayor rotación de repuestos.
- Adaptación de la actividad preventiva al menor nivel de funcionamiento y, por tanto, reubicación de personal con baja actividad, o sea, internalización de actividades.
- Rediseño de los procesos.
- Optimización del rendimiento de repuestos fungibles.

Para el adecuado control de los costes en el departamento de mantenimiento es fundamental contar con dos indicadores básicos que son: horas-hombre y repuestos consumidos, invertidos tanto en el desarrollo de actividades preventivas como correctivas, todo esto en cuanto a máquinas.

Solo conociendo los detalles de este control se dispondrá de la herramienta fundamental a la hora de hacer análisis y propuestas sobre mejoras de mantenimiento, reducción de fallos o sustitución y mejora de componentes que aumenten el rendimiento de las máquinas.

## Planteamiento teórico de un caso práctico

En un determinado parque de máquinas destinadas a un mismo tipo de tarea existen componentes fungibles que, por la función que cumplen, deben ser sustituidos al cabo de un tiempo debido al desgaste y a la pérdida de las condiciones de seguridad de funcionamiento. La decisión de cuándo se debe llevar a cabo esta sustitución se toma como resultado de una revisión preventiva (TBM) pero debido a que el régimen de funcionamiento de estas máquinas no es constante, los cambios no tienen por qué ser equidistantes en el tiempo, ya que son necesarios en función del grado de deterioro observado (CBM).

Para centrar ideas y tratar de forma genérica, en la tabla 1, podemos observar varios ejemplos (figuras 1 y 2) de lo que se está diciendo:

Tal como se observa en la tabla 2, de forma general las frecuencias de sustitución del componente permanecen inalterables dentro de los márgenes que se pueden considerar normales. En algún caso se hace evidente un cambio ocasional mucho antes de lo previsto, pero suele estar asociado a una situación excepcional del proceso, como una rotura como consecuencia de otra avería, mala manipulación, etc. En cualquier caso, conocidas estas causas, estos puntos se deben considerar fuera del estudio, ya que se deben tomar otro tipo de medidas para evitarlas en el futuro.

Derivado de una caza de pérdidas se llega a la conclusión de que existe un foco importante de gasto en uno de los componentes. Las frecuencias de sustitución de dicho componente, que en los últimos años se habían llegado a tomar en cierto modo

Máquina	Componente
Equipos de refrigeración	Correas de transmisión
Luminarias	Lámparas
Puentes grúa	Cables de acero para elevación de cargas
Rectificadoras	Muelas abrasivas
Cizallas circulares	Cuchillas

Tabla 1. Componentes típicos que presentan desgaste por uso normal.



Figura 1. Ejemplo de componente: muelas para el rectificado de cilindros del tren de laminación. (Foto: gentileza de ArcelorMittal Sagunto.)



Figura 2. Ejemplo de componente: cable de elevación de puente grúa. (Foto: gentileza de ArcelorMittal Sagunto.)

como *normales*, se han visto aumentadas de forma particular en alguna de las máquinas: en la tabla 2 se aprecia una *crisis* en el año 2008 que afecta a las máquinas M08, M10 y M11, por lo que fueron necesarios varios cambios de componente durante el semestre central de dicho año.

Debido a defectos de fabricación del componente suministrado, se estaba produciendo un deterioro acelerado que obligaba a la parada de máquina para su sustitución. Profundizando en el análisis del problema, se llega a la conclusión de que es interesante estudiar la posibilidad de instalar componentes de mayor cali-

dad con el objetivo de alargar el ciclo de vida útil, siempre y cuando esto repercuta en un menor gasto de mantenimiento de dichos sistemas.

El mapa que muestra la tabla 2 es real. No obstante, se han generalizado los nombres de las máquinas y todos los valores económicos mostrados en el análisis han sido modificados por un coeficiente de proporcionalidad para asegurar la confidencialidad de la información.

### Justificación del gasto extra

Para plantear un gasto en una sugerencia de mejora y que éste sea concedido se debe

Tabla 2. Mapa de sustituciones de un determinado componente.

Máquina	2005	2006	2007	2008
M01		●	●	
M02		●		
M03	●			
M04				
M05		● ●	● ●	●
M06		●	●	
M07		●	●	●
M08		●	●	● ● ●
M09		●		●
M10	●	●		● ● ● ●
M11	●	●	●	● ● ● ●
M12		●		●
M13	●		●	●

Máquina	Nº recambios	COSTES TOTALES			COSTE MEDIO POR CAMBIO			Coste teórico ambio/año
		Repuestos	Personal	Total	Repuesto M	Personal M	Total M	
M01	3	5.128,56	2.463,11	7.591,67	1.709,52	821,04	2.530,56	1.897,92
M02	4	6.520,31	2.543,53	9.063,84	1.630,08	635,88	2.265,96	2.265,96
M03	5	9.266,03	4.880,34	14.146,37	1.853,21	976,07	2.829,27	3.536,59
M04	2	4.016,55	768,69	4.785,24	2.008,28	384,35	2.392,62	1.196,31
M05	8	14.390,78	9.417,99	23.808,77	1.798,85	1.177,25	2.976,10	5.952,19
M06	2	881,12	798,10	1.679,22	440,56	399,05	839,61	419,81
M07	4	3.720,28	624,96	4.345,24	930,07	156,24	1.086,31	1.086,31
M08	5	10.721,76	6.700,37	17.422,13	2.144,35	1.340,07	3.484,43	4.355,53
M09	3	4.088,78	1.694,43	5.783,21	1.362,93	564,81	1.927,74	1.445,80
M010	7	6.120,77	5.605,92	11.726,69	874,40	800,85	1.675,24	2.931,67
M011	8	7.627,23	6.272,70	13.899,93	953,40	784,09	1.737,49	3.474,98
M012	3	2.811,70	1.964,94	4.776,64	937,23	654,98	1.592,21	1.194,16
M013	3	2.804,56	2.772,52	5.577,08	934,85	924,17	1.859,03	1.394,27

Tabla 3. Datos de partida. Costes durante el periodo 2005-2008 (€).

justificar de forma clara, concisa y con números concretos cuál va a ser el retorno de dicha inversión. Es decir, se debe convencer a quien concede el dinero de que comprar más caro va a salir más barato.

Hay que tener en cuenta que cada cambio de componente lleva asociado dos tipos de coste: el del repuesto y el de personal o mano de obra. En función de la instalación afectada y el tipo de componente la rentabilidad y el retorno de la inversión se verán determinados más o menos favorablemente. Lógicamente, la situación ideal es el adecuado equilibrio entre el precio del repuesto y el número de cambios de forma que la suma de ambos conceptos represente el mínimo coste a lo largo de un presupuesto (normalmente anual), tal como indica la fórmula siguiente:

$$\text{Coste anual} =$$

$$= \sum_{i=1}^n (\text{coste personal}_i + \text{coste repuesto}_i)$$

Siendo  $n$  el número de cambios a lo largo de una año.

Hay que tener en cuenta, además, que el coste de ambos conceptos no tiene por qué ser siempre el mismo en cada cambio, ya que en determinados casos se pueden presentar gastos adicionales en personal como horas de espera para preparación de la parada de máquina y en el repuesto ya que el componente, aun siendo el mismo funcionalmente, puede tener características diferentes en una máquina u otra (longitud en las correas de transmisión o cables de elevación, potencia en las lám-

paras, etcétera). Por este motivo, para establecer una comparativa coherente entre la situación actual y la esperada con la mejora se deben realizar los cálculos según los valores medios del gasto sobre el que se comparará la propuesta.

En el caso que nos ocupa, los datos de partida son los correspondientes al coste de horas-hombre y materiales empleados en las sustituciones del componente en los últimos 4 años (periodo de 2005 a 2008), los cuales se muestran en la tabla 3. No están incluidos los costes derivados de las revisiones preventivas. En particular interesa conocer cuánto dinero habría costado cambiar un componente al año en el periodo de tiempo analizado,

para lo cual se emplea la fórmula siguiente, y así se compara con el coste esperado de cambio del componente propuesto en el futuro. Una vez conocedores de ambos valores se calculará el tiempo necesario para amortizar el nuevo componente en cada máquina en particular.

$$\text{Coste Teórico Cambio/a-o} = \frac{\text{TOTAL M} * N^{1/4} \text{ CAMBIOS}}{4a-os}$$

El nuevo componente tiene un precio de 4.500 € y corresponde al repuesto más caro de los montados en las diferentes máquinas (2.144,35 €). A partir de este

Tabla 4. Coste estimado del nuevo componente por máquina (€).

Máquina	Coste del nuevo componente	Coste de personal por cambio	Coste total esperado esperado por cambio
M01	3.587,49	903,14	4.490,63
M02	3.420,78	699,47	4.120,25
M03	3.889,02	1.073,67	4.962,70
M04	4.214,44	422,78	4.637,22
M05	3.774,95	1.294,97	5.069,92
M06	924,53	438,96	1.363,49
M07	1.951,79	171,86	2.123,65
M08	4.500,00	1.474,08	5.974,09
M09	2.860,15	621,29	3.481,44
M10	1.834,95	880,93	2.715,88
M11	2.000,75	862,50	2.863,25
M12	1.966,82	720,48	2.687,30
M13	1.961,83	1.016,59	2.978,42

Máquina	CTCR	CTEC	AT (1 año)	AT (2 años)	AT (3 años)	AT (4 años)	AT (5 años)
M01	1.897,92	4.490,63	-2.592,72	-694,80	1.203,12	3.101,04	4.998,95
M02	2.265,96	4.120,25	-1.854,29	411,67	2.677,63	4.943,59	7.209,55
M03	3.536,59	4.962,70	-1.426,11	2.110,49	5.647,08	9.183,67	12.720,26
M04	1.196,31	4.637,22	-3.440,91	-2.244,60	-1.048,29	148,02	1.344,33
M05	5.952,19	5.069,92	882,27	6.834,46	12.786,65	18.738,85	24.691,04
M06	419,81	1.363,49	-943,68	-523,88	-104,07	315,73	735,54
M07	1.086,31	2.123,65	-1.037,34	48,97	1.135,28	2.221,59	3.307,90
M08	4.355,53	5.974,09	-1.618,55	2.736,98	7.092,51	11.448,04	15.803,58
M09	1.445,80	3.481,44	-2.035,64	-589,84	855,96	2.301,77	3.747,57
M10	2.931,67	2.715,88	215,79	3.147,46	6.079,13	9.010,81	11.942,48
M11	3.474,98	2.863,25	611,73	4.086,71	7.561,70	11.036,68	14.511,66
M12	1.194,16	2.687,30	-1.493,14	-298,98	895,18	2.089,34	3.283,50
M13	1.394,27	2.978,42	-1.584,15	-189,88	1.204,39	2.598,66	3.992,93
<b>Total</b>			<b>1.709,79</b>	<b>19.376,74</b>	<b>47.138,64</b>	<b>77.137,79</b>	<b>108.289,30</b>

Tabla 5. Análisis de rentabilidad a uno, dos, tres, cuatro y cinco años (€).

valor se estima proporcionalmente su coste para cada una de las máquinas. En el coste esperado de personal se determina un 10% superior debido a la actualización anual de precios. La suma de ambos muestra, para cada máquina, el coste total esperado por cambio del nuevo componente (tabla 4):

### Análisis comparativo

Finalmente, una vez se está en disposición de ambos valores de coste: coste teórico por cambio/año realizado (CTCR) y coste total esperado por cambio (CTEC), se puede calcular el retorno de la inversión calculando el ahorro teórico (AT) para una duración prevista del componente de uno a cinco años, según la siguientes fórmula:

$$AT(I \text{ años}) = (i * CTCR) - CTEC$$

Que, aplicándola sobre los valores de CTCR y CTEC (2<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup> columnas de la tabla 5), arroja los siguientes resultados:

### Conclusiones

Por supuesto, se parte de la idea de que el nuevo componente tendrá una vida útil superior a los actuales y así debe ser garantizado por el fabricante. Por concretar en un ejemplo, si esperamos una duración de al menos tres años (un cambio de componente en ese periodo de tiempo), prácticamente en la totalidad de las máquinas sería rentable, especialmente en la M03, M05, M08, M10 y M11, tal como se puede apreciar en la evolución del ahorro representado en la figura 3.

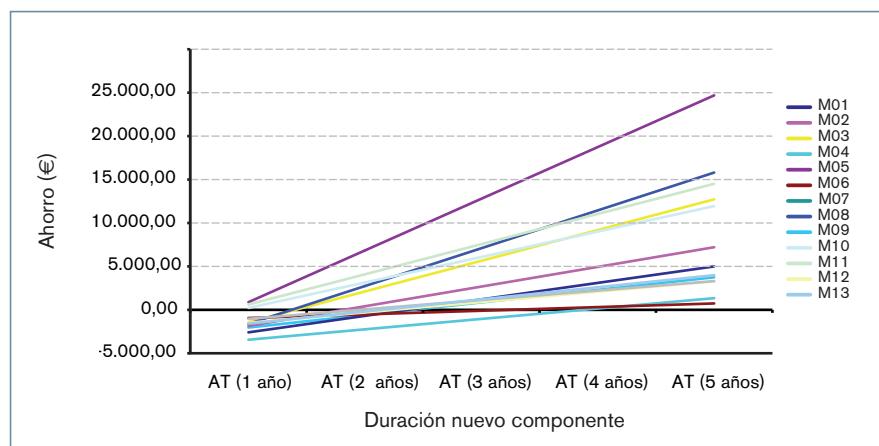


Figura 3. Evolución del ahorro en función de la duración del componente.

Asumiendo la inversión en todas las máquinas que arrojan beneficios, año a año se obtendrían los totales de rentabilidad tal como se muestra en la última fila del total de la tabla 5.

Al ahorro teórico previsto habría que añadir un plus derivado de la reducción de la actividad preventiva, ya que, lógicamente, una de las ventajas que lleva asociado una vida útil más dilatada es disminuir la frecuencia del mantenimiento preventivo. Si la vida útil se alargara más allá del doble de la actual se podría reducir el preventivo (y, por tanto, también su coste) a la mitad.

El presente estudio no muestra datos ni resultados rigurosos, pero sí pretende proporcionar, por simple, un modelo matemático fácilmente adaptable a las características de muchas y diferentes instalaciones y procesos industriales. En cada caso

concreto se deberá analizar la información disponible para visualizar de la forma más fiable el escenario futuro. Como nos enseña una de las premisas del análisis estadístico, si vamos a trabajar con datos, más vale que nos los creamos desde el primer momento.

### Bibliografía

- Nakano K (2005). Planned Maintenance. Keikaku Hozon. ISBN 4-88956-243-5.  
Moubray J (1997). Mantenimiento centrado en confiabilidad. ISBN 09539603-2-3.

Francisco J. Verdugo Jará

francisco.verdugo@arcelormittal.com

Ingeniero técnico industrial en electrónica con intensificación en control y automática, por la Universidad Politécnica de Valencia. Responsable del departamento de servicios de mantenimiento de la factoría de ArcelorMittal Sagunto.

**Limitación Demanda Energética:  
Exportación LIDER  
Certificación Energética:  
Exportación CALENER**



**dmELECT**  
Software de Instalaciones para  
Ingeniería, Arquitectura y Construcción

## ¿Por qué elegir DMELECT?

- Posibilidad de diseñar y calcular todas las instalaciones en un mismo proyecto.
- Destacados por su gran sencillez de manejo e introducción de datos y por ser el cálculo más potente del mercado (cálculo matricial, algoritmos de optimización, etc), que le permitirá abordar proyectos de gran envergadura y sin limitaciones. El programa obtendrá automáticamente las secciones y diámetros de la instalación, sin necesidad de ser definidos por el usuario.
- Avalados por miles de técnicos del sector.
- La calidad nos diferencia del resto. Contraste el mercado y se convencerá.
- El mejor Servicio post-venta. Ayuda instantánea ante cualquier duda que pudiera surgirle. Evite retrasos innecesarios o no encontrar solución técnica a sus proyectos.
- Lectura de imágenes en DWG, DXF, BMP, TIFF y JPEG.
- Proyecto completo: Memoria Descriptiva, Anexo de Cálculos, Pliego de Condiciones, Medición y Planos.
- Memoria Técnica de Diseño, Certificados de la Instalación y Manual del Usuario (en Electricidad).
- Obtención automática de las Fichas Justificativas de la Opción Simplificada para la Limitación de Demanda Energética. Evite tener que manejar programas engorrosos y de poca utilidad.
- Los proyectos calculados con nuestro software le concederán la nota más alta en todos los organismos oficiales. La experiencia de casi 20 años así lo confirma.
- Si aún le quedan dudas, visite nuestra página web donde encontrará mayor información.

## Edificación

CIEBT: Instalaciones Eléctricas BT.

VIVI: Instalaciones Eléctricas en Edificios de Viviendas.

IPCI: Protección contra Incendios por agua.

FONTA: Fontanería: Agua fría y agua caliente sanitaria.

SANEA: Instalaciones de Saneamiento.

GASCOMB: Instalaciones Receptoras de Gases Combustibles.

AIRECOMP: Aire Comprimido y Gases Industriales.

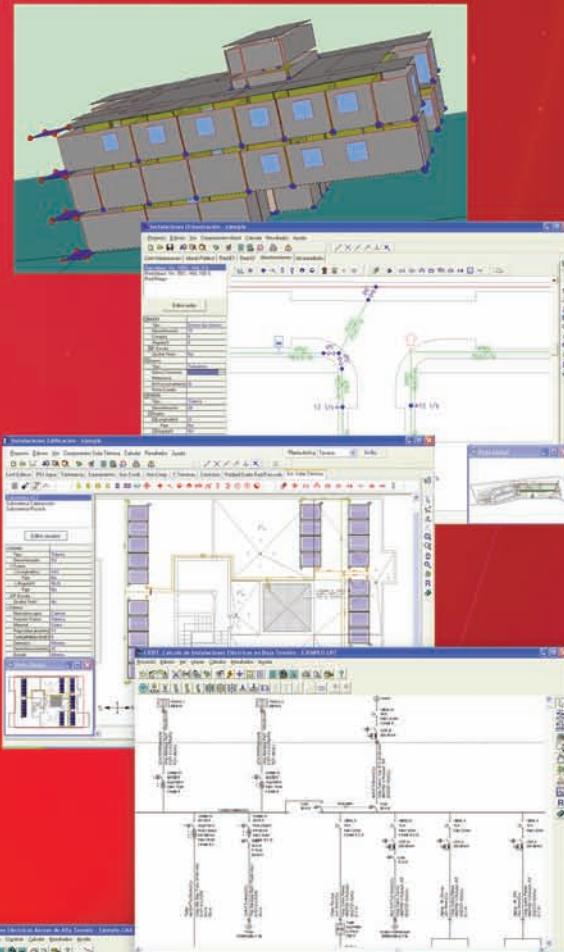
CATE: Cargas Térmicas de Invierno y Verano.

Limitación Demanda Energética (DB HE1).

CONDUCTOS: Conductos de Aire para Ventilación y Climatización.

RSF: Radiadores, Suelo Radiante y Fancoils.

SOLTE: Energía Solar Térmica



## Urbanización

ALP: Redes de Alumbrado Público

REDBT: Redes Eléctricas de Distribución BT

CMBT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas BT

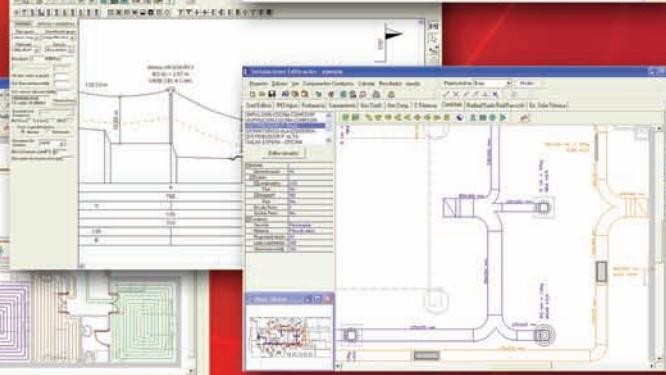
REDAT: Redes Eléctricas de Distribución AT

CMAT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas AT

CT: Centros de Transformación de Interior e Intemperie

ABAST: Redes de Abastecimiento de Agua y Riego.

ALCAN: Redes de Alcantarillado



**SENCILLEZ EN EL MANEJO, POTENCIA EN EL CALCULO**

# Legalización de una grúa hidráulica articulada para elevar personas

José Manuel Caracena Balbuena

*Legalization of an articulated hydraulic crane to lift people*

## RESUMEN

En este artículo se relacionan y definen los requisitos reglamentarios para el diseño, fabricación y legalización de una grúa hidráulica articulada sobre camión para que pueda ser utilizada también como plataforma elevadora móvil de personal sobre camión. Así, un solo equipo de trabajo es capaz de elevar cargas y, además, personas, cumpliendo con toda la reglamentación vigente y con todas las garantías de seguridad.

Esta máquina, con su incremento de funcionalidad, permite optimizar los recursos materiales y humanos de la empresa, consiguiendo una reducción de los costes y, por tanto, incrementar los beneficios de la empresa. Es la primera máquina de este tipo legalizada en España. El proceso descrito es válido para ser aplicado tanto a una grúa hidráulica nueva como a una ya usada, aplicándole las modificaciones necesarias.

Recibido: 10 de marzo de 2009

Aceptado: 28 de diciembre de 2010

## ABSTRACT

*In this paper the regulatory requirements for the design, fabrication and legalization of an articulated hydraulic crane truck are related and defined, so it can be used also as a personal mobile elevating platform truck. Thus, a single installation is capable of elevating inert loads and also to elevate people, complying with all applicable laws and regulations and all security guarantees.*

*The increased functionality of this machine optimizes the human and material resources of the company, achieving a reduction in costs and thus increasing the profits of the company. It is the first machine of its kind legalized in Spain. The process described is adequate to be applied both to a new hydraulic crane and to a used one. This is possible if the necessary modifications to it are implemented.*

Received: March 10, 2009

Accepted: December 28, 2010

## Palabras clave

Grúas, plataforma elevadora, declaración de conformidad CE, legislación

## Keywords

Cranes, elevation platform, CE declaration of Conformity, legislation



El punto de partida de este trabajo es una grúa hidráulica articulada instalada sobre un camión en servicio, y el objetivo es realizar las modificaciones y adaptaciones necesarias para que pueda realizarse la elevación de cargas y la elevación de personas con la misma máquina, cumpliendo todos los requisitos de la legislación vigente.

Las empresas necesitan maquinaria multifuncional, o sea, que un solo empleado pueda realizar todas las funciones: conducir el camión y elevar cargas y personas. El descenso de costes económicos es apreciable, tanto en el número trabajadores, como en el de camiones, los costes de desplazamiento, mantenimiento y reparaciones del camión, así como del mantenimiento y reparaciones de la propia grúa.

La reducción de los costes internos en la empresa que supone esta máquina puede disminuir el precio del servicio al cliente en un 15%, lo que permite precios más competitivos que los de la competencia.

Las características técnicas finales de esta máquina son las siguientes:

– Elevación de personas mediante una cesta para dos personas y herramienta, 27,2 metros de altura máxima y 24,5 metros de alcance lateral máximo.

– Elevación de cargas con capacidad de 236 kilonewtons-metro (24 Ton/metro).

Esta máquina va a ser utilizada para el corte de las crestas de los pinos que se acercan a las líneas de media y alta tensión, evitando las descargas eléctricas que producen incendios forestales. Las características de alcance (24,5 m lateralmente y 27,2 m en altura), estabilidad y capacidad de carga 236 kN-m junto a las características del terreno y las distancias del lugar de trabajo hacen que esta máquina presente grandes ventajas para muchas empresas.

#### Normativa vigente y fases de adecuación

Para que esta máquina pueda elevar personas, debe de cumplir escrupulosamente con:

a) Norma UNE-EN 280:2002. "Plataformas elevadoras móviles de personal", junio 2002.

b) Norma UNE-EN 280:2002/A1. Modificación. "Plataformas elevadoras móviles de personal", noviembre 2005.

El Real Decreto 1435/1992 Máquinas encuadra a las plataformas elevadoras móviles de personal en el anexo IV, nº 16: *Aparatos de elevación de personas con peligro de caída vertical superior a tres metros.*

Para la legalización durante las fases de diseño, fabricación y puesta en funcionamiento de esta plataforma elevadora móvil de personal en montaje sobre camión (que en adelante se denominará PEMP sobre camión) se debe seguir el siguiente proceso:

1. Diseño, incluido cálculos justificativos.

2. Creación del expediente técnico de construcción, en cumplimiento del artículo 8.2.c del Real Decreto 1435/1992, transposición de la Directiva 89/392/CEE y 98/37/CE de Máquinas.

3. Fabricación y seguimiento de las distintas fases productivas.

4. Fase de pruebas: resistencia estructural, pruebas estáticas, pruebas dinámicas y funcionamiento general del equipo.

5. Creación de manual de instrucciones de uso y mantenimiento.

6. Emisión de la chapa identificativa "CE", "declaración de conformidad CE" y resto de señalización que se debe colocar sobre la máquina.

7. Formación inicial previa al uso del equipo, con los trabajadores designados por el propietario de la máquina.

8. Registro y aprobación ante organismo notificado (representantes del Ministerio de Industria), de toda la documentación y pruebas realizadas.

A continuación, se explica el desarrollo de las fases seguidas, desde la primera hasta la sexta (puesto que la fase 7 no procede y la fase 8 comprende la recopilación de la mayor parte de la información relacionada en las seis primeras fases).

### Fase de diseño

Durante la fase de diseño se considera el uso de la grúa hidráulica articulada como uso normal (elevar cargas) y, además, el uso como plataforma elevadora de personal (elevar personas). Para poder cumplir con toda la reglamentación de seguridad y, sobre todo, con la norma UNE-EN 280, se tiene en cuenta:

- Máquina clasificada como grupo B, tipo 1.
- Cesta portapersonas con dimensiones, señalización, resistencia y autonivelación propia.
- Manejo de la PEMP desde la cesta.
- Disponer al menos de dos sistemas adicionales de rescate de personas (mandos en base y bomba manual).
- Velocidades de los movimientos hidráulicos reducidos.
- Estabilización y nivelación garantizada de toda la máquina.
- Platos-base de los cilindros de estabilización adaptables al terreno.
- Sistema de control de carga adaptado a la nueva situación.
- Estudio técnico justificativo del tramo de unión de la grúa con la cesta.
- Criterios de selección del tramo.
- Medios de acceso a la cesta desde la caja del camión.
- Señalización obligatoria: presión máxima de los cilindros estabilizadores, atrapamiento de los miembros inferiores, atrapamientos de los miembros superiores, resumen manual de instrucciones, capacidad máxima en la cesta, diagrama de alcances con cesta y chapa identificativa CE.

### Expediente técnico de construcción

El expediente técnico de construcción, en cumplimiento del artículo 8.2.c del Real Decreto 1435/1992 "Máquinas" proviene de la transposición de la Directiva 89/392/CEE y 98/37/CE. Esto permite al fabricante de la máquina combinada grúa hidráulica articulada + plataforma elevadora móvil de personal sobre camión emitir la correspondiente declaración de conformidad CE y colocar la placa identificativa CE. En este caso, ha sido registrada y verificada favorablemente por un organismo notificado nº 1027: TÜV Rheinland con nº regis-

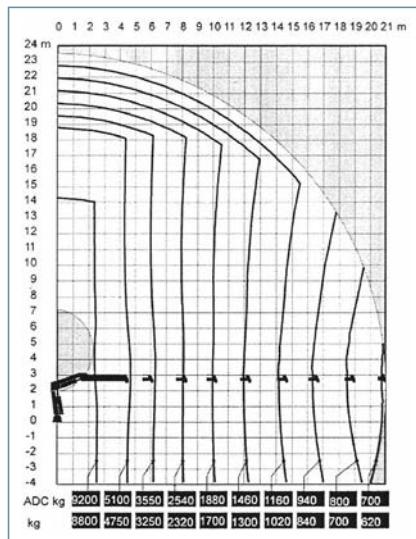


Figura 1. Ábaco de relación capacidad de carga-distancia de la base, del modelo de la PEMP sobre un camión.

tro: DMA.VI.000596 y fecha: 6 de marzo de 2009, con validez por 10 años.

El expediente técnico de construcción consta básicamente de:

- Documentos y planos, incluida declaración CE.
- Lista de requisitos aplicables de seguridad.
- Lista de normas y especificaciones técnicas.
- Descripción de las soluciones adoptadas para prevenir los peligros presentados por la PEMP sobre un camión.
- Informes técnicos, cálculos justificativos de construcción, pruebas realizadas y certificados obtenidos de un organismo o laboratorio acreditado.
- Disposiciones internas que aplicar para mantener la conformidad del resto de la producción de la PEMP sobre un camión inicialmente declarada (en el caso de fabricación en serie).
- Listado de repuestos.
- Anexos:

1. Manual de instrucciones, uso y mantenimiento.
2. Registros de las pruebas estáticas y dinámicas previas a su puesta en funcionamiento (fase de pruebas).
3. Certificados de formación inicial de trabajadores nombrados por el propietario de la máquina.

Las características técnicas que tiene esta máquina son:

- a) Grúa hidráulica articulada sobre camión, Hiab, modelo: 288 E-8 HIPRO, y su capacidad de carga (figura 1) es la siguiente:

Capacidad de carga: 236 KN-m (24 Ton/m)

Capacidad a 2,5 metros: 9.200 kg

Capacidad a 20,9 metros: 700 kg

b) Plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) sobre un camión. Marca y modelo: TVB 09001 (v. diagrama de alcances de la figura 3).

Máximo alcance lateral: 24,5 metros

Altura máxima desde el suelo: 27,2 metros

### Fase de fabricación

Durante la fase de fabricación, el fabricante sigue escrupulosamente todos los planos y las indicaciones del expediente técnico de construcción, además de llevar un control por parte de ingeniero técnico de las diferentes etapas.

Todas las soldaduras que se realizan en la máquina las hace un soldador homologado en cumplimiento de la norma ASME IX, con equipo de soldar MIG. Una vez finalizadas las soldaduras, se deben realizar unas pruebas radiográficas representativas del 5% del total de la superficie soldada.

### Fase de pruebas

La plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) sobre camión debe cumplir con la norma UNE EN 280 y el Real Decreto 1435/1992 "Máquinas", en el que se indica la forma de realizar las pruebas necesarias:

Prueba estática: se colocará una carga en el interior de la cesta con un peso del 50% más del peso total durante un tiempo determinado. Se realizará una inspección posterior para evaluar y valorar posibles daños por deformaciones, fisuras, etcétera.

Prueba dinámica: se suben 2 personas + herramientas + una carga con un peso

Figura 2. Imagen de la prueba dinámica de la PEMP sobre camión.



del 10% más de la capacidad nominal durante un tiempo determinado con los movimientos normales de trabajo de la PEMP sobre camión. Se realizará una inspección posterior para evaluar y valorar posibles daños por deformaciones, fisuras, etcétera (figura 2).

Todas las pruebas descritas quedarán reflejadas en el expediente técnico de construcción.

### Manual de instrucciones, uso y mantenimiento

Este manual indica todas las instrucciones y normas de seguridad para un uso correcto, mantenimiento básico que realizar periódicamente, las verificaciones diarias y las inspecciones anuales que debe realizar la empresa especializada. Siempre estará disponible para su consulta por parte de los trabajadores que los utilicen.

Este manual deberá contener como mínimo:

- Razón social y dirección completa del fabricante y de su representante autorizado.

- Declaración CE de la máquina.

- Descripción general de la máquina.

- Planos, diagramas, descripciones y explicaciones necesarias para el uso, mantenimiento y reparación de la máquina, así como comprobar su correcto funcionamiento.

- Descripción de los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores.

- Descripción del uso previsto de la máquina.

- Instrucciones de montaje, instalación y conexión, incluidos los planos, diagramas y medios de fijación y la designación del chasis o de la instalación en la que debe montarse la máquina.

- Instrucciones relativas a la instalación y al montaje, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones.

- Instrucciones relativas a la puesta en servicio y la utilización de la máquina y, en caso necesario, las instrucciones relativas a la formación de los operadores.

- Información sobre los riesgos residuales que existan a pesar de las medidas de diseño inherentemente seguro, de las medidas de protección y de las medidas preventivas complementarias adoptadas.

- Instrucciones acerca de las medidas preventivas que se deben adoptar, incluyendo, cuando proceda, los equipos de protección individual que proporcionar.

- Características básicas de las herramientas que puedan acoplarse a la máquina.

- Condiciones en las que las máquinas responden al requisito de estabilidad durante su utilización, transporte, montaje,

desmontaje, situación de fuera de servicio, ensayo o situación de avería previsible.

- Instrucciones para que las operaciones de transporte, manutención y almacenamiento puedan realizarse con total seguridad, con indicación de la masa de la máquina y la de sus diversos elementos cuando, de forma regular, deban transportarse por separado.

- Modo operativo que se ha de seguir en caso de accidente o avería.

- La descripción de las operaciones de reglaje y de mantenimiento que deban ser realizadas por el usuario, así como las medidas de mantenimiento preventivo que se ha de cumplir.

- Instrucciones diseñadas para permitir que el reglaje y el mantenimiento se realicen con total seguridad, indicadas las medidas preventivas que deben adoptarse este tipo de operaciones.

- Asistencia y garantía.

### Placas identificativas

La PEMP sobre camión tiene que contener obligatoriamente las siguientes placas identificativas:

- Chapa principal colocada en lugar visible con los siguientes datos: fabricante, marcado CE, marca y modelo, número de serie, año de instalación, número de registro expediente, número de personas, capacidad máxima cesta, velocidad viento admisible, máximo alcance lateral, altura máxima desde el suelo, fuerza máxima manual admisible, etcétera.

- Chapa con diagrama de alcances de la PEMP sobre camión (figura 3).

- Chapa con resumen de las instrucciones básicas.

Figura 3. Diagrama de alcances de la PEMP sobre camión.



- Señalización de fuerza máxima sobre el suelo de los cilindros hidráulicos.

- Señalización de atrapamiento de los miembros inferiores”.

- Señalización de limitación del peso en la cesta.

### Adaptación a la nueva reglamentación

Como conclusión del procedimiento que se ha expuesto, cabe destacar que la máquina combinada descrita que sirve para elevación de cargas y también para elevación de personas, cumple con el Real Decreto 1435/1992 Máquinas. Dicho real decreto caducó el 29 de diciembre de 2009, y la entrada de la nueva directiva europea 2006/42/CE fue transpuesta y adaptada a la legislación española como Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre. Por dicho real decreto se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Entre las novedades aplicadas cabe destacar las siguientes:

- Se incluyen las quasi máquinas.

- Desaparecen los procedimientos de archivo de expediente y adecuación del expediente técnico.

- Se establecen procedimientos de evaluación como: examen CE tipo, control interno de fabricación y/o aseguramiento de la calidad total.

- Obligación de evaluar riesgos.

Todas las máquinas que fueron legalizadas en España hasta el 31 de diciembre de 2009 tienen obligación de ser revisadas y, en su caso, adaptadas para que cumplan con el nuevo Real Decreto 1644/2008.

### Bibliografía

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1997). Guía Técnica Aplicación RD 1215/1997. Equipos de trabajo.
- Larburu Arrizabalaga N (1997). Máquinas, Prontuario: Técnicas, máquinas, Herramientas. Ed. Paraninfo. Madrid. ISBN: 987-84-2831-968-5.
- Aenor (2002). Norma UNE-EN 280:2002. Plataformas elevadoras móviles de personal.
- Aenor (2005). Norma UNE-EN 280: 2002/A1. Modificación noviembre de 2005. Plataformas elevadoras móviles de personal.

**José Manuel Caracena Balbuena**

caracenabalbuena@hotmail.com

<http://caracenabalbuena.blogspot.com>

Ingeniero técnico industrial en Electricidad-Electrónica por la EUTI de Valencia y técnico superior en Prevención de Riesgos Laborales, especialidades de Seguridad, Ergonomía y Psicosociología e Higiene. Responsable de posventa y coordinador de prevención de riesgos laborales en una empresa de aparatos de elevación. Perito judicial colaborador con la Administración de Justicia de la Comunidad Valenciana en las áreas de seguridad laboral, maquinaria, instalaciones y medio ambiente.

# Validación de un dispositivo experimental para el rodilado de superficies cilíndricas

Robert Hernández Ortega y Gerardo Rafael González García

*Validation of an experimental device for the rolling of external cylindrical surfaces*

## RESUMEN

La elaboración de las superficies de los elementos de máquinas por medio de la deformación plástica superficial es una alternativa interesante a la elaboración a través del arranque de virutas. Sin embargo, no siempre se dispone de los regímenes de elaboración necesarios para obtener la calidad requerida de la capa superficial. Por ello, hemos desarrollado un dispositivo experimental para el rodilado de superficies cilíndricas exteriores que permite, mediante un puente de extensometría, o puente de Wheatstone, medir las variaciones de tensión aplicadas sobre la pieza y así obtener el valor óptimo de la fuerza de rodilado para un valor mínimo de rugosidad superficial. Se exponen, además, las tareas realizadas primero para la calibración y después para la validación de dicho dispositivo, para lo cual se elaboran las superficies de dos prototipos de acero, una rectificada y otra torneada midiendo el valor de rugosidad superficial ( $R_a$ ) para diferentes valores de fuerza de rodilado ( $P$ ). De esta forma se obtiene la dependencia  $R_a = f(P)$  que se compara con resultados fiables obtenidos de la literatura para condiciones similares de trabajo.

Recibido: 2 de julio de 2010

Aceptado: 11 de febrero de 2011

## ABSTRACT

*The preparation of the surfaces of machine elements by means of surface plastic deformation is an interesting alternative to preparation by cutting. However, the necessary processing condition are not always present in order to obtain the required quality of the surface layer, for this reason we have developed an experimental device for the rolling of external cylindrical surfaces which permits, by the use of a strain gauge bridge or Wheatstone bridge, the measurement of variations in voltage applied to the piece and get the optimal value for the rolling force for a minimum value of surface roughness. Also discussed are the tasks performed first for calibration and then validation of the device for which the surfaces are made of two steel samples, one ground and another machined measuring the value of surface roughness ( $R_a$ ) for different values of rolling force ( $P$ ). In this way the unit  $R_a = f(P)$  is obtained to be compared with reliable results obtained from the literature for similar conditions of work.*

Received: July 2, 2010

Accepted: February 11, 2011

## Palabras clave

Maquinaria, calibración, rodilado, piezas, superficies

## Keywords

Machinery, calibration, rollers, parts, surfaces

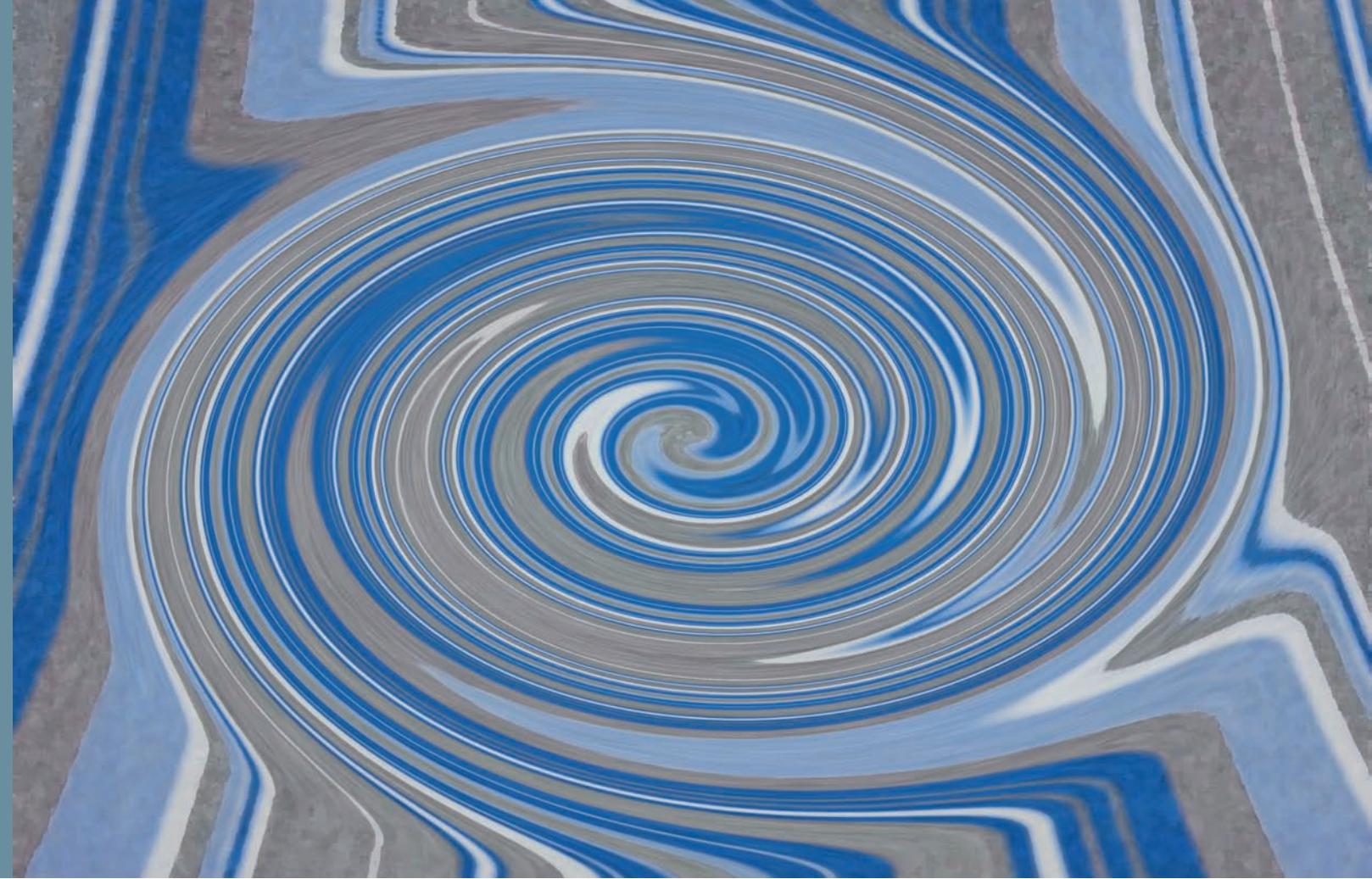


Foto: Pictelia

El rodilado es un proceso de elaboración que se puede utilizar como alternativa al rectificado en la fabricación de piezas. Este trabajo tiene como objetivo fundamental poner en funcionamiento un dispositivo experimental para el rodilado de superficies cilíndricas exteriores. Para ello, primero realizamos la calibración del mismo y después su validación.

El dispositivo experimental para el rodilado de superficies cilíndricas exteriores objeto de estudio en este trabajo se muestra en la figura 1. El mismo se compone de las siguientes partes: rodillo 1, pasador 2, cuerpo 3, vástago 4, buje 5, barra 6, tensoelementos 7 y chaveta 8.

El dispositivo fue diseñado para valores de fuerza de rodilado de hasta 1.500 N.

La medición de la fuerza de rodilado se realiza a través de los tensoelementos 7 conectados mediante el puente de Wheatstone.

La variación teórica del voltaje a la salida del puente en dependencia de la fuerza de rodilado  $P$ :  $P = 105,26\Delta e_0 \dots (1)$

### Calibración del dispositivo

En general, la calibración estática se refiere a una situación en la que todas las entradas deseadas, interferencias o modificadoras excepto una se mantienen en un determinado valor constante. Esta

única entrada se hace entonces variar dentro de determinado rango de valores constantes ocasionando que la salida también varíe dentro de cierto rango de valores constantes. Las relaciones entrada-salida así obtenidas comprenden una calibración estática, válida para las condiciones que fueron establecidas. En la práctica es imposible mantener constante todas las entradas menos una. Y esta es una de las razones por la que hay cierta dispersión en los resultados de una misma medición si se repite muchas veces (Argüelles, 1987).

En nuestro caso, la calibración se realiza con el objetivo de determinar el valor real del coeficiente de proporcionalidad entre la variación de voltaje a la salida del puente de Wheatstone y la fuerza de rodilado así como su error de medición. Para ello se utiliza la instalación que se muestra en la figura 2, que se compone de una estructura E montada sobre gatos mecánicos D que permiten lograr la posición vertical del vástago B del dispositivo, en cuyo extremo, en el lugar del rodillo, se ha colocado la barra A sobre la que se ha colgado una cesta donde se sitúan las pesas C.

Las mediciones se efectuaron en el intervalo de 0 a 1607,2N variando la carga de forma escalonada en una magnitud de

9,8 N, lo que se logra utilizando pesas debidamente calibradas de 1 kg y un error de 1,6 g por kg (tabla 1). Se efectuaron cuatro mediciones (tabla 2): dos aumentando la carga y dos disminuyéndola.

La medición de la variación del voltaje se realizó con un multímetro digital que aprecia 0,1 mV. El voltaje de la fuente fue comprobado con ese mismo multímetro y fue de 12 V.

Después de procesar estadísticamente los resultados de las mediciones se obtiene un coeficiente de proporcionalidad entre la fuerza y la variación del voltaje de  $95N/\mu V$ . Entonces la ecuación 1 queda:

$$P = 95\Delta e_0 \quad (2)$$

Utilizando los mismos resultados de la tabla 2 procedemos a calcular el valor del error de medición de la fuerza que consideraremos igual a 2 veces la desviación estándar ( $S_e$ ) para un 95% de confianza, asumiendo que la muestra se ajusta a la distribución normal. Para ello calculamos la fuerza de rodilado a partir de las indicaciones del multímetro.

Después de procesar estadísticamente estos valores obtenemos el histograma de frecuencias que se muestra en la figura 3 y un valor de la desviación estándar  $S_e = 16$  N.

N	P(N)	$\Delta e_{o1}(\mu V)$	$\Delta e_{o2}(\mu V)$	$\Delta e_{o3}(\mu V)$	$\Delta e_{o4}(\mu V)$	N	P(N)	$\Delta e_{o1}(\mu V)$	$\Delta e_{o2}(\mu V)$	$\Delta e_{o3}(\mu V)$	$\Delta e_{o4}(\mu V)$
1	0	0	0	0	0	82	823,2	8,6	8,6	8,6	8,7
2	39,2	0,4	0,4	0,4	0,4	83	833	8,7	8,7	8,7	8,8
3	49	0,4	0,5	0,4	0,5	84	842,8	8,8	8,9	8,8	8,9
4	58,8	0,6	0,6	0,6	0,6	85	852,6	8,9	9	8,9	9
5	68,6	0,7	0,7	0,7	0,7	86	862,4	9	9,1	9,1	9,1
6	78,4	0,8	0,7	0,8	0,7	87	872,2	9	9,2	9,1	9,2
7	88,2	0,9	0,9	0,9	0,9	88	882	9,1	9,3	9,2	9,3
8	98	0,9	1	0,9	1	89	891,8	9,2	9,4	9,3	9,4
9	107,8	1	1,1	1	1,1	90	901,6	9,3	9,5	9,4	9,4
10	117,6	1,1	1,2	1,1	1,2	91	911,4	9,4	9,6	9,5	9,6
11	127,4	1,3	1,3	1,3	1,3	92	921,2	9,5	9,7	9,6	9,7
12	137,2	1,4	1,4	1,4	1,4	93	931	9,6	9,8	9,7	9,8
13	147	1,5	1,5	1,5	1,5	94	940,8	9,7	9,9	9,8	9,9
14	156,8	1,6	1,6	1,6	1,6	95	950,6	9,7	10,1	9,8	10
15	166,6	1,7	1,7	1,7	1,7	96	960,4	9,9	10,2	9,9	10,1
16	176,4	1,8	1,8	1,8	1,8	97	970,2	10,2	10,3	10,1	10,2
17	186,2	1,9	1,9	1,9	1,9	98	980	10,3	10,4	10,3	10,3
18	196	2	2	2	2	99	989,8	10,3	10,5	10,4	10,4
19	205,8	2,1	2,1	2,1	2,1	100	999,6	10,4	10,6	10,5	10,6
20	215,6	2,2	2,2	2,2	2,2	101	1.009,4	10,5	10,7	10,6	10,7
21	225,4	2,3	2,3	2,3	2,3	102	1.019,2	10,6	10,8	10,7	10,8
22	235,2	2,4	2,5	2,5	2,5	103	1.029	10,7	10,9	10,8	10,9
23	245	2,4	2,6	2,5	2,6	104	1.038,8	10,8	11	10,9	11
24	254,8	2,4	2,7	2,5	2,7	105	1.048,6	10,9	11,1	11	11,1
25	264,6	2,4	2,8	2,6	2,8	106	1.058,4	11	11,2	11,1	11,2
26	274,4	2,5	2,9	2,6	2,8	107	1.068,2	11,1	11,3	11,2	11,3
27	284,2	2,6	3	2,7	2,9	108	1.078	11,2	11,4	11,3	11,3
28	294	2,7	3,1	2,8	3	109	1.087,8	11,3	11,5	11,4	11,4
29	303,8	2,8	3,2	2,9	3,1	110	1.097,6	11,4	11,6	11,4	11,5
30	313,6	2,8	3,3	3	3,2	111	1.107,4	11,5	11,7	11,5	11,6
31	323,4	2,9	3,4	3,1	3,2	112	1.117,2	11,6	11,8	11,6	11,7
32	333,2	3,1	3,5	3,2	3,3	113	1.127	11,7	12	11,7	11,8
33	343	3,3	3,6	3,4	3,5	114	1.136,8	11,8	12,1	11,8	11,9
34	352,8	3,3	3,7	3,5	3,6	115	1.146,6	12	12,2	11,9	12
35	362,6	3,4	3,8	3,5	3,7	116	1.156,4	12,1	12,3	12,1	12,1
36	372,4	3,5	3,9	3,5	3,8	117	1.166,2	12,2	12,4	12,3	12,2
37	382,2	3,6	4,1	3,6	3,9	118	1.176	12,3	12,5	12,4	12,4
38	392	3,8	4,2	3,7	4	119	1.185,8	12,4	12,7	12,5	12,5
39	401,8	3,8	4,3	3,8	4,2	120	1.195,6	12,5	12,8	12,6	12,7
40	411,6	3,9	4,4	3,9	4,3	121	1.205,4	12,6	12,9	12,7	12,8
41	421,4	4,1	4,5	4	4,4	122	1.215,2	12,7	13,1	12,9	12,9
42	431,2	4,1	4,6	4,1	4,5	123	1.225	12,8	13,1	13	13
43	441	4,5	4,7	4,2	4,6	124	1.234,8	12,9	13,2	13,1	13,1
44	450,8	4,5	4,8	4,3	4,6	125	1.244,6	13	13,3	13,2	13,2
45	460,6	4,5	4,9	4,5	4,7	126	1.254,4	13,2	13,3	13,2	13,3
46	470,4	4,6	5,1	4,6	4,9	127	1.264,2	13,3	13,4	13,3	13,4
47	480,2	4,8	5,3	4,9	5,1	128	1.274	13,4	13,6	13,4	13,5
48	490	5	5,4	5	5,2	129	1.283,8	13,5	13,7	13,5	13,6
49	499,8	5,1	5,5	5,2	5,3	130	1.293,6	13,6	13,7	13,6	13,7
50	509,6	5,2	5,5	5,3	5,4	131	1.303,4	13,7	13,9	13,7	13,8
51	519,4	5,3	5,7	5,4	5,6	132	1.313,2	13,8	13,9	13,8	13,9
52	529,2	5,4	5,7	5,5	5,7	133	1.323	13,8	14	13,8	13,9
53	539	5,5	5,9	5,5	5,8	134	1.332,8	13,9	14,1	13,9	14
54	548,8	5,6	5,9	5,7	5,9	135	1.342,6	14	14,3	14	14,2
55	558,6	5,7	6	5,8	6	136	1.352,4	14,1	14,4	14,1	14,3
56	568,4	5,8	6,1	5,9	6,1	137	1.362,2	14,2	14,5	14,2	14,3
57	578,2	5,9	6,2	6	6,1	138	1.372	14,3	14,6	14,4	14,5
58	588	6	6,3	6,1	6,2	139	1.381,8	14,5	14,7	14,5	14,6
59	597,8	6	6,4	6,2	6,3	140	1.391,6	14,6	14,8	14,6	14,7
60	607,6	6	6,5	6,3	6,4	141	1.401,4	14,8	14,9	14,8	14,9
61	617,4	6,1	6,6	6,3	6,5	142	1.411,2	15	15	14,9	15
62	627,2	6,2	6,7	6,4	6,6	143	1.421	15,2	15	15,1	15,1
63	637	6,3	6,8	6,5	6,7	144	1.430,8	15,3	15,2	15,2	15,2
64	646,8	6,3	6,9	6,5	6,8	145	1.440,6	15,3	15,3	15,2	15,3
65	656,6	6,3	7	6,6	6,9	146	1.450,4	15,4	15,4	15,4	15,4
66	666,4	6,3	7,1	6,7	7	147	1.460,2	15,5	15,5	15,5	15,5
67	676,2	6,5	7,2	6,8	7,1	148	1.470	15,6	15,7	15,6	15,7
68	686	6,6	7,3	6,9	7,1	149	1.479,8	15,8	15,8	15,7	15,8
69	695,8	6,7	7,5	7	7,2	150	1.489,6	15,8	15,9	15,8	15,9
70	705,6	6,9	7,6	7,1	7,3	151	1.499,4	15,9	15,9	15,9	15,9
71	715,4	7	7,6	7,2	7,4	152	1.509,2	15,9	16,1	16	16
72	725,2	7,2	7,7	7,3	7,5	153	1.519	16	16,2	16,1	16,1
73	735	7,5	7,8	7,5	7,6	154	1.528,8	16,1	16,3	16,2	16,2
74	744,8	7,6	7,9	7,6	7,8	155	1.538,6	16,2	16,4	16,3	16,4
75	754,6	7,7	8	7,7	7,9	156	1.548,4	16,4	16,5	16,4	16,5
76	764,4	7,8	8,1	7,9	8,1	157	1.558,2	16,5	16,6	16,5	16,6
77	774,2	7,8	8,2	7,9	8,2	158	1.568	16,7	16,7	16,6	16,7
78	784	8	8,3	8	8,3	159	1.577,8	16,8	16,8	16,8	16,8
79	793,8	8,2	8,4	8,1	8,4	160	1.587,6	16,9	16,9	16,9	16,9
80	803,6	8,4	8,5	8,3	8,5	161	1.597,4	17	17	17	17
81	813,4	8,5	8,5	8,4	8,6	162	1.607,2	17,1	17,1	17,1	17,1

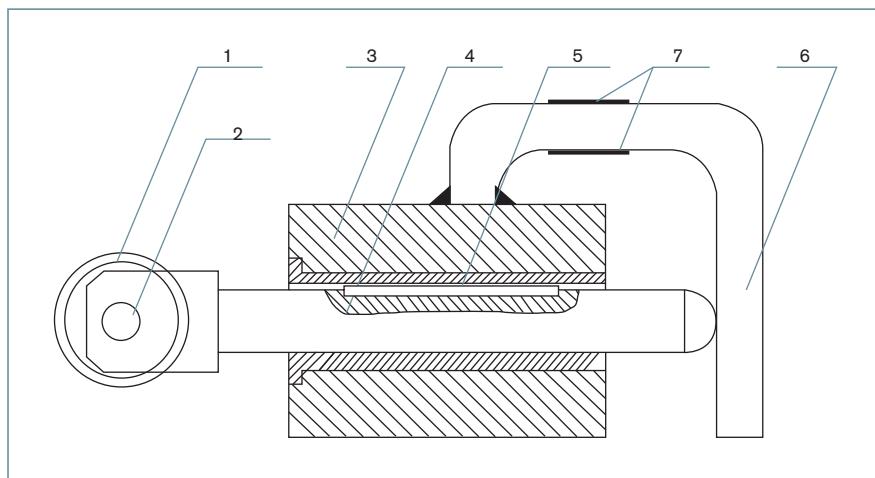


Figura 1. Dispositivo experimental para el rodilado de superficies cilíndricas exteriores.

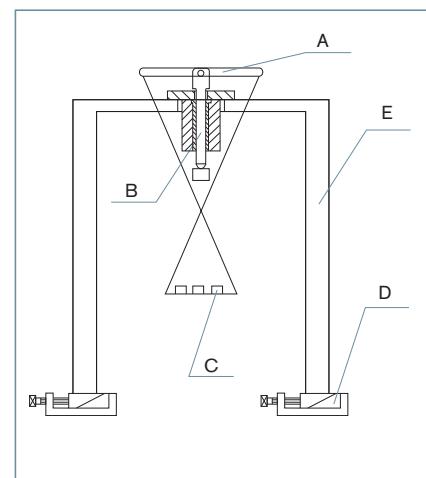


Figura 2. Instalación para la calibración del dispositivo.

Patrón de masa	Cantidad	Error (g)
1 kg	1	0,8
2 kg	2	1,6
5 kg	1	4
10 kg	1	8
20 kg	7	16

Tabla 1. Patrones de masa.

### Validación del dispositivo

Durante la elaboración de superficies cilíndricas, con avance, la huella del rodillo se transforma en una canal deformada plásticamente que representa una espiral. Por cuanto el ancho de esta canal en varias veces supera el avance, el rodillo sale a una superficie deformada de la pieza ya en la segunda revolución de la misma aumentando el ancho y la profundidad de esta canal. Después de un número deter-

minado de revoluciones el proceso se estabiliza. El rodillo contacta con cada punto de la superficie  $l/S$  veces. El proceso de deformación plástica superficial depende de la fuerza de rodilado, las dimensiones de la pieza y las dimensiones y el perfil del rodillo. Para algunas combinaciones de estos parámetros puede que el proceso no se estabilice, por ejemplo, el crecimiento intensivo de la onda de metal delante del rodillo puede continuar hasta que comience la rotura en la cima de la misma o hasta que el rodillo salte. Para evitar que la medición de la rugosidad se realice sobre la zona donde el proceso no es estable es que las franjas de rodilado sobre las probetas se realizan a 36 mm de longitud (ancho del rodillo  $l = 10 \text{ mm}$ , longitud mínima necesaria para la medición 15 mm ( $10 + 15 = 25 < 36$ ).

El número de ciclos de carga se determina por la fórmula:

$$N = \frac{4\sqrt{P/HB}}{S} zq$$

$z \Rightarrow$  Número de rodillos

$q \Rightarrow$  Número de pasadas

$S \Rightarrow$  Avance (mm/rev)

La destrucción de la capa superficial puede ocurrir no solo para una fuerza que supere la crítica, sino también para una fuerza relativamente pequeña si el número de ciclos de carga  $N$  es demasiado grande. En este caso la destrucción de la superficie tiene un carácter periódico (Odintsov, 1987).

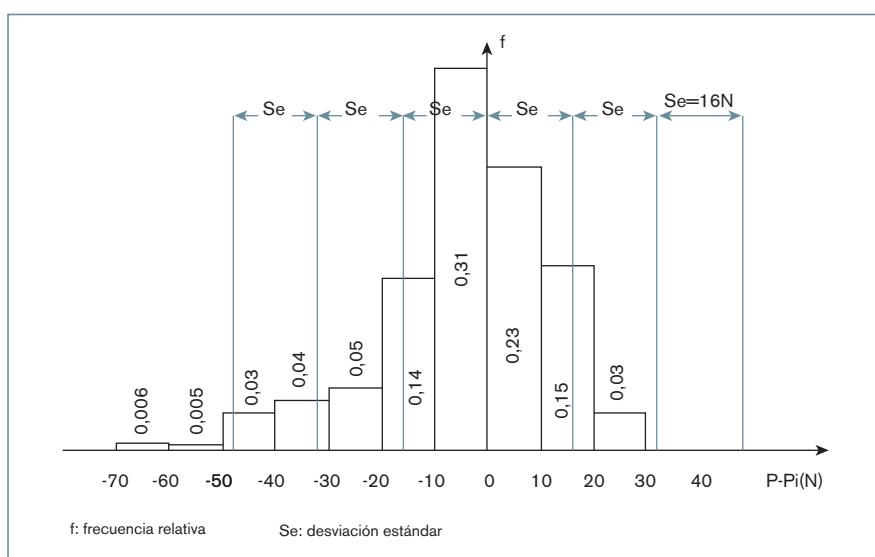
La  $N$  admisible en gran medida depende del tipo de material que se elabora. Para alcanzar  $R_a = 1,6 \text{ Mm}$  para el acero sin templar es necesario que  $20 < N < 200$ .

El rodilado es mejor llevarlo a cabo en una sola pasada, raramente se usa un segundo y un tercero recorrido de trabajo los cuales pueden mejorar la situación de la superficie muy poco. Sin embargo, un alto número de pasadas no se admite, ya que puede ocasionar un sobreendurecimiento de la superficie como consecuencia de un aumento brusco del número de ciclos de carga (Odintsov, 1987).

La velocidad de rodilado prácticamente no ejerce influencia en la rugosidad superficial y en otras características de la capa superficial. La misma se limita solamente por los procesos térmicos, pulsación admisible de la herramienta, rigidez y precisión del equipamiento que se utiliza. Se recomiendan valores de 20 a 200 m/min. El aumento posterior de la velocidad se acompaña de la aparición de vibraciones y cargas dinámicas. (Odintsov, 1987).

Para la validación experimental del dispositivo se tomaron como patrón de comparación resultados experimentales

Figura 3. Histograma de frecuencias.



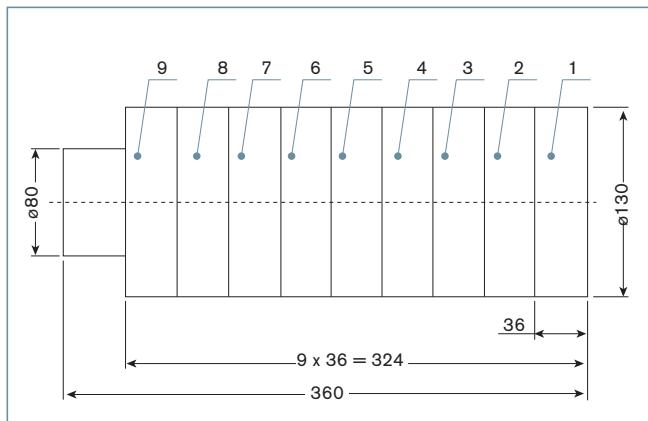


Figura 4. Probeta.

de confiabilidad tomados de la literatura (Odintsov, 1987). Así se sometió el dispositivo a condiciones de explotación tales que reprodujeran aquellas para las cuales se obtuvo la curva 1 figura 5 (a excepción del acabado inicial de la probeta).

Esas condiciones son las siguientes:

1. Material de la probeta: acero 45.
2. Avance:  $S = 0,21 \text{ mm/rev}$ .

Zona	P (N)	$\Delta e$	e
1	250	2,6	14,9
2	500	5,2	17,5
3	750	7,8	20,1
4	1.000	10,3	22,6
5	1.250	12,9	25,2
6	1.500	15,5	27,8
7	1.750	18	30,3
8	2.000	20,6	32,9
9	0	0	12,3

Tabla 3. Fuerza aplicada, voltaje y variación de voltaje en cada una de las zonas de las probetas.

Tabla 4. Fuerza aplicada y rugosidad superficial en cada una de las zonas de las probetas.

Zona	P (N)	Ra (Mm) Probeta torneada	Ra (Mm) Probeta rectificada
1	250	0,8	0,4
2	500	0,6	0,3
3	750	0,5	0,3
4	1.000	0,4	0,3
5	1.250	0,4	0,3
6	1.500	0,4	0,3
7	1.750	0,4	0,3
8	2.000	0,5	0,3
9	0	1,2	1

3. Velocidad de la probeta:  $n = 300 \text{ rev/min}$ .

4. Diámetro de la probeta: 130 mm.

5. Diámetro del rodillo: 40 mm.

6. Radio del perfil del rodillo: 20 mm.

Se fabricaron dos probetas (figura 4). Una se rectificó y la otra solamente se torneó lográndose una rugosidad superficial de  $Ra = 1$  y  $Ra = 1,2$  (figura 5), respectivamente. A continuación, se montaron en un torno 1K62 recientemente reparado y se rodilaron franjas de 36 mm de longitud con diferentes valores de fuerza de rodilado (tabla 3) calculando previamente el voltaje  $e_0$  correspondiente por la fórmula:

$$e_0 = 12,3 + \frac{P}{95}$$

La zona 9 tiene la rugosidad correspondiente a la operación de torneado o rectificado según sea el caso.

Es el desequilibrio inicial del puente de Wheatstone.

El voltaje de la fuente utilizada fue de 12 V.

La rugosidad superficial se midió en un rugosímetro Surftest III de la firma Mitutoyo.

Los resultados de las mediciones efectuadas de Ra se muestran en la tabla 4 y en la figura 5, donde se puede observar que la dependencia de la rugosidad superficial con la fuerza de rodilado obtenida en las probetas tienen un carácter similar a la que se obtuvo en la literatura, o sea, tiene un carácter parabólico, con tres zonas claramente definidas, la primera con valores de la fuerza de rodilado P entre 0 y 750 N donde tiene lugar una rápida disminución de la rugosidad superficial, una segunda zona con valores de P entre 750 N y 1.500 N donde el proceso de rodilado se puede considerar óptimo, y una tercera zona con valores de P mayores de 1.500 N, donde

comienza el deterioro de la capa superficial de la superficie elaborada (Odintsov, 1987).

## Conclusiones

Del análisis de los resultados obtenidos hemos llegado a las siguientes conclusiones:

– Se cumplió el objetivo planteado, pues consideramos que el dispositivo puede ser utilizado para realizar investigaciones que permitan obtener los valores de fuerza de rodilado óptimos que correspondan a la menor rugosidad superficial de la superficie que se elabora.

– Se determinó el error de medición de la fuerza de rodilado en el dispositivo que es de para un 95% de confianza. Este valor lo consideramos aceptable, pues las condiciones en que se realizó la calibración del dispositivo corresponden a las de un taller de producciones mecánicas que es, en definitiva, el lugar donde va a ser utilizado.

## Bibliografía

Argüelles PJ (1987). Mediciones de eventos mecánicos y dinámicos. Cuba. Editorial Pueblo y Educación. p. 66-92.

Odintsov GL (1987) Fortalecimiento y acabado de las piezas a través de la deformación plástica superficial. Cuba. Editorial Construcción de Maquinarias. p. 70-90.

Robert Hernández Ortega

roberth@uclv.edu.cu

Profesor de ingeniería mecánica de la Universidad Central de Las Villas, Cuba.

Gerardo Rafael González García

gerardogg@uclv.edu.cu

Profesor de ingeniería mecánica de la Universidad Central de Las Villas, Cuba.

# NUEVO PRODUCTO

Desde el 1 de  
noviembre de 2009



**mupiti**  
Mutualidad de Previsión Social de  
Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales a prima fija

## Plan de Previsión Asegurado de MUPITI (PPA MUPITI)

**Termina con las rentabilidades negativas de tus planes de pensiones...  
...traspasando tus ahorros a MUPITI**

Mupiti ha creado un nuevo seguro, denominado **PPA MUPITI**, para que puedas movilizar los ahorros que tengas en Planes de Pensiones y Planes de Previsión Asegurados de otras entidades financieras.

Con el PPA MUPITI obtendrás:

- **Aportaciones 100% garantizadas**
- **Interés garantizado hasta la jubilación**
- **Participación en beneficios**
- **Las mismas ventajas fiscales que tu actual Plan de Pensiones**

**No lo demores más, traspasa tu plan de pensiones a MUPITI y  
disfruta de las garantías y tranquilidad que te ofrece tu Mutualidad.**

RENTABILIDAD DE LOS SEGUROS DE JUBILACIÓN DE MUPITI

rentabilidad 2008\* **3,49%**, rentabilidad últimos 5 años\* **24,72%**

\*Rentabilidades pasadas no garantizan rentabilidades futuras



**Contacta con nosotros, estaremos encantados de asesorarte**

Directamente en nuestra sede:  
C/ Orense, 16, 1º planta. 28020 Madrid  
Tels.: 913 993 155 ó 913 994 690

Con el Vocal-Delegado de MUPITI en tu Colegio o a través de internet:  
[secretari@mupiti.com](mailto:secretari@mupiti.com)  
[www.mupiti.com](http://www.mupiti.com)

# Certificación de sistemas de gestión de eficiencia energética

Francisco Martín Santamaría

*Certification of energy efficiency management systems*

## RESUMEN

La certificación de un sistema de gestión es la acción llevada a cabo por una entidad reconocida como independiente de las partes interesadas en la que se manifiesta que se dispone de la confianza adecuada de que un proceso y/o servicio se realiza conforme con una norma específica. Las normas ISO de sistemas de gestión (9001, 14001, 22000, 27001, 28001, etcétera) son de carácter internacional, unificador y su implantación y certificación es voluntaria. Obtener la certificación es prueba tangible de la capacidad de cumplir con los requisitos que establece la norma.

La norma de sistemas de gestión de la eficiencia energética, UNE-EN 16001:2010, comparte muchas de las mismas ventajas que el resto de las normas de sistemas de gestión. La certificación según la UNE-EN 16001:2010 presenta beneficios tales como ser una certificación compatible con ISO 14001 y con EMAS (Reglamento Europeo de Ecogestión y Eco-auditoría), además de suponer un ahorro energético medible.

Recibido: 22 de marzo de 2010

Aceptado: 9 de diciembre de 2010

## ABSTRACT

*The certification of a management system is the action carried out by an entity recognized as independent of all interested parties, and expressing adequate confidence that a process and/or service is made pursuant to a specific standard. The ISO management systems (9001, 14001, 22000, 27001, 28001, etc.) are international, unifying, and their implementation and certification is voluntary. Obtaining certification is tangible proof of the ability to meet the requirements established by the standard.*

*The management system standard for energy efficiency, UNE-EN 16001:2010, shares many of the same benefits as other management system standards. Certification to UNE-EN 16001:2010 has benefits such as being a certification compliant with ISO 14001 and EMAS (European Eco-Management and Audit Scheme), in addition to representing a measurable energy saving.*

Received: March 22, 2010

Accepted: December 9, 2010

## Palabras clave

Certificación, normas UNE, normas ISO, eficiencia energética, sistemas de gestión

## Keywords

*Certification, UNE, ISO standards, energy efficiency, management systems*



Foto: Pictelia

Toda organización se compone de una serie de elementos operativos que necesitan relacionarse entre sí; de tal modo que indefectiblemente, se establece la forma en que se afectan dichos elementos y, por tanto, la estructura a la que dan lugar en su conjunto.

La necesidad de establecer un método único y según unas necesidades concretas, supone el origen de las normas ISO; que establecen unas directrices y unos mínimos de actuación, para las organizaciones que se certifiquen.

Las normas ISO de sistemas de gestión (9001, 14001, 22000, 27001, etc.) son de carácter internacional y unificador, de tal modo que la estandarización permite establecer la forma de medir la mejora continua. Por ello, la UNE-EN 16001:2010 comparte muchas de las ventajas con el resto de normas de sistemas de gestión, como es el hecho de evolucionar junto con las necesidades del sector industrial. Su actualización conforme a los procesos cada vez más complejos hace de ella una herramienta adaptada a las necesidades de las instalaciones y de las personas que operan en ellas. Sin duda, se perfila como un sistema ideal a la hora de aplicarse en la búsqueda de la eficiencia energética porque: ofrece garantía del cumplimiento legal, sirve

para proponer unos objetivos por encima de los mínimos legales y facilita la implantación de una metodología para la mejora continua. En consecuencia, no sólo obtienen beneficios las organizaciones certificadas, al mejorar su rendimiento y, por tanto, reducir sus costes, sino que, además, las mejoras se hacen extensivas al entorno empresarial y físico de la misma.

#### Certificación de sistemas de gestión

Se entiende por certificación la acción llevada a cabo por una entidad reconocida como independiente de las partes interesadas en la que se manifiesta que se dispone de la confianza adecuada de que un producto, proceso o servicio es conforme con una norma específica.

La entidad que lleva a cabo la certificación debe estar previamente acreditada para garantizar la integridad de sus acciones de certificación según referenciales y códigos de actividad. Es un requisito esencial para obtener la acreditación seguir un procedimiento por el cual la entidad acreditadora reconoce formalmente que un organismo es competente para desarrollar tareas específicas de inspección, certificación y auditoria de sistemas de gestión.

La entidad acreditadora adquiere la potestad de acreditar a otras organizaciones directamente de la Administración pública. En España es el Ministerio de Ciencia y Tecnología el que delega en la Entidad Nacional de Acreditación (Enac) para que dé garantía de la capacidad de las entidades de certificación.

Una entidad de certificación recibe de Enac la acreditación necesaria para inspeccionar, certificar y auditar los sistemas de las empresas que quieran obtener un certificado conforme a una norma. De igual modo, una entidad acreditada en un país puede operar fuera de éste, siempre y cuando sea acreditada por la entidad correspondiente al lugar donde desea operar, o existan convenios de mutuo reconocimiento tal como se puede ver en la figura 1.

El propósito que tiene la creación de un organismo de acreditación es asegurar un estándar uniforme de certificación, lo que, a su vez, permite asegurar el reconocimiento de los certificados.

Los procesos de certificación homogéneos y operar bajo criterios estrictos de uniformidad y control refuerzan la confianza en las entidades de certificación.

Se audita a los organismos de certificación según la norma EN 17021:2006,



Figura 1. Esquema general de las funciones correspondientes a cada organismo hasta la certificación.

lo que comporta el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Un organismo rector imparcial y una estructura organizativa definida.
- Personal operario permanente e independiente.
- Personal auditor competente y control de subcontratistas.
- Un sistema de calidad (manual, procedimientos, registros, auditorías internas, etcétera).
- Un procedimiento de apelaciones.

El proceso de certificación de sistemas es el que se describe en la figura 2, estableciéndose ciclos trieniales.

Una vez certificada una empresa se le permite usar el logotipo de certificación como una prueba tangible de haberla obtenido, siempre y cuando no se utilice sobre el producto, de forma que no implique conformidad del producto porque lo que se ha certificado es el sistema. Por ello, los organismos de certificación aplican controles que les permitan reaccionar en caso de que se esté produciendo

un mal uso del logotipo o del certificado. Una vez certificado el sistema de gestión de una empresa, se le hace un seguimiento hasta llegar al momento de la recertificación, al cabo de los tres años desde la certificación o desde la última recertificación.

### Certificación de sistemas de gestión de eficiencia energética

#### Antecedentes y marco de referencia

La eficiencia energética se entiende como la relación entre la energía de salida y la de entrada, en o para un proceso específico, es decir, el aprovechamiento adecuado de la energía, no empleándola en actividades innecesarias y utilizando el mínimo consumo de energía posible para conseguir los niveles adecuados de confort requeridos.

Casi siempre se tiende a sobredimensionar la componente tecnológica de la eficiencia energética frente a otros elementos. Aunque es importante, la com-

ponente tecnológica no es necesariamente la principal y, sobre todo, no siempre resulta la más afectada durante la puesta en marcha de cierto tipo de medidas.

La directiva 2006/32/CE, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos, sienta las bases de la necesidad de mejorar la eficiencia del uso final de la energía, la gestión de la demanda energética y fomentar la producción de energía renovable. Las principales razones para buscar una mayor eficiencia en el uso final de la energía son disminuir el consumo de energía primaria y, por tanto, reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>; aprovechar los potenciales ahorros de energía de forma eficiente para conseguir mayor rentabilidad económica, y reducir la dependencia energética de la Comunidad Europea del exterior para estimular su innovación y competitividad como consecuencia del avance hacia tecnologías de mayor rendimiento energético.

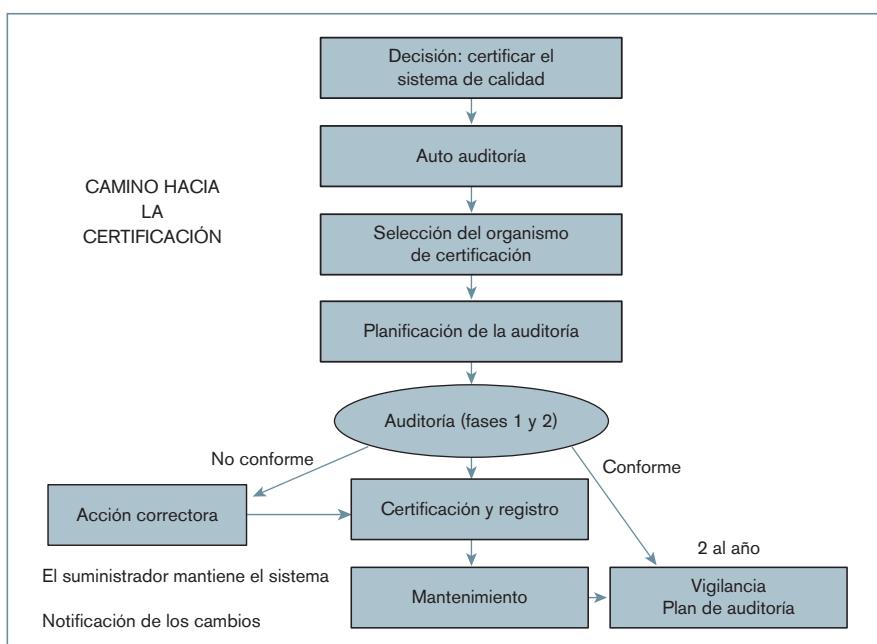
En el contexto europeo se han suscrito compromisos dentro del protocolo de Kioto para la reducción de gases de efecto invernadero, se pretende alcanzar seguridad en el suministro de la energía a los miembros de la Unión Europea, se busca alcanzar cambios estructurales profundos en el sector energético europeo, se pretende la liberación del mercado y aumentar la importancia de las fuentes energéticas renovables.

#### Características generales de la norma UNE-EN 16001:2010

La estructura es compartida con la UNE-EN-ISO 14001:2004, lo que la hace compatible con otros sistemas de gestión y facilita su integración dentro de una empresa que posea un sistema ya certificado. Además, al igual que 14001, su aplicación es posible en todo tipo de organizaciones. La figura 3 expresa el diagrama de proceso según la norma UNE-EN 16001:2010.

La mejora continua que se pretende alcanzar con la implantación de la norma en la empresa por certificar se desarrolla mediante la metodología denominada PDCA (figura 4) porque se basa en “planificar, desarrollar, controlar y actuar”. La planificación sirve para establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización; el desarrollo permite verificar el funcionamiento de los procesos; el control implica hacer seguimiento y medir los procesos contra las políticas, los objetivos del cliente e informar de los resultados a la dirección, y la actuación

Figura 2. Esquema del proceso seguido para la certificación.



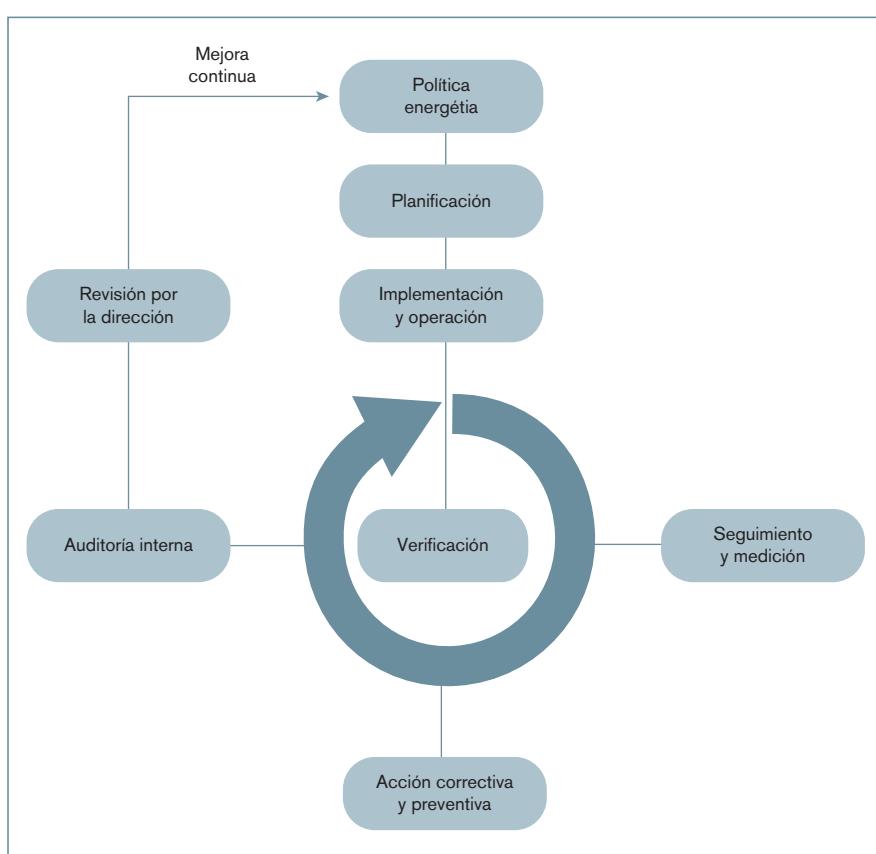


Figura 3. Modelo de gestión energética.

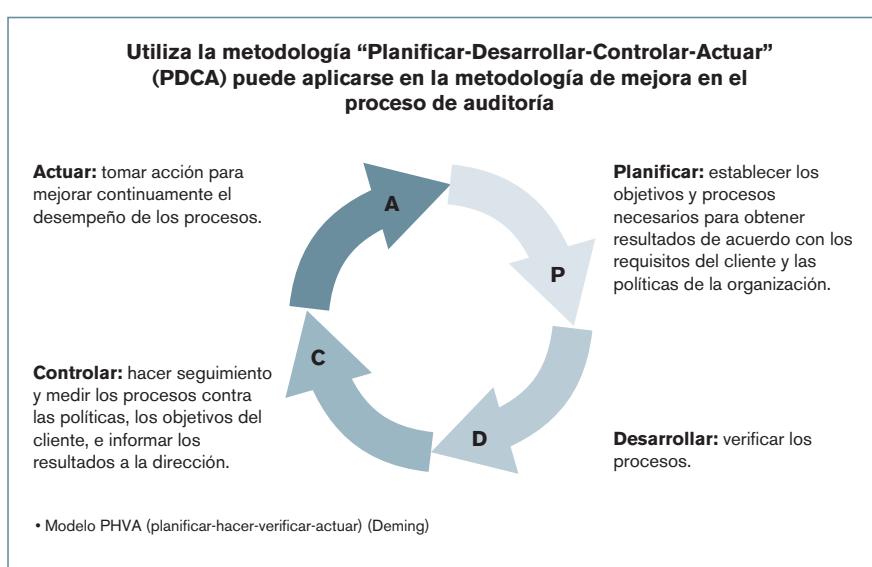


Figura 4. Círculo de Deming.

es la forma de corregir los hallazgos efectuados para la consecución de la mejora continua.

#### Objetivos y aplicación

Los objetivos fundamentales, que persigue la norma UNE-EN 16001:2010, son fomentar el ahorro de la energía y de la eficiencia energética en las organizaciones donde se implante la norma y disminuir las emisiones de gases que

producen el cambio climático, de tal modo que las organizaciones donde se aplique un sistema de gestión energética va a:

- Mejorar la eficiencia energética de sus procesos de forma sistemática.
- Establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión energética.
- Incrementar el aprovechamiento de energías renovables o energías excedentes propias o de terceros.

Asegurar su conformidad con su política energética.

Demostrar esta conformidad a terceros.

Buscar la certificación de su sistema de gestión energética por una organización externa.

#### Requisitos

La norma establece como requisitos generales en su punto 3.1 que la organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar de forma continua un sistema de gestión energética de acuerdo con los requisitos de la norma y determinar cómo se satisfarán. También recae sobre la organización el deber de definir y documentar el objeto y alcance de su sistema de gestión energética.

Además la norma UNE-EN 16001:2010 determina la necesidad de establecer, implementar y mantener una política energética (punto 3.2) por parte de la alta dirección de la organización, en la que se describa el compromiso para la mejora energética de la organización.

En el texto de la norma también se exige que haya una planificación (punto 3.3) que comprenda una evaluación de los aspectos energéticos de la organización, que se encargue de la identificación y revisión del cumplimiento de los requisitos legales que afectan a la organización, así como otros requisitos energéticos, y que establezca, implemente y mantenga unos objetivos, metas y programas que promuevan la mejora continua.

En lo referente a la implantación y el funcionamiento del sistema de gestión energética, se articula según el siguiente esquema:

- Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad.
- Toma de conciencia, formación y competencia.
- Comunicación.
- Documentación del sistema de gestión energética.
- Control de documentos.
- Control operacional.

En la figura 5 se describe el diagrama de flujo conforme a la norma UNE-EN 16001:2010.

Tras la puesta en marcha del sistema se requiere un examen para evaluar el funcionamiento y comprobar la necesidad de medidas correctivas; el contenido del punto 3.5 de la norma engloba los siguientes apartados:

- Seguimiento y medición.
- Evaluación del cumplimiento legal.
- No conformidad, acción correctiva y acción preventiva.

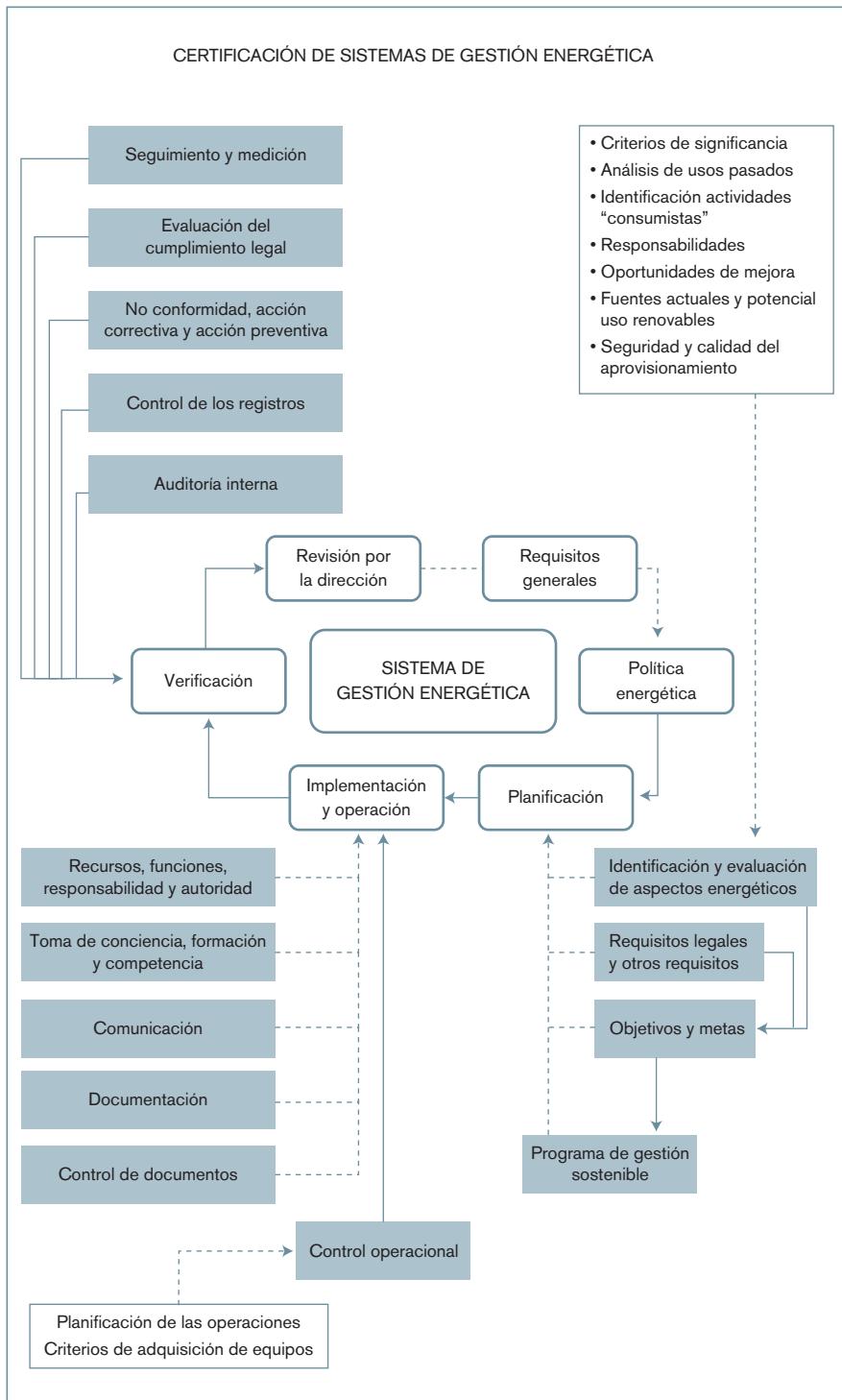


Figura 5. Diagrama de flujo general conforme a la norma UNE-EN 16001.

- Control de los registros.
- Auditorías internas de los sistemas de gestión energética.

Finalmente, corresponde a la alta dirección el revisar el sistema de la organización de forma periódica para asegurar que se mantiene la conveniencia, adecuación y eficacia continua del sistema. Este requisito de la norma posibilita llevar a cabo la mejora continua porque permite incluir la evaluación de oportunidades de mejora y establecer la necesidad de efectuar cambios

dentro del sistema de gestión, revisando la política energética, los objetivos y las metas.

### Singularidades

La principal singularidad es que implantarla supone instaurar un compromiso de mejora de la eficiencia energética, lo que se traduce en una responsabilidad de mejora ambiental concreta, que complementa normas con un enfoque más generalista como es el caso de la ISO 14001:2004.

Al tener un enfoque de ahorro energético, incluye dos definiciones necesarias para establecer e implantar el sistema, en el apartado dedicado a tal fin. Son definiciones de aspecto energético como “elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con la energía” y de aspecto energético significativo como “aquel que tiene o puede tener un impacto significativo en el uso de la energía”.

El establecimiento de criterios de evaluación basados en eficiencia de energía a la hora de adquirir equipos y materias primas que presenten consumos de energía (o tengan la posibilidad de generar impactos en el uso de la energía) resulta una peculiaridad reflejada en esta norma.

Y el establecimiento, la implementación y el mantenimiento de un procedimiento o procedimientos para evaluar los aspectos energéticos en el diseño o modificación de nuevos proyectos, actividades/operaciones, instalaciones, productos y servicios incluyendo edificaciones son también características de esta norma, así como el que las posibilidades de optimización de la eficiencia energética deban incorporarse a las actividades de diseño tan pronto como sea posible.

### Ventajas y dificultades de la certificación de sistemas de gestión energética

De forma general, la implantación del sistema de gestión energética, recogido según la norma UNE-EN 16001:2010, dota a la empresa de una mejor imagen (responsabilidad social) que la diferencia frente al resto, lo que genera una mayor supervivencia en el mercado. Permite no sólo mantener los objetivos y metas de la empresa, sino también mejorarlos de forma progresiva y continuada en el tiempo, establecer nuevos horizontes para anticiparse y llevar a cabo una mejora continua en el desempeño de su actividad.

De forma más particular, la certificación en UNE-EN 16001:2010 presenta ventajas tales como ser una certificación compatible con ISO 14001 y con EMAS (Reglamento Europeo de Ecogestión y Ecoauditoría), por lo que resulta de fácil adaptación a empresas que tengan estos sistemas implantados. Otras ventajas son que supone un ahorro energético medible; permite a la empresa disponer de datos de mediciones, tras la automatización de procesos; la certificación es prueba tangible de la capacidad de cumplir con los requisitos de la norma; también genera confianza en los clientes (partes interesadas), y permite evitar

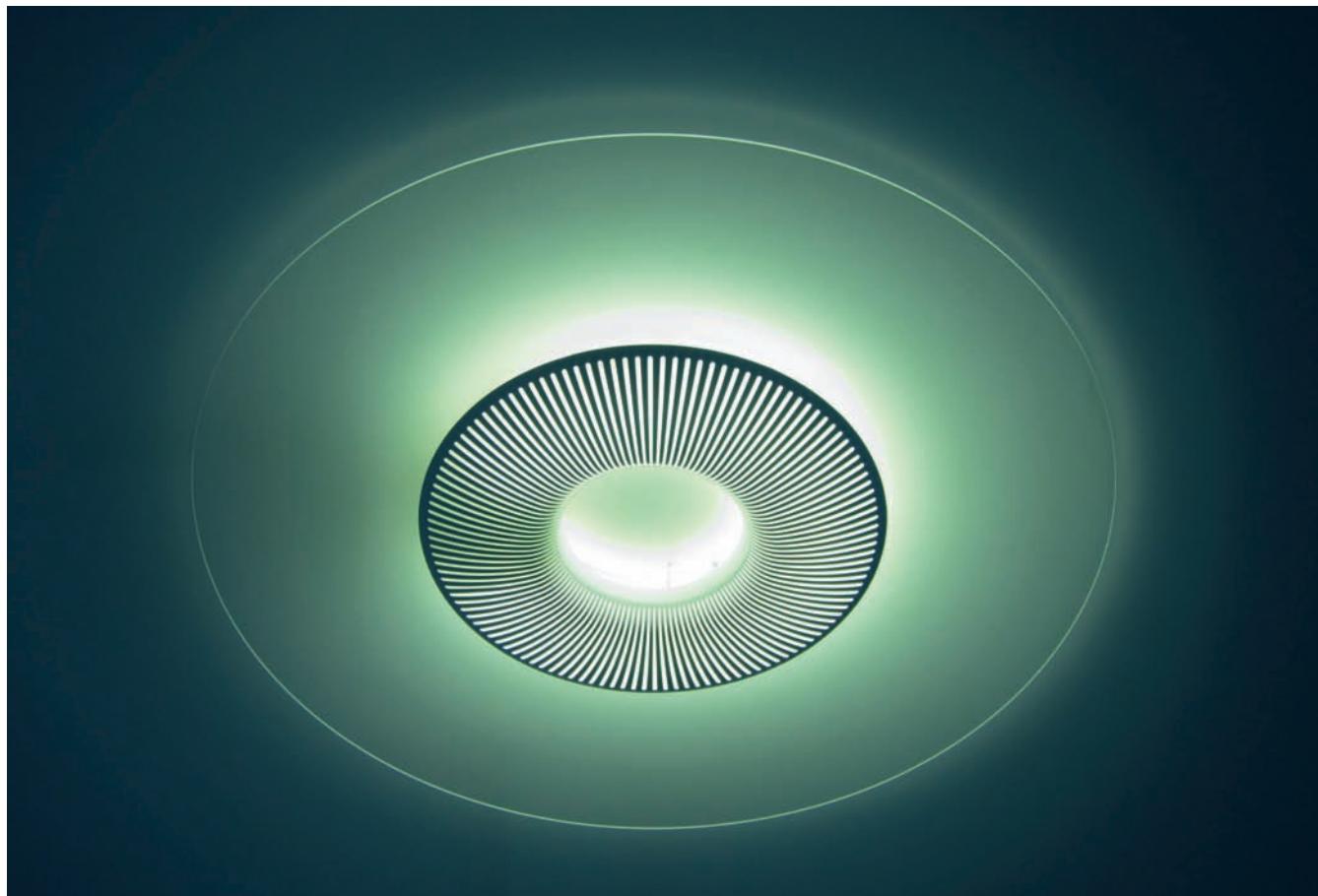


Foto: Pictelia

auditorías múltiples de segunda parte, porque la certificación misma ya ofrece las garantías necesarias.

Por el contrario, también puede presentar ciertas dificultades que le restan a la norma UNE-EN 16001 atractivo a la hora de su implantación en una organización, como el hecho de tratarse de una nueva norma. Esto suma dificultad a la hora de su aplicación generalizada. Requiere un conocimiento de los balances de energía y materia de los procesos de la empresa. Se tiene que analizar la idoneidad de los equipos de medición instalados, por lo que puede dar la sensación de restar operatividad. Otros aspectos son que es difícil definir la unidad de producción de referencia y equiparar la utilización de los coeficientes de equivalencia.

## Conclusiones

La adhesión a un sistema de gestión y la obtención de una certificación suponen para la empresa que se certifica una prueba de la conformidad en relación con unos requisitos, que conllevan los siguientes beneficios:

- La reducción de costes al alcanzar una mayor eficiencia.

– La ventaja comercial que confiere una prueba objetiva, como el certificado, a la hora de garantizar al cliente el cumplimiento de unos requisitos.

– Proporciona a la empresa certificada un método de medida que se ajusta a los requerimientos legales y los que se establecen por exigencias del cliente.

– Facilita las relaciones comerciales y con la Administración pública, puesto que el certificado garantiza que se hacen las mediciones oportunas y ello proporciona confianza.

– Promueve la adaptación a las necesidades futuras, estimulando la mejora continua en la empresa.

El proceso de certificación debe aportar valor medible a las empresas, más allá que un mero sistema formal que no siempre sea coincidente con el sistema real.

## Bibliografía

- Aenor (2002). Norma UNE-EN ISO 19011:2002 de Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental  
Occupational Health & Safety Advisory Services (2007). OHSAS 18001:2007  
Occupational Health & Safety Advisory Services (2008). OHSAS 18002:2008  
Diario Oficial de la Unión Europea (2006). Directiva 2006/32/CE sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:0064:ES:PDF>
- Aenor (2008). Norma UNE-EN ISO 9001:2008 de Sistemas de gestión de la calidad.  
Aenor (2010). Norma UNE-EN 16001:2010 de Sistemas de gestión energética.  
Aenor (2004). Norma UNE-EN ISO 14001:2004 de Gestión ambiental.  
Aenor (2006). Norma UNE-EN ISO/IEC 17021:2006 de Evaluación de la conformidad. Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión.

---

## Francisco Martín Santamaría

francisco.martin-santamaria@es.bureauveritas.com  
Ingeniero técnico industrial. Director regional de Bureau Veritas en Andalucía.

## CONSEJO GENERAL

### >> José Antonio Galdón Ruiz, nuevo presidente del Consejo General de la Ingeniería Industrial

José Antonio Galdón Ruiz fue elegido presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial (Cogiti) en las elecciones reglamentarias que se celebraron el pasado 26 de marzo. En ellas también se eligieron los demás cargos de la junta ejecutiva del Cogiti, cuya composición es la siguiente: Juan Ignacio Larraz Pló, vicepresidente; Avelino García García, secretario; Luis Francisco Pascual Piñeiro, vicesecretario; José María Manzanares Torné, tesorero; Gerardo Arroyo Gutiérrez, interventor, y, como vocales, Aquilino de la Guerra Rubio, Domingo Villero Carro, Juan José Cruz García, Juan Ribas Cantero y Santiago Crivillé Andreu. Las elecciones se celebraron en la sede social del consejo, en la avenida de Pablo Iglesias de Madrid.

El decano del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de la Región de Murcia, José Antonio Galdón, de 35 años, se ha convertido en el presidente más joven en la historia del Cogiti. Este representa a más de 93.000 ingenieros técnicos industriales colegiados en España y a los 49 colegios que constituyen el consejo.



José Antonio Galdón Ruiz, el presidente más joven, llega desde el decanato del colegio de Murcia para relevar a Vicente Martínez al frente del Cogiti.

#### Colegios unidos para lograr los objetivos

Según sus primeras declaraciones, recogidas en el boletín informativo del Cogiti del pasado mes de abril, el nuevo presidente manifiesta que entre sus prioridades está la de intentar impulsar la labor que los colegios profesionales han venido desarrollando durante más de 50 años y "decir más claro que nunca que exis-

El tesorero de la nueva junta ejecutiva del Cogiti, José María Manzanares, toma posesión de su cargo ante el secretario, Avelino García.



La nueva junta ejecutiva se encargará de gobernar el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial durante los próximos cuatro años.

timos y estamos aquí para algo". José Antonio Galdón añade: "Estamos convencidos de que nuestra labor en la sociedad es fundamental y esto es precisamente lo que vamos a transmitir y demostrar a través de nuestro trabajo diario". El presidente también explica que es fundamental "que el colectivo conozca que se puede conseguir desde la unión y el trabajo conjunto de todos los colegios, para lograr nuestros objetivos".

El momento en que el nuevo presidente y su equipo han llegado al gobierno del Cogiti les obliga a luchar contra la adversidad producida como consecuencia de lo que se ha venido legislando hasta la fecha y lo que queda por venir, en cuanto a los colegios profesionales, visados, colegiación, cualificación profesional, etcétera, que atañe directamente a la ingeniería técnica industrial.

Por todo ello, es momento de felicitar al nuevo presidente y a su junta ejecutiva y desear los mejores logros en el desempeño de sus cargos en pro de la ingeniería técnica industrial. Al mismo tiempo, es también oportuno destacar los servicios prestados por el anterior presidente, Vicente Martínez García, y su junta ejecutiva. JSA

## UAITIE

### >> Toma de posesión de la junta directiva de la UAITIE, con Juan de Dios Alférez al frente

Juan de Dios Alférez Cantos, el nuevo presidente de la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales de España (UAITIE), así como los miembros de la junta directiva, tomaron posesión de sus cargos en un acto que se celebró el pasado 9 de abril, en la sede social de la UAITIE. La nueva junta directiva está integrada por Juan Luis Viedma Muñoz, como vicepresidente; Avelino García García, como secretario; José Manuel Cebriá Álvarez, interventor; José María Manzanares Torné, tesorero, y como vocales, Francisco Avellaneda Carril, Domingo Villero Carro, Juan José Cruz García, Aquilino de la Guerra Rubio y Juan Ribas Cantero.

En el campo asociativo, la UAITIE tiene un papel importante en cuanto a la representación de sus asociados tanto en España como en el extranjero, así como su estrecha vinculación a la Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Ingenieros (FEANI).

Los miembros de la junta directiva liderada por su presidente cuentan con un variado currículo profesional, a lo que se añade la dilatada experiencia de este en el ámbito corporativo y

# UNIVERSIDAD Y EMPRESA

asociativo. Así se asegura el buen trabajo que desarrollarán a lo largo del nuevo periodo de gobierno que comienza ahora.

No cabe duda de que la actual es una etapa difícil como resultado de los recientes cambios legislativos que afectan a la organización, gestión y servicio de las instituciones profesionales, en concreto, al ámbito de la ingeniería. Y también porque aún quedan pendientes regulaciones por parte de la Administración central y de la autonómica, en concordancia con las directivas europeas. Todo ello obligará a las corporaciones implicadas a emprender acciones encaminadas a favorecer el futuro del colectivo de la ingeniería en general. En consecuencia, para construir el futuro será necesario el máximo apoyo del colectivo de los asociados a la nueva directiva para obtener los mejores logros en pro de la ingeniería técnica industrial y, de este modo, dar un eficaz servicio a la sociedad.

El nuevo presidente y su junta directiva merecen la felicitación y el deseo de una eficaz gestión en el desempeño de sus cargos, en consonancia con el proyecto asociativo de la ingeniería técnica industrial. JSA



La nueva junta directiva, presidida por Juan de Dios Alférez (en el centro), regirá la UAITI durante cuatro años.

## LA RIOJA

### >> El colegio de La Rioja lidera un proyecto europeo de recarga de vehículos con energía solar

El Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de La Rioja ha presentado Connect, un innovador proyecto internacional del que se obtendrán importantes beneficios medioambientales y económicos derivados de la implantación de una red de puntos de carga para vehículos eléctricos urbanos basada en la energía solar.

En Logroño se ha acogido la presentación de este proyecto europeo Connect de energías renovables, con gran entusiasmo e interés. Dada la importancia que esta iniciativa tiene en el ámbito de los colegios profesionales y en general del país, conviene ampliar la información publicada en el pasado número de la revista.

El proyecto parte del interés en reducir las emisiones de los gases que producen el efecto invernadero (GHG) y su impacto sobre el cambio climático, una de las mayores prioridades políticas de la Unión Europea. En 2000, la media de las emisiones de CO<sub>2</sub> para los coches utilitarios era de 186 g de CO<sub>2</sub>/km<sup>2</sup>. El objetivo de la Unión Europea (UE) es limitar esta cantidad a 130 g de CO<sub>2</sub>/km<sup>2</sup> para 2012.

De acuerdo con estos datos: "El sector del transporte es una de las principales fuentes emisoras de CO<sub>2</sub> en la Unión Euro-

### Cátedra Universidad-Empresa sobre medio ambiente en la Politécnica de Madrid

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y la empresa Valoriza (antes Sufi, del grupo SyV) han creado la Cátedra Valoriza Tecnología para el Medio Ambiente, que desarrollará sus actividades en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial (EUITI). Esta cátedra, la primera del tipo universidad-empresa con sede en la EUITI, tiene como misión el desarrollo e innovación de tecnologías que permitan convertir la basura en materia útil o energía, con el doble objetivo de hacer que desaparezca el residuo y generar un nuevo producto con valor añadido.

Según explicó el director técnico de Valoriza, Carlos Guijarro, en la presentación de la iniciativa, esta responde a la solicitud realizada por la empresa a los investigadores para obtener asistencia técnica y soluciones innovadoras al tratamiento de las basuras de papel, vidrio, neumáticos o cenizas, entre otras.

La respuesta la encontró inicialmente en la actividad del Grupo de Investigación de Caracterización Óptica de Materiales de la EUITI, según el profesor Francisco Fernández, que dirige la cátedra. Este y la profesora Mercedes del Río recabaron la colaboración de otros investigadores de las Escuelas de Arquitectura y de Arquitectura Técnica de la UPM. La directora de la Escuela, Sara Gómez, añadió que su puesta en funcionamiento favorecerá el proceso de cambio y transformación de la Universidad, donde la investigación, el desarrollo y la innovación son imprescindibles.

### Cátedra dedicada a los neumáticos reciclados en la Universidad Miguel Hernández de Elche

La investigación sobre el reciclaje de neumáticos ha llegado a la Universidad. La Universidad Miguel Hernández (UMH), de Elche, ha presentado formalmente su nueva cátedra creada para investigar y formar a profesionales sobre neumáticos reciclados y para establecer una colaboración con la industria del sector.

La cátedra investigará sobre el comportamiento y prestaciones de los neumáticos reciclados, realizará análisis sobre el sector y propondrá líneas de actuación para contribuir al fomento del reciclaje. También pondrá en marcha programas de formación teórica y práctica para especialistas y seminarios, conferencias y actividades de difusión relacionadas con el reciclado y reparación de neumáticos.

En el acto de presentación de la cátedra participaron el rector de la UMH, Jesús Rodríguez Marín; el director de la cátedra, Miguel Sánchez Lozano, y el director de la Escuela Politécnica Superior de Elche, Emilio Velasco, así como el subdirector general de Calidad y Seguridad Industrial del Ministerio de Industria, Timoteo de la Fuente y Julia Clement Monzó, directora general de Industria de la Generalitat Valenciana. Como representantes de la industria colaboradora de la cátedra asistieron el presidente de Asociación Española del Neumático Reciclado (AER), Salvador Pérez Vázquez, y Joaquín A. Pérez Vázquez, de la sociedad Tratamiento de Neumáticos Usados (TNU).

# ENCUENTOS TI

## Trabajar como ingeniero fuera, mejor que dedicarse a otra actividad

Ejercer como ingeniero fuera de España sigue siendo, para la mayoría de los profesionales, una opción indiscutiblemente mejor que dedicarse a cualquier otra actividad sin salir al extranjero.

Según la encuesta propuesta a los lectores de *Técnica Industrial* durante los dos últimos meses, el 78% de quienes han respondido consideran que la prioridad es encontrar un puesto como ingeniero y no limitarse a buscar trabajo en el entorno español. Solo 22 de cada 100 considera una prioridad encontrar un trabajo en España.

La "fuga de ingenieros" es algo más que la salida que adoptan los jóvenes que se están preparando para responder a la llamada de países que, como Alemania, necesita especialistas bien preparados. Es la mejor opción que encuentran los profesionales ante la situación laboral actual en España, que tendrá que renunciar a los ingenieros que ha formado en los últimos años. Como manifestaba el entonces presidente del Cogiti, Vicente Martínez, en el número 292 de *Técnica Industrial*, la realidad se impone a los deseos cuando la demanda exterior de ingenieros supera a la interior.



## Los nuevos ingenieros del Plan de Bolonia

Coinciendo con la publicación en *Técnica Industrial* de un dossier sobre el tema, la revista plantea a los usuarios de su web otra cuestión que genera opiniones diversas entre los profesionales: la formación que los nuevos ingenieros han empezado a recibir con el sistema europeo conocido como Plan de Bolonia. El sistema de enseñanza cambia el énfasis en la docencia por el aprendizaje e incorpora nuevas habilidades para los estudiantes: el trabajo en equipo y la elaboración de trabajos, la presentación oral, la utilización de otros idiomas, etcétera. A ello se añade una formación con materias y programas que los alumnos pueden elegir entre alternativas diversas. El grado ha sustituido al título de ingeniero técnico, las universidades ofrecen másteres y los créditos ECTS reflejan el trabajo realizado por los alumnos en valores homologables con el del resto de los estudiantes del Espacio Europeo de Enseñanza Superior.

¿Los profesionales están de acuerdo con que este tipo de formación puede resultar más eficaz para los futuros profesionales? ¿Crean que se pierden valores importantes del sistema español anterior? *Técnica Industrial* les ofrece la posibilidad de pronunciarse en torno al tema.



El decano del COITIR, Juan Manuel Navas Gordo, y la responsable de Connect, Susana Lacañada, con representantes de las instituciones participantes en el proyecto, en su presentación.

pea –explican los promotores en el dossier del proyecto–. El uso del coche utilitario representa aproximadamente la mitad de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el sector del transporte, que supone el 12% del total de las emisiones en Europa y el 13% en España. El número de coches en las carreteras europeas se ha triplicado en los últimos 30 años, aumentando en una tasa de tres millones de vehículos al año.

El proyecto Connect se engloba dentro del programa LIFE, un proyecto financiero que pretende facilitar la integración del medio ambiente en las demás políticas y lograr un desarrollo sostenible de la Unión Europea. Estos proyectos fueron creados por la UE en 1992 con el objetivo de financiar la conservación y protección del medio ambiente, subvencionando iniciativas medioambientales en la UE y algunos terceros países.

## Tecnología solar para recargar coches eléctricos

Este proyecto tiene por finalidad la creación de una nueva red de tecnología para coches eléctricos, desarrollando una red en la que utiliza un sistema de recarga para vehículos eléctricos mediante energía solar y aumentar así las ventajas medioambientales de estos vehículos, por su menor emisión de CO<sub>2</sub> y su también menor contaminación acústica. Se trata, por ello, de un vehículo totalmente silencioso y, además, hay que tener en cuenta la facilidad que supondrá para los usuarios su recarga.

En cuanto a los objetivos de este proyecto, en el citado informe se recoge: "El objetivo principal del proyecto Connect es promover el despliegue progresivo de vehículos eléctricos como un medio alternativo de movilidad urbana. El proyecto establecerá una red piloto de cinco puntos de recarga eléctrica de emisión cero para estos vehículos. Estos puntos serán abastecidos totalmente por la energía renovable y proporcionarán una mejora en el "equilibrio ecológico global" del 75% con respecto a los principales surtidores".

El proyecto supondrá, a través de una mejora de los puntos de recarga, una aproximación a la rentabilidad, mediante la reducción de emisiones; constituirá un punto de referencia para la transición a los vehículos eléctricos y establecerá una red europea de empresas e instituciones comprometidas con esta tecnología.

Los socios que integran el proyecto son el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de La Rioja, la Cámara Ofi-

# INNOVACIÓN

cial de Comercio e Industria de Zaragoza; Europa, Innovación y Desarrollo, el Ministerio Federal de Agricultura, Bosques, Medio Ambiente y Manejo del Agua de Austria y la Fundación San Valero, de Zaragoza. La duración de Connect será de 36 meses, periodo que comenzó en septiembre de 2010 y termina a finales de agosto de 2013.

El impacto en la difusión del proyecto se calcula en 50.000 colaboradores y entidades interesadas y se estima que puedan acceder mediante los medios de comunicación unos cinco millones de personas, congresos de prensa, participación en el congreso nacional Conama, así como seminarios, jornadas y un largo contenido de participación que se recoge en el citado informe, en el que destaca la difusión específica dirigida a las autoridades nacionales y regionales, y a los sectores empresariales e industriales a través de las redes europeas de cámaras de comercio y los colegios profesionales.

Estos datos dirigidos a los colegios profesionales y el colectivo de la ingeniería técnica industrial pueden ampliarse accediendo a la web del proyecto: [www.lifeconnect.eu](http://www.lifeconnect.eu).

La apuesta del decano del colegio de La Rioja, Juan Manuel Navas Gordo, y de su junta de gobierno resultan de gran importancia como iniciativa de interés para los colegios hacia su futuro en la sociedad. JSA

## UNIÓN PROFESIONAL

### >> Jornada sobre la prueba pericial en Galicia

Más de un centenar de profesionales asistió a la jornada sobre *La prueba pericial* que organizó la Unión Profesional de Galicia el pasado 8 de abril en la sede de la obra social de Nova-caixagalicia, en Santiago de Compostela. El acto contó con la asistencia, junto al presidente de la organización, José María Arrojo, del director general de Justicia de la Xunta, Juan José Martín Álvarez, y del presidente del Tribunal Superior de Justicia de Galicia, Miguel Ángel Cadenas, además de expertos y presidentes de distintos colegios profesionales que abordaron la cuestión de la prueba pericial desde diversos puntos de vista. El director general destacó la importancia de la labor de los expertos periciales para mejorar la agilidad, calidad y eficacia de la Administración de Justicia.

En la sesión interviniieron la profesora de Derecho Procesal de la Universidad de Santiago, María Ángeles Catalina Benavente, y el juez José Antonio Vázquez Taín, que calificó al perito como "un colaborador de la justicia". También participaron en la mesa redonda sobre *La experiencia en la práctica pericial* Antonio Iglesias García, uno de los peritos del 11-M, del Colegio de Químicos de Madrid; José Carlos Piñeiro, del Colegio de Educadores Sociales de Galicia; José Ángel Raña Caamaño, ingeniero técnico agrícola de A Coruña; Constantino García Ares, del Colegio de Ingenieros Industriales de Galicia, y la abogada Belén Hospido. La mesa redonda fue moderada por Antonio Platas, decano del Colegio de Abogados coruñés.

Unión Profesional de Galicia agrupa a 42 colegios de 25 profesiones que representan a 50.000 colegiados gallegos.

### Premio a la innovación para un ingeniero del Hospital de Parapléjicos de Toledo

Antonio José del Amo Espinosa, ingeniero técnico industrial por la Universidad Carlos III de Madrid, especializado en Mecánica, ha recibido el Premio a la Innovación Tecnológica de la Fundación Rodolfo Benito. El premiado trabaja en el Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo, donde desarrolla su actividad investigadora en la Unidad Biomecánica y Ayudas Técnicas. El premio, que distingue proyectos de fin de carrera, ha sido concedido al trabajo que Antonio José del Amo realizó en la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Este lleva por título *Análisis de técnicas y tecnologías aplicables al estudio del movimiento humano. Una aplicación práctica* y forma parte de un proyecto técnico y teórico dedicado al *Ánálisis biomecánico de la propulsión de la silla de ruedas*, que ha sido financiado por el Instituto de Ciencias de la Salud de Castilla-La Mancha.

La Fundación Rodolfo Benito concedió su premio coincidiendo con el aniversario del atentado de Atocha, ya que está dedicada a una de sus víctimas, un joven ingeniero en cuyo nombre destaca ahora los valores de la innovación, además de los de la paz y la tolerancia.

### Varias políticas se unen para organizar las Jornadas de Innovación Educativa

Las Jornadas Internacionales sobre Innovación Educativa y Convergencia Europea, conocidas como INECE, celebradas hasta ahora en la Universidad Politécnica de Madrid, se denominarán desde la próxima convocatoria Jornadas Internacionales Politécnicas de Innovación Educativa y estarán organizadas conjuntamente por las Universidades Politécnicas de Madrid, Valencia, Barcelona y Cartagena. Las I Jornadas Internacionales Politécnicas de Innovación Educativa (JINPIE 2012) tendrán lugar en Valencia en enero de 2012 e irán celebrándose en cada una de las universidades organizadoras cada año. Las temáticas que centrarán la primera convocatoria serán la implantación de nuevos grados; metodologías, resultados y evaluación del aprendizaje; tecnologías de soporte a la docencia y atención al estudiante.

### Una empresa y dos universidades gallegas trabajan para un gran proyecto europeo

El ingeniero técnico industrial Fernando Rodríguez, de la empresa gallega Europrecis, es el responsable en su empresa de uno de los proyectos innovadores del Plan I+D+i del Ministerio de Ciencia e Innovación que llevan a cabo su empresa y dos universidades gallegas, la de Vigo, a través del grupo Cima, y la de Santiago de Compostela.

El proyecto consiste en la creación de un prototipo de detector que formará parte de la instalación de FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research in Europe), un acelerador de partículas denominado *Califa* incluido entre las grandes infraestructuras científicas (GIC) de los proyectos europeos. Europrecis diseña, produce y mantiene máquinas de precisión, especiales, industriales y de diversos sectores.

# Educación y creatividad

**Helena Pol**

Nuevas voces se añaden al debate sobre la educación. Defienden con pasión que hay que modificar la educación y replantearse la creatividad porque no estamos a la altura de los desafíos a los que ahora nos enfrentamos. Debemos retomar una concepción de la creatividad, la facultad de *crear*, que nos devuelva a una relación constante, que ya existió en la Antigüedad, entre las disciplinas artísticas y científicas.

Ken Robinson en su obra *Out of Our Minds. Learning to be creative*<sup>1</sup> cree que la educación ha fracasado estrepitosamente en ese sentido, puesto que muchos estudiantes acaban sus estudios sin descubrir lo que se les da bien ni averiguar jamás sus talentos. Los grandes cambios probablemente han originado la ansiedad que surge de la disparidad entre el mundo educativo y las necesidades económicas, culturales e individuales. El autor inglés critica la desafortunada división entre ciencias y artes en el sector educativo. La creatividad ha pasado a asociarse con lo artístico y no con lo científico, quizás por la creencia de que la creatividad tiene que ver con la expresión individual de las ideas. Ken Robinson propone retomar una concepción de la creatividad que nos devuelva la relación entre las disciplinas artísticas y científicas, puesto que ambas salen perjudicadas de la separación.

## Las dos culturas

Es un tópico hablar de la ignorancia entre la colectividad literaria y la científica. La ignorancia entre ambos colectivos es notable como ya se manifestó con la publicación del libro de C. P. Snow *Las dos culturas* (1959). En su segunda edición de 1963, Snow señalaba el nacimiento de una nueva cultura: “la tercera cultura”, que antes o despuésemergería para llenar el vacío que queda entre los intelectuales de letras y los científicos. La tercera cultura era, pues, una respuesta a este vacío de comunicación.

Alguien dijo una vez “tus propiedades te poseerán”. ¿Cómo podemos educar a los niños del siglo XXI? Según el profesor Sir Ken Robinson, los sistemas educativos de todo el mundo deben cambiar debido a dos razones: una, económica, en respuesta a la crisis actual, y otra, cultural, para encontrar una identidad cultural dentro del mar-



CARDIEL

co de la globalización. El problema radica en intentar llegar al futuro con modelos educativos del pasado y alienando a millones de niños; ahora tener un título universitario no es sinónimo de trabajo. Este profesor cree que esa no es la solución porque el actual sistema educativo fue diseñado y concebido para una época diferente, en la cultura de la Ilustración y la economía de la revolución industrial. Robinson cree que este sistema ha sido bueno para pocos y malo para muchos.

**LOS SISTEMAS EDUCATIVOS DE TODO EL MUNDO DEBEN CAMBIAR POR DOS RAZONES: UNA, ECÓNOMICA, EN RESPUESTA A LA CRISIS ACTUAL, Y OTRA, CULTURAL, PARA ENCONTRAR UNA IDENTIDAD CULTURAL EN EL MARCO DE LA GLOBALIZACIÓN**

Los alumnos actuales están viviendo el periodo de mayores estímulos de la historia de la humanidad. Las artes han sido especialmente las víctimas de la mentalidad actual y se definen *negativamente* como una experiencia estética, cuando las experiencias estéticas son las que más abren los sentidos y las anestésicas son las que te cierran a lo que está ocurriendo, anestesiándonos. Deberíamos, pues, ir al revés: *despertar* a los alumnos y cambiar el paradigma. Los planes de estudio estandarizados están creando un malestar en aumento y no hay otra solución a corto plazo.

Un reciente estudio sobre el pensamiento divergente nos aporta más a esta vía. El pensamiento divergente es la capacidad esencial para la creatividad; es la posibilidad de ver muchas posibles respuestas a una misma pregunta, muchas posibilidades. El psicólogo Edward Bono lo llamó “pensamiento lateral”, es decir, no solo pensar de manera lineal o convergente, sino tener la capacidad de dar muchas posibles respuestas. La escuela se ha convertido en un mito: esperamos que al final del proceso habrá una respuesta para tanto esfuerzo.

Para concluir, Robinson aporta unas propuestas finales a su estudio: debemos cambiar la capacidad humana del conocimiento y reconocer que la mayoría de la educación reside en grupos en los que la colaboración es fuente de conocimiento. Si sepáramos la gente de los grupos creamos una disyunción entre ellos y su entorno natural de aprendizaje. La ciencia y la técnica, sus equipos de investigación, son pioneros en estudios en equipo, en combinar inteligencias y aportar ideas al trabajo en equipo.

Quizá deba reforzar este modelo y cambiar los viejos sistemas derivados de una sociedad ya inexistente para emprender una globalización, por fin, de sistemas organizativos, sean colegios o empresas, inclusivos, interdisciplinarios que aúnan habilidades y esfuerzos por encima de un éxito personal que contribuye poco a la construcción de nuestro día a día tan cambiante y desorientador.

<sup>1</sup> Publicado en Capstone Publishing Ltd., 2011 (edición de 2001 revisada y ampliada). En español se puede leer del mismo autor: *El elemento: descubrir tu pasión lo cambia todo*. Barcelona, Ed. Grijalbo, 2009.



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"



Con la Solvencia y  
el Prestigio Académico de  
Universidad Politécnica de Madrid



Modalidades de Impartición:

- Presencial
- Semipresencial
- Distancia Vía Internet

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

A Distancia Vía Internet

CEPADE

Tel.: +34 91 456.27.95

[infocepade@cepade.es](mailto:infocepade@cepade.es)

C/ Dr. Federico Rubio y Gali, 11  
28039 Madrid

## PROGRAMAS MBA y MASTER ESPECIALIZADOS\*

Español, Inglés

o

Bilingüe (Español-Inglés)

\* Postgrados Propios  
de la Universidad Politécnica de Madrid



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

Presencial y Semipresencial:  
Máster Presencial: L-J 18:30 a 22:00 h

Máster Semipresencial: V: 16:00 a 21:30h

Industriales Escuela de Negocios ( IEN)

Tel +34 91 336.41.58

[info@ienpolitecnica.es](mailto:info@ienpolitecnica.es)

C/ José Gutierrez Abascal, 2 28006 Madrid

ENTREVISTA



# María Vallet Regí

Química experta en biomateriales

**"SE PUEDE IMITAR A LA NATURALEZA PARA OFRECER UNAS PRESTACIONES EQUIVALENTES A LAS QUE ELLA NOS DA"**

Junto con su equipo ha contribuido a nuevos conceptos teóricos y métodos prácticos para fabricar biomateriales cerámicos y aplicarlos en medicina. Y ha sido merecedora del Premio Nacional de Investigación 2008 Leonardo Torres Quevedo en Ingenierías por sus contribuciones en el campo de materiales para su uso en la liberación controlada de fármacos. Centra fundamentalmente su labor investigadora en el diseño de biomateriales cerámicos para su utilización en ingeniería de tejidos. Su trabajo comenzó al obtener la cátedra en la facultad de Farmacia, lo que le permitió (sin dejar sus investigaciones anteriores en química de estado sólido) adquirir un nuevo interés por las ciencias de la salud motivada por el gran beneficio que podían reportar a las personas. Vallet Regí considera que la aplicación de biomateriales se realiza para dar respuesta a necesidades clínicas no cubiertas. La tercera generación de biomateriales deberá estimular los procesos de autorregeneración.

Texto: Pura C. Roy. Fotos: Santi Burgos

**Desde hace un tiempo, cada año se dedica a alguna actividad. Este 2011 le ha tocado a la química. ¿Qué le parece que sea así? ¿Considera que puede ser útil para conocer sus aportaciones?** Bueno, en principio me parece bien; es una forma de dar visibilidad a la química, informar de lo que esta disciplina realiza, en qué campos está destacando, qué mejoras nos trae, tanto en el campo de la salud, como en otros. Si te fijas, en todos los aspectos de la vida, la química aparece. Tal vez no somos muy conscientes. Si un año el foco está en ella y te hace reflexionar, es positivo.

**¿Está inmersa en algunas de las actividades que genera?** Bueno, a mí me meten siempre en todas partes. De lo que llevamos de año, he estado en diversas actividades como en un desayuno de mujeres en la Residencia de Estudiantes. Este desayuno se hizo en muchos lugares del mundo. Éramos todas mujeres porque también se conmemora el centenario de la concesión del Nobel de Química a Marie Curie, el que tuvo en solitario, no el compartido con su marido. También por este motivo he dado una serie de conferencias para divulgar la química.

**¿Qué hace una química en la Academia de Ingeniería?** También estoy en la de Farmacia, soy de las dos.

**¿Sigue siendo una de las tres mujeres de la Academia?** Sí, fui la segunda. La primera fue Pilar Carbonero y la tercera, Josefina Álvarez de Mendoza. Ni Josefina ni yo somos ingenieras. Cada

una tiene una aportación diferente; la mía proviene de mi actividad con ingeniería de tejidos y con biomateriales. Siempre he trabajado en contacto con otras disciplinas y especialistas, tanto con físicos, médicos como ingenieros. Estoy en un campo multidisciplinar en el cual todo lo que es ingeniería aplicada al campo de la salud me interesa.

**¿Cómo considera su disciplina, la ciencia de los biomateriales, conocida o desconocida?** Los biomateriales pueden ser conocidos, pero el conjunto de la ciencia de los biomateriales, creo que no mucho. Pero es una cuestión de tiempo. Hablábamos de Curie. Ella no conoció los biomateriales. Si hablamos de una ciencia, en la que hay una comunidad, en la que hay revistas que se ocupan de ellos, o agrupaciones de científicos que trabajan en biomateriales como pueden ser las sociedades, todo esto surge después de la II Guerra Mundial. Hablamos de los años cincuenta, contamos, por tanto, con unos 60 años de historia, esto, para una disciplina, es muy poco. Es relativamente nueva con respecto a otras.

**Hablemos de sus investigaciones, que al ser tan amplias no sé por dónde tendríamos que empezar. En estos momentos, ¿cuáles son las líneas básicas de su trabajo?** Al ser química, siempre he trabajado en síntesis química y lo que más me gusta es observar cómo se pueden hacer reaccionar distintas especies, materiales o elementos para obtener cosas que sean necesarias. También he tenido como objetivo en mi trabajo

que este fuera útil, que sirviera a la sociedad, que solucionara determinados problemas. Estoy especializada en reactividad, y dentro de ella en sólidos. Esto te lleva directamente a los materiales para conseguir sólidos útiles. Antes de venir a farmacia como catedrática en la década de 1990, trabajé con óxidos que sirven para ser usados en materiales eléctricos, en conductores o para conseguir sólidos para aplicaciones cotidianas, desde el cierre de las neveras como el caucho magnético, hasta sistemas de antirrobos para los coches, o mejoras en las antenas. Luego cuando vine a farmacia y busqué aplicar lo que ya sabía a solucionar problemas dentro del campo sanitario y buscar como interlocutores, en lugar de a los físicos, a los médicos para entender qué problemas había y probar si yo con la química que hacía podía aportar soluciones.

**¿Estas fueron las biocerámicas para la sustitución y reparación de tejidos óseos?** Lo que hago son dos cosas en paralelo. Sobre todo trabajo con cerámicas para buscar soluciones y corregir los defectos por ejemplo de los huesos, y eso puede ser tanto para traumatología como para odontología. Luego, como a su vez, hace muchos años, había trabajado con nanopartículas; eso me ha llevado a ver que podemos buscar alternativas para fabricar nanopartículas en las que conseguimos internalizar también partículas magnéticas. Estas partículas, que son de sílice, se pueden hacer multifuncionales.

**¿Qué significa la multifuncionalidad para usted?** Significa que puedo meter un fármaco dentro y como tengo una partícula magnética, puedo dirigirla al órgano que quiera y, de esa manera, por ejemplo, puedo hacer tratamientos muy localizados para combatir un tumor en el que puedo aplicar simultáneamente dos efectos distintos, la quimioterapia y la hipertermia, el calor, para que tengan un efecto sinérgico. Hacer sistemas multifuncionales permite controlar la quimioterapia. Ahora hay que dar dosis muy elevadas para que llegue al tejido, pero si tenemos la opción de poder vehiculizar para que llegue la dosis solo al tumor y, además, tuvieras un estímulo externo que te dijera cuándo la sueltas, para hacerlo en el momento adecuado, podríamos disminuir las dosis y todas las que pusieras irían al tejido malo, no a los buenos. También los materiales mesoporosos pueden controlar la carga y liberación de especies biológicamente activas. Estas piezas porosas son muy importantes para la ingeniería de tejidos.

**Dentro de todos los materiales que ha manejado a lo largo del tiempo, ¿cuál destacaría por sus buenos resultados actuales?**

Todos son importantes: los fosfatos de calcio, vidrios y vitrocerámicas pueden retener fármacos, hormonas, factores de crecimientos, péptidos o ácidos nucleicos para liberarlos a la velocidad deseada. Hacemos biocerámicas para meter fármacos que nos permitan combatir la infección. Estamos intentando hacer superficies; comentábamos lo de imitar la naturaleza, la flor de loto por ejemplo, las gotitas de agua resbalan en ellas, sus superficies siempre están limpias, son autolimpiantes y no dejan que la suciedad se pegue o se quede. Por ello, nosotros intentamos imitar el fenómeno, de tal manera que la superficie de los implantes estén recubiertos o sus

terminaciones no permitan la adherencia de las bacterias. Las nanopartículas similares a las biológicas pueden modificar las superficies de los implantes de tal forma que sean antiadherentes para las bacterias. Otra línea es hacer cerámicas bioactivas que regeneren el cuerpo humano y que con el paso del tiempo, desaparezcan y se transformen en hueso. A estas las cargamos con fármacos específicos de tal manera que eviten o controlen la infección como es en el caso de las osteomelitis. Así se previene la formación de *biofilms* bacterianos. Estas cerámicas van liberando también el fármaco que permite el control de la infección. Hacemos distintas piezas de cerámica, que estamos probando con varias composiciones como *scaffolds* o andamios. En estos se fijan factores bioquímicos que actúan como señales para atraer a las células y así lograr la reconstrucción del hueso de manera natural. Si un biomaterial no se prueba en humanos, no puede ser calificado de biomaterial. Esto lo hacemos con muchas composiciones, no con una ni con dos, con muchas variaciones. Pero todo esto, por decirlo de alguna manera es una investigación más tradicional.

**¿Y lo más novedoso qué es?** Ahora con lo que estoy más motivada es con la nanomedicina; en ella utilizamos partículas magnéticas para ser usadas en transferencia génica. Estas se usarían en lugar de los virus en uso y tienen mucho futuro como vectores de pequeños fragmentos de ARN mensajero para modificar la expresión de los genes. También estamos intentando diseñar y desarrollar vectores no virales inteligentes para transportar y liberar material genético.

**¿Existen biomateriales mejores unos que otros o que den mejores resultados?** Claro, pero yo creo que en el tema de los biomateriales no se puede hablar de que sean mejores o peores, sino de que sean adecuados o no. Entonces, lo que hay que buscar, ya que no hay un material universal, es la solución apropiada para cada problema. Hay que saber lo variados que son nuestros tejidos. Dentro de los huesos, no es lo mismo sustituir el oído medio que una cadera. En este último implante se conjugan materiales metálicos, cerámicos y poliméricos. En este caso, la cerámica diseñada es densa, rígida y resistente, como la alumina o la zirconia, mientras que para piezas más pequeñas que prácticamente no tengan que soportar carga, como los rellenos de huesos o los implantes de oído medio, se pueden diseñar cerámicas menos densas y con más porosidad. Sería mejor que tuvieran ambas cualidades, pero como hasta ahora es inviable conseguir en un mismo material las dos propiedades al cien por cien, se da prioridad a unas sobre otras. El desarrollo de los biomateriales en estos 60 años ha sido tremendo. En la década de 1950 se buscaban materiales que no interactuaran con el cuerpo humano, que fueran inertes, porque daba mucho miedo meter algo en el cuerpo humano y que la respuesta que tuviera fuera peor que la solución que se buscaba. Luego, en los años ochenta este miedo se perdió y se comenzó a utilizar materiales que reaccionaran, que interactuaran con el cuerpo humano. En esta etapa entra una segunda generación de materiales que son bioactivos, y a finales de los noventa y ahora en el siglo XXI se ha pasado a una tercera generación en la que, realmente, además de dar importancia al biomaterial, se da importancia a la biología. Y lo que hacemos, desde el área de ciencia de materiales,

# MUY PERSONAL



es comprobar cómo podemos ayudar a la biología para que haga mejor su papel. La gente cuando habla de la química suele decir que es buena o mala, pero lo que habría que decir es que las reacciones son buenas o malas, por eso hay que ser selectivo. Por eso, un material que reacciona con el cuerpo humano no tiene por qué ser malo, ya que puede ayudar a regenerar un hueso.

**¿Las cerámicas son rígidas y frágiles pero son las más biocompatibles?** Es cierto que tienen estas dos características, pero en estos momentos las cerámicas se pueden recubrir con polímeros biocompatibles o puedes mezclarlas con polímeros que permitan mejora cinética, incluso buena manejabilidad por el médico. Todo se puede conjugar con química. Los tejidos óseos son porosos (del orden de la micra), lo que es muy importante para una adecuada oxigenación y vascularización del hueso, y, además, tienen unas buenas propiedades mecánicas. Con las biocerámicas artificiales, por el contrario, es difícil conjugar porosidad y buen comportamiento mecánico.

**El esqueleto humano es muy complejo. ¿Lo sabía o se ha dado cuenta con estas investigaciones?** El mundo biológico fue algo completamente nuevo para mí. Estaba muy lejos de mis conocimientos hace unos años, así que he aprendido mucho de los médicos; yo estaba en el mundo mineral y no en el biológico, pero sí es complejo.

**¿Hay alguna parte del cuerpo humano que se resista más que otras a admitir los implantes?** No; si se fija, ahora prácticamente se puede hacer un *robocop* con piezas, casi todo se puede sustituir dependiendo de las condiciones del paciente. Pero se puede reparar prácticamente todo.

**También opina que el futuro de la regeneración de los tejidos, además de por los implantes, pasará por las células madre.** Sí, sin ninguna duda. Primero fue reparar, luego regenerar y el futuro será olvidar que te han puesto algo dentro. Este andamiaje de materiales se revestirá de células madre o terapias génicas. Por ello, también trabajamos en soportes titulares inteligentes y reforzados para biomedicina regenerativa.

**¿Se puede sustituir a la naturaleza con los distintos artificios?** Yo intento inculcar a mi equipo lo que es hacer un trabajo químico que nos acerque a imitar a la naturaleza. De hecho, nuestro trabajo es observar a la naturaleza y ver cómo nos acercamos a ella, porque es difícil sustituir los buenos procesos y bien hechos de la naturaleza.

**¿Este año servirá para minimizar las diferencias entre lo que se llama natural y artificial?** Lo natural y lo que se llama artificial, entre comillas, se dará siempre. Gracias a esto último se pueden hacer muchas cosas que antes no se podía. No cabe duda de que todo lo que son materiales fabricados con un diseño no es algo que uno encuentra en el campo, necesitan de un laboratorio para hacerse, pero esto nos permitirá vivir más y mejor sin lugar a dudas. Todos hemos comprobado cómo nuestra calidad de vida es mejor que la de nuestros padres y, por

**Se recuerda siempre a Marie Curie, pero ¿a qué otras químicas habría que recordar?**

No, creo que sí se recuerdan a muchas otras, pero ella lógicamente es un símbolo, fue la primera mujer premio Nobel. Siempre ha habido mujeres científicas, pero muchas menos que hombres, incluso hasta hace pocos años; yo lo he vivido. Hace 100 años la mujer no tenía acceso libre a la universidad. Curie fue pionera en muchos sentidos. No me gusta dar listas de colegas, siempre se olvida una de alguien.

**¿Qué le llevó a convertirse en científica?**

No lo sé, hay gente que tiene una vocación clarísima desde el principio, pero a mí la vocación me ha ido surgiendo. Primero la carrera, luego la tesis, luego meterme en el mundo de la investigación (que al principio me aburría bastante). El aliante fue empezar a ver resultados útiles.

**Usted ha trabajado fuera de España. ¿Hay diferencias a la hora de formar equipos? ¿Seguimos pensando en España que todo proviene más del esfuerzo individual?**

Esto es relativo, depende del sitio, puedes ir a extranjero y caer en un sitio donde no aprendas nada y en España que te ocurra lo contrario. Pero salir es fundamental, te abre ventanas siempre. A mis chicos siempre les incentivo a ello. Hay que ver lo que se hace en todas partes y estar al día.

**Pero no me responde, ¿se conserva el mito de la individualidad en España?**

Pero eso también pasa en el extranjero. Lo que importa es que la investigación sea de calidad y de excelencia, siempre buscando objetivos nuevos y eso se puede hacer aquí y fuera.

**¿Hay que hacer mucha política para poder investigar?**

Yo no la he hecho, no sé si te contesta esto. Es cierto que hay que aportar mucho trabajo y estar en comisiones, pero eso es la socialización del trabajo.

**¿Hay algún libro divulgativo que podríamos leer para comprender mejor su disciplina?**

La verdad es que sobre biomateriales no hay mucho escrito. Yo he intentado escribir algo cuando la Royal Society Chemistry me pidió que lo hiciera.

**¿Qué película con cyborgs le ha gustado más?**

Tengo que reconocer que las películas de ciencia-ficción no me gustan, así que no las veo, se las dejo a mis hijos.

**¿Se siente pionera?**

Es una pregunta que no puedo responder yo, tienen que contestarla los demás.

**¿Toda la vida es química?**

No lo es toda, pero casi toda.

supuesto, que la de nuestros abuelos. Hablar de natural o artificial es una trampa. Esta apreciación depende, supongo, de los beneficios o de los problemas.

**¿Y entre lo bueno y lo malo?** En la química no hay nada malo, como en la naturaleza, porque cuando hay un tumor, ¿qué decimos de la naturaleza? Que es mala no, no es ese el discurso. Es importante divulgar bien la ciencia. Las noticias malas se dan enseguida y se magnifican. Las noticias buenas, que se dan todos los días, no salen nunca. La información está descompensada, porque si ponemos en una balanza lo que la investigación científica trae de bueno el peso es mayor.

**La liberación controlada de fármacos mediante materiales fue uno de los motivos por los que usted obtuvo el premio Leonardo Torres Quevedo. También por su capacidad para dirigir equipos. ¿Hay suficientes personas trabajando en este campo?** Yo creo que ahora en el campo de los biomateriales está surgiendo mucho interés y está siendo financiado por muchos proyectos internacionales, nacionales y autonómicos. Las expectativas de tener recursos por un lado y obtener resultados interesantes por otro ayuda a despertar el interés. Sí que hay gente, pero, por supuesto, debe haber más por supuesto.

**¿Cómo incentiva usted a su grupo?** Es tan sencillo como que a uno le guste su trabajo. Cuando esto ocurre lo comunica sin esfuerzo y las personas se motivan con un trabajo interesante en el que ven los desarrollos. Pero, sobre todo, es básico que haya aplicación, que las cosas sirvan para algo.

**En una disciplina de este tipo, supongo que la investigación básica y la aplicada deben de ir muy de la mano.** Pienso que la investigación es una, la buena, ya que es la que sirve para algo, sea básica o aplicada. Partiendo de este principio, para algunos desarrollos hay que hacer una investigación básica muy potente e imprescindible. No están separadas, sino conectadas. Ahora a todos se nos llena la boca hablando de multidisciplinariedad y transversalidad, pero lo importante es no quedarse uno en su pequeño mundo para no perderse la gran cantidad de cosas que hay fuera de él.

**Supongo que habrá trasvase a la industria para poder hacer el desarrollo de sus investigaciones...** Necesariamente para hacer una buena investigación en estos momentos, hace falta la colaboración de muchos equipos en los que se dé un buen entendimiento de lenguaje. Muchas veces los equipos estaban cerrados a su propia investigación y no había esos tentáculos a otros mundos. Unión y complementariedad, junto con esa transversalidad necesaria, es lo único que dará luego resultados buenos para todos. La industria también ha evolucionado mucho; tenga en cuenta la cantidad de prótesis de cadera que se ponen en el mundo desde la primera en el Reino Unido en los años cincuenta. Se utilizaban materiales industriales diseñados para otras aplicaciones y no para el cuerpo humano, pero que se veían compatibles. Durante la II Guerra Mundial los soldados se clavaban astillas de poletilmetacrilato, por ejemplo los aviado-

"AHORA PRÁCTICAMENTE SE PUEDE HACER UN ROBOCOP CON PIEZAS. CASI TODO SE PUEDE SUSTITUIR DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES DEL PACIENTE. SE PUEDE REPARAR PRÁCTICAMENTE TODO"

res, y se quedaban encapsuladas y no molestaban. En los ochenta se fabricaron y diseñaron ya materiales específicos a los que se les pedía una serie de condiciones y protocolos, como se le pide a los fármacos.

**¿En España, existen industrias o empresas dedicadas a la fabricación de estos materiales?** Bueno, creo que esta industria se ha quedado en manos de multinacionales, ya que las empresas tienen que cumplir unos protocolos rigurosos con estos biomateriales. Es cierto que comienza a haber muchas *spin offs*, pero esto es poca cosa. La prótesis que le pongan, si a usted le pasa algo, será de una multinacional.

**Su disciplina es joven, como nos ha comentado, ¿qué necesitaría para su óptimo desarrollo?** La investigación debe ser novedosa para perseguir unos objetivos claros y una meta. Se necesita tener una infraestructura.

**¿Qué opina de que parte de los presupuestos para ciencia en España no se gasten?** No me parece bien, hay que gastarlo todo a tope. Una vez conseguida la financiación hay que invertirla bien y hay que gastarla para que sea útil al país.

**Alguna vez usted ha opinado que los científicos no comunican bien la ciencia. ¿Sigue pensando lo mismo?** Yo creo que se hace un gran esfuerzo y que hay mucha gente que comunica bien, pero no es fácil y lo digo porque a la gente joven que empieza les cuesta mucho leer una tesis. Han hecho un enorme esfuerzo y se enamoran de él y les parece muy importante. Por eso, no se dan cuenta de que el que está enfrente no entiende nada y eso suele ser un problema del científico; se mete mucho en su mundo y lo importante para que luego eso lo pueda valorar el gran público es que se entienda.

**Usted trabaja o ha trabajado con cementos inyectables. ¿Esto se puede explicar?** Espero que sí, aunque ahora no trabajo en ello. Para hacer un edificio con hormigón, se meten una serie de sustancias con sales orgánicas que hacen una pasta que permanece blanda durante un tiempo y es en ese momento cuando se aplica. Luego la pasta fragua y se endurece. Si se nos rompe un hueso sería bueno que hubiese un cemento para nuestro hueso. La idea es que, como se ponen sales inorgánicas y como nuestros huesos están hechos de fosfato de calcio, ¿por qué no hacer un cemento con fosfato de calcio, buscar una mezcla que esté pastosa para que el médico la ponga o que sea tan pastosa que se pueda inyectar con una jeringuilla?

# La cultura como ideología

“Vivimos en una sociedad en transición, y la idea de la cultura, con demasiada frecuencia, ha sido identificada con una u otra de las fuerzas que contiene la transición”<sup>1</sup>

## Cristóbal Pera

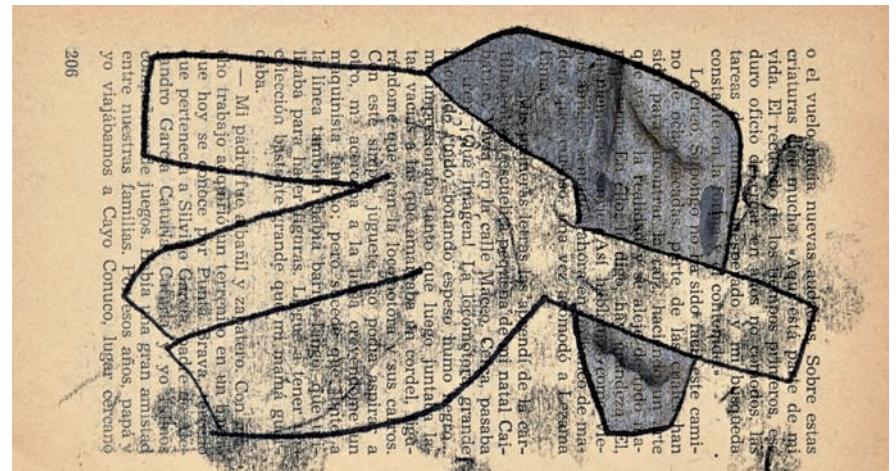
La cultura se convierte en un poderoso instrumento de poder cuando traspasa el ámbito de la persona y se define como un rasgo de determinadas colectividades, como un sistema organizado de ideas y de valores que trata de imponerse a los demás. Tres palabras clave evocan esta transmutación conceptual, cuyo campo de acción ha sido, sucesivamente, el individuo, el grupo y la masa: cultura, ideología y hegemonía.

Tres pensadores –Antonio Gramsci (1891-1937), Walter Benjamin (1892-1940) y Raymond Williams (1921-1988)– ubicados en el materialismo cultural, han aportado estimulantes reflexiones sobre las tres palabras clave y sus consecuencias prácticas para las sociedades humanas en las que la dicha transmutación se produce. Han utilizado metodología marxista para el análisis de las formas culturales en relación con su producción y con sus implicaciones en el contexto histórico de una determinada sociedad.

Para Gramsci<sup>2</sup>, “la cultura no es el saber enciclopédico, en el que el hombre es un recipiente que hay que llenar con datos empíricos, con hechos inconexos, que tendrá que encasillar como en las columnas de un diccionario, y que evocará frente a los estímulos del mundo exterior”. Por el contrario, “la cultura es organización, disciplina del yo interior, apoderamiento de la personalidad propia, conquista de una conciencia superior por la que se llega a comprender el valor histórico que uno tiene”.

Para Williams la cultura sería “un proceso social total en el que los hombres definen y configuran sus vidas”<sup>3</sup>. Un proceso creativo, individual y colectivo, de significados, valores morales y estéticos, de concepciones del mundo y de modos de sentir y de actuar, en un lenguaje enmarcado en instituciones sociales concretas y condicionado por las circunstancias históricas. En esta línea de pensamiento, la ideología sería un “esquema conceptual con una aplicación práctica”<sup>4</sup>.

La hegemonía –según los análisis de Gramsci, recopilados en sus famosos *Cuadernos de la prisión*– expresa la existencia de una dominación, más o menos encubierta,



CARO

mediante la ocupación, por un grupo o clase, de todas las posiciones del poder institucional, hasta el punto de conseguir el dominio cultural de los otros grupos o clases. Para el pensador italiano, la hegemonía de la ideología burguesa era la que podría frenar indefinidamente la esperada revolución, no sólo por disponer del poder coercitivo del Estado, sino gracias a su habilidad para hacerse con el liderazgo moral y político de la sociedad, así como para lograr el consenso de los demás sobre su visión del mundo.

En su versión de la hegemonía, el ejercicio del poder no se limitaría, como en pura teoría marxista, a la simple fuerza ni a las consecuencias mecánicas de las relaciones económicas de producción, sino que sería el resultado de un equilibrio entre fuerza y consenso. Tres componentes se distinguen, según Gramsci, en la hegemonía: el intelectual y el moral, ambos ejercidos sobre la sociedad civil, y el político, ejercido sobre el Estado.

Con su concepción de la hegemonía, Gramsci pretendía explicar por qué las revoluciones comunistas no habían ocurrido, como auguraba la teoría marxista, en la Europa industrializada y democrática: la hegemónica ideología burguesa se habría “interiorizado” en los trabajadores, consiguiendo que aceptaran por consenso sus valores morales, políticos y culturales, dotándoles, en suma, de una “falsa conciencia”.

La cultura, transmutada en ideología, sería para Gramsci un instrumento decisivo en la lucha por conseguir la hegemonía social, en una fase en la que los objetivos que conquistar han de ser las instituciones culturales y políticas.

o el vuelo, hacia nuevas adiciones. Sobre estas triáreas se mucha. Aquí está parte de mi vida. El recto de los tiempos primitivos, es duro oficio de vivir en estos momentos. Las tareas de la memoria, las que yo realizo, las consta en la cultura, y se contiene. Le creeo. Si llamo no se sienta raro este camino de ocio, recordar parte de las culturas han sido para contrar. Es que hacen un tanto que la Realidad, y se aleja de todo. Pienso, la filosofía, hay que recordar. Así, publico como veo, o como me anima. Aunque recuerdo mucho de madre, pero con esa una vez prometido a Lescana prima.

Más primeras lemas las aprendí de la car-

illa, y deseo que perserven de mi natal Ca-

liz. — ¡Qué imagen! La fotografía grande, grande, todo abriendo espeso, tuvo grato m impacto, tanto que luego, juntando las vacas, a las que amaba tanto en cordel, ig-  
rando que ganaría los otros, y sus caros. Con este simple juguete podia aspirar a otro, mi acercamiento a la lucha obrera, o un monista, pero, pero s code que dimita la linea también barri, tanto que dimita la linea parra, que en figura. Luego, tener colección, hasta que mi mamá guardaba.

— Mi padre que abatí y zanjero. Con  
yo trabajo adquirió un terreno en un barrio que hoy se conoce por Punta Rava, pertenece a Silvio García, y yo y mis her-  
manos jugamos. Era una gran amistad entre nuestras familias. Pocos años, papá y yo viajábamos a Cayo Comuco, lugar cercano

Se trataría, en definitiva, de “la cultura entendida como lucha política”<sup>5</sup>, con la pretensión de obtener, mediante la persistente transmisión de una cultura dominante, la unidad cultural como base de la hegemonía política. Esta frecuente operación política, consistente en convertir la cultura en ideología, como instrumento para conseguir el poder hegemónico, ha hecho que la relación entre cultura y sociedad haya sido, y siga siendo, muy problemática<sup>6</sup>. Por este camino, la sociedad es sometida periódicamente a una hegemonía política que, en opinión de Benjamin<sup>7</sup>, “se instaura ideológicamente a través del monopolio de la “industria de la cultura” y de sus innumerables y variopintos “productos culturales” (todo arte es expresión de la ideología dominante).

Para estas circunstancias coercitivas, en las que la cultura es manipulada y desvirtuada para convertirla en ideología, resulta atinado aplicarse el consejo de Pierre Bourdieu: “Resistirse a las consignas, decir sólo lo que se quiere decir; hablar uno mismo con sus propias palabras, sin dejar que se nos pongan en los labios palabras ajenas”<sup>8</sup>.

1 Williams, Raymond, *Culture and Society*. Chatto & Windus, London, 1958.

2 Gramsci, A. *Antología*. Siglo Veintiuno Editores, Argentina, 2004.

3 Williams, R. *Culture and Society*, en *The Raymond Williams Reader*. Blackwell Publishers, 2001.

4 Blackburn S. *The Oxford Dictionary of Philosophy*. Oxford University Press, 1994.

5 Eagleton, T. *Después de la teoría*. Ed. Debate, Barcelona, 2005.

6 Arendt, Hannah, *The Crisis in Culture in Between Past and Future*. Penguin Books, 1993.

7 Benjamin, W. *L'œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique*, en *Oeuvres*. Éditions Gallimard, 2000.

8 Bourdieu, P. *El oficio de sociólogo: presupuestos epistemológicos*. Siglo XXI, Madrid, 2001.

# PUBLICACIONES

## Sostenibilidad en España 2010

Paraninfo, Madrid, 2011, 496 págs.  
ISBN 978-84-8476-420-5

La crisis económica define el contexto en el que se engloban y analizan los resultados del presente informe anual, el sexto del Observatorio de la Sostenibilidad en España. El informe analiza 103 indicadores distribuidos en 19 capítulos, e incluye una evaluación panorámica de las principales conclusiones del trabajo y las interrelaciones de los indicadores tratados. Cada capítulo comienza con un análisis de los resultados de los indicadores que lo componen en clave de sostenibilidad atendiendo a las relaciones con otros procesos relevantes. De su lectura se desprende que, en el actual contexto de crisis, las presiones ambientales disminuyen en mayor medida que lo que refleja la caída del PIB, mostrando mejoras en el ámbito de la sostenibilidad por cuestiones interrelacionadas debidas no sólo a la crisis sino también a mejoras de la eficiencia productiva, y mayor eficacia de las políticas ambientales.

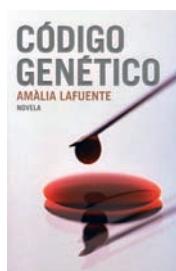
## Teoría del riesgo

Evaristo Díz Cruz  
Starbook, Madrid, 2010, 365 págs.  
ISBN 978-84-92650-38-5

Esta obra está dirigida a los lectores familiarizados con los conceptos fundamentales de estadística y cálculo diferencial, ya que se orienta directamente a las aplicaciones de la teoría de riesgo. Pero más que hacer planteamiento estadístico-matemático teórico, el libro se centra en la práctica de la teoría básica de riesgo, tanto actuaria como de finanzas. Incluye, entre otros, dos temas sobre pensión y jubilación dentro del contexto de las Normas Internacionales de Contabilidad NIC19, y un interesante apéndice sobre modelación de activos y obligaciones actuariales de los planes de beneficio definido.

## Código genético

Amàlia Lafuente  
Plaza y Janés, Barcelona, 2011, 368 págs.  
ISBN 978-84-01-33954-7

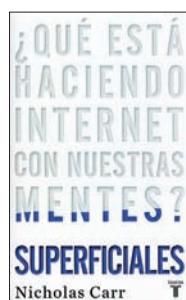


El ámbito de la investigación científica no es ajeno a las intrigas, a la rivalidad encarnizada, al abuso de poder, a la seducción y a los innumerables condicionantes que implican las relaciones humanas. Nada humano es ajeno al mundo de la biomedicina, como bien refleja esta novela con todos los ingredientes de un *thriller* y que tiene como telón de fondo la investigación genética, un área que conoce bien la autora por su condición de catedrática e investigadora.

## Superficiales. ¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes?

Nicholas Carr  
Taurus, Madrid, 2011, 344 págs.  
ISBN 978-84-306-0812-6

Internet es, sin duda, la tecnología intelectual más potente creada desde la imprenta. Así como el invento de Gutenberg ha ejercido una dictadura sobre nuestra mente y desarrollado toda una manera de pensar, Internet está modificando la forma en la que leemos, escribimos y pensamos.



Empieza a haber pruebas de que altera nuestra plasticidad cerebral, pero eso no sería ninguna novedad porque toda nuestra experiencia cambia la circuitería cerebral. Lo sustancial, como advierte Carr, es que la red favorece la dispersión y la distracción, promoviendo un pensamiento más fragmentario y superficial. Todas las tecnologías tienen sus cosas buenas y no tan buenas, pero la red puede aniquilar un tipo de pensamiento y de cultura que ha sido la esencia de Occidente durante siglos. Sin caer en el catastrofismo, el autor invita a reflexionar serenamente sobre este fenómeno.

## El refugio de la memoria

Tony Judt  
Taurus, Madrid, 2011, 250 págs. ISBN 978-84-306-0817-1

Durante los últimos meses de vida, el historiador británico Tony Judt (Londres, 1948), convaleciente de una enfermedad degenerativa que le mantuvo postrado durante dos años, escribió esta singular obra autobiográfica. El autor de la memorable *Posguerra: una historia de Europa desde 1945* repasa en diferentes capítulos sus recuerdos del pasado, guiados por lúcidas reflexiones sobre la historia, la política y la sociedad. Prisionero en su propio cuerpo, como él mismo se definía, en sus últimos meses, y ante la imposibilidad de tomar notas y escribir, realiza un prodigioso y útil ejercicio de memoria. La obra se remonta a un recuerdo de su temprana niñez: una casa en Suiza donde su familia pasaba las vacaciones, refugio de la infancia como metáfora del refugio de la memoria. Pero no se trata solamente de evocaciones biográficas, pues para un historiador como Judt, todo acontecimiento singular y personal se puede enmarcar en acontecimientos históricos más amplios. Los hechos de su propia vida están narrados en el contexto de la posguerra europea. Tampoco se trata de una narración cronológica. Los episodios, narrados como piezas sueltas, encajan en el conjunto de la obra, que va recomponiendo y entrelazando episodios en apariencia aislados. La comida inglesa, las relaciones con la comunidad judía, el mundo universitario europeo, el desencanto con el sionismo, los inicios de la sociedad de consumo, las ilusiones y desilusiones de los años sesenta y la crisis de la socialdemocracia son tratados, al final como un conjunto. Por ejemplo, la pasión que el joven Judt siente por los trenes le lleva una reflexión sobre su significado simbólico: lo que solo puede existir gracias al esfuerzo colectivo, la clase de servicio que solo puede ofrecer el Estado y que cuando se privatiza cae en la ruina y en la ineficacia. En suma, una obra original y útil, emotiva y reflexiva.

## El elemento

Ken Robinson y Lou Aronica  
Debolsillo, Barcelona, 2011, 360 págs.  
ISBN 978-84-9908-390-2

Cuando hacemos aquello que nos apasiona y para lo que estamos más dotados, el tiempo transcurre de forma diferente y tenemos la sensación de ser más nosotros mismos. El elemento, tal y como lo definen los autores, es precisamente el lugar donde hacemos lo que siempre hemos querido hacer y donde somos quienes siempre hemos querido ser. Cada uno debería encontrar su elemento para llevar una vida más plena y para beneficiar así a la sociedad. Ken Robinson, uno de los conferenciantes



más prestigiosos sobre educación, creatividad e innovación, explica en este libro numerosas historias de personas conocidas que encontraron su elemento y cómo lo lograron. La educación, argumenta, es en general más un freno que una ayuda, pero a pesar de las resistencias individuales y sociales,

nunca es tarde para que cada uno encuentre su elemento. El libro va más allá del típico manual de autoayuda al cuestionar las ideas convencionales sobre la educación y la inteligencia.



### Un momento de descanso

Antonio Orejudo

Tusquets, Barcelona, 2011, 241 págs.  
ISBN 978-84-8383-297-4

Arturo Cifuentes, un viejo amigo de la universidad con el que el narrador compartió casa en Nueva York, vuelve a España para ocupar un puesto en la facultad en la que ambos estudiaron. Y le cuenta al narrador su vida: las relaciones con su hijo adolescente, su peripécia profesional, su crisis matrimonial y su desencanto con el mundo de las humanidades.

Luego se suceden una serie de acontecimientos rocambolescos en el siempre cerrado mundo universitario. "Novela de campus", cómica, irreverente y original, *Un momento de descanso* engancha al lector desde el principio y confirma a Orejudo como uno de los grandes valores actuales.



### Al borde del abismo

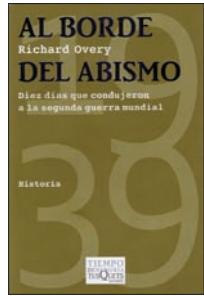
Richard Overy

Tusquets, Barcelona, 2010, 161 págs.  
ISBN 978-84-8383-256-1

Europa, 1939, mucho antes de que se desarrollara la teoría de los juegos, las grandes potencias europeas se enzarzaron en un juego de estrategias, tratando de adivinar hasta dónde sería capaz de llegar el contrario, en una terrible guerra de nervios. Desde hacía tiempo, Hitler

quería recuperar la ciudad libre de Danzig, y subvertir el Tratado de Versalles, humillante para Alemania. Francia e Inglaterra intentaban frenar a toda costa la escalada bélica hasta una línea infranqueable: Polonia. Mientras, la Unión Soviética buscaba mejorar su situación en el Este de

Europa. Una obra apasionante que se lee casi como una novela.



### Solar

Ian McEwan

Anagrama, Barcelona, 2011, 360 págs.  
ISBN 978-84-339-7555-3

Un científico que recibió hace años el premio Nobel y que desde entonces vive de las rentas, un matrimonio que se va a pique por las infidelidades de ambos cónyuges y un instituto para

la investigación de las energías renovables son los mimbres con los que Ian McEwan traza esta comedia negra, de enredos, al más puro *estilo Hitchcock*, con cadáveres incluidos. Y para colmo, el cambio climático que nos avisa de los efectos del temido calentamiento global. Una vez más, McEwan consigue una novela apasionante, al mismo tiempo que una aguda reflexión sobre la vida en la sociedad actual. Una obra maestra de la sátira contemporánea.



## CONTRASEÑAS Gabriel Rodríguez

### Sábato: un recuerdo

Hace unos días nos llegaba la noticia del fallecimiento en Buenos Aires del escritor argentino Ernesto Sábato. Le faltaban dos meses para cumplir los 100 años. Con él desaparece toda una época de la historia cultural argentina y europea, además de un testigo privilegiado del conflictivo y convulso siglo XX. Retirado de la vida pública a causa de su salud y la ceguera que le acompañaba desde hace varios años, Sábato no ha dejado de ser un referente intelectual y moral para generaciones de jóvenes.

Hijo de inmigrantes italianos, Sábato nació en 1911, en la provincia de la Rioja (Argentina). Estudió ciencias físicas y luego participó en el movimiento comunista. Posteriormente, se trasladó a París, donde trabajó en el Instituto Curie. Sin embargo, fue en esta ciudad donde su pasión por el arte, alimentada con el trato con los surrealistas le hizo dar un giro radical a su vida. Abandonó la comodidad de su empleo de científico y comenzó desde la nada una singular carrera literaria.

Sábato escribió mucho a lo largo de su vida, pero publicó muy poco. En 1945 publicó su primer libro, *Uno y el universo*, una compilación de ensayos que ya supone toda una declaración de intenciones. Más tarde publicó su primera novela, *El túnel*, un relato psicológico, de corte existencialista, lleno de amargura y pesimismo, que su mujer Matilde Matilde Kusminsky Richter salvó del fuego, destino de muchos de los escritos de Sábato. Sin embargo, el reconocimiento internacional le llegó con la publicación de su novela más ambiciosa, *Sobre héroes y tumbas*, aparecida en 1961. Su consagración definitiva llegaría en 1974 con *Abbadón el Exterminador*.

Aunque al principio recibió con simpatía, como Jorge Luis Borges, el golpe de los militares de 1976, pronto cambió de opinión al conocer los crímenes y abusos contra los derechos humanos que cometía la junta militar. Más tarde, presidió, por encargo del presidente Alfonsín, la Comisión Nacional sobre Desaparición de Personas (Conadep), que redactó el informe *Nunca más*, obra que relata los horrores de la última dictadura militar argentina. Sábato se opuso siempre a las leyes de "punto final" y los posteriores indultos decretados por el presidente Menem.

Si algo ha caracterizado la vida y la obra del escritor argentino es su fuerte compromiso ético con los semejantes y con la creación artística. Sábato ejerció una suerte de liderazgo moral e intelectual sobre generaciones de jóvenes escritores, para los que era un auténtico maestro, aunque fuese una persona de carácter difícil y un pesimista impenitente. A pesar de que afirmaba que se sentía frente a la literatura "como un guerrillero ante un ejército regular", Sábato ha sabido transmitir en sus ensayos un profundo respeto por los grandes autores de la literatura: Cervantes, Flaubert, Proust, Kafka, etc.

Para Sábato, al que se le concedieron toda clase de premios y honores que aceptaba con timidez y cierto rubor, el arte está siempre en lucha contra la razón. "La razón no sirve para la existencia", afirmaba. Por eso buscaba en el arte las respuestas a los enigmas de la existencia humana. Quizá pueda sonar un poco antiguo su discurso contra los abusos de la razón, tan extendido en el siglo XX. Sin embargo, Sábato ha sido un escritor de su tiempo, pero ajeno a las modas.

# Heterodoxos

"En el país de los ciegos el tuerto es el rey", proclama el refrán; "en el país de los ciegos el tuerto está en la cárcel", corrigió el dibujante y humorista catalán El Perich. La experiencia muestra que, al margen de su carácter jocoso, la segunda frase se acerca mucho más a la realidad; que el discrepante capaz de atisbar el mundo con una perspectiva novedosa o de proponer una idea revolucionaria suele ser despreciado, condenado al ostracismo y calificado de ignorante.

La historia de la ciencia está repleta de propuestas heterodoxas que en su momento no recibieron más que burlas por parte de los expertos, que fueron descalificadas de raíz y que, con el tiempo, acabaron siendo reconocidas sin discusión y cambiaron por completo los fundamentos de una disciplina. Y es que cuando uno se encuentra inmerso en el conocimiento de una disciplina, aunque tenga la mente abierta y esté dispuesto a escuchar a los herejes, resulta muy complicado discernir la verdad que pueda anidar en las propuestas que parten de presupuestos muy diferentes a los axiomas aceptados.

Thomas Khun describió muy bien este fenómeno en su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, que el año próximo cumplirá medio siglo, en el que acuñó los conceptos, hoy universalmente conocidos, de *paradigma*, como cuerpo aceptado de conocimientos dentro de una disciplina, y *revolución científica* como propuesta que socava los cimientos de la misma. También describió en su obra el proceso por el cual las ideas novedosas arrancan con el rechazo más o menos unánime de la comunidad de expertos y terminan imponiéndose y reemplazando los fundamentos anteriores.

**"LA HETERODOXIA A VECES ESCONDE LA GENIALIDAD, PERO CON FRECUENCIA NO ES MÁS QUE FRUTO DE LA IGNORANCIA, EL SEUDOCIENTIFISMO, LA FRUSTRACIÓN (QUE ENGENDRA EL HOSTIGAMIENTO A LO OFICIALMENTE INSTITUIDO) Y LA ENAJENACIÓN MENTAL"**

Uno de los casos más célebres y de los de mayor calado de los últimos años es el de los médicos australianos Barry James Marshall y Robin Warren, que a principios de la década de 1980 propusieron que la causa de la gastritis y de la úlcera de estómago era la bacteria *Helicobacter pylori* y no el estrés o las comidas picantes, como sostenía el dogma imperante, y que para curar estas patologías bastaba con tomar un antibiótico durante unos días, en lugar de los largos tratamientos con antiácidos y dietas estrictas que se empleaban en su época y que rara vez tenían un éxito definitivo. La verdad acabó imponiéndose sobre el escepticismo de los gastroenterólogos y con-



siguieron el reconocimiento más satisfactorio, el premio Nobel de Medicina de 2005.

Peor suerte corrieron otros heterodoxos que no vivieron lo bastante como para ver reconocidos sus hallazgos, porque se adelantaron demasiado a su tiempo o porque chocaron demasiado bruscamente con el *establishment* de la disciplina. Además, con frecuencia el postulante es un *outsider*, alguien ajeno al mundo académico del ámbito que se trate y, por tanto, despreciado por los expertos oficiales. Y es que resulta más sencillo proponer ideas innovadoras, que suelen exigir perspectivas diferentes, a quienes no se encuentran inmersos en el paradigma imperante, quienes no visten las orejeras que la especialización va colocando a la mayor parte de los científicos.

Ese fue el caso de Alfred Wegener, un meteorólogo alemán que hace justamente ahora un siglo se atrevió a proponer una hipótesis revolucionaria en una disciplina ajena a su actividad, la geología. Wegener sostenía que en el pasado algunos continentes hoy muy distantes entre sí, como África y Sudamérica, habían estado unidos y se habían separado por algún cataclismo. La idea había sido expuesta ya con anterioridad por otros científicos, como Francis Bacon y Humboldt, pero Wegener profundizó en ella y recopiló numerosas pruebas basadas en las similitudes de las estructuras geológicas y los fósiles encontrados a ambos lados del Atlántico. El punto flaco de su teoría era la ausencia de explicación del mecanismo que podría haber originado una separación tan gigantesca. Tardó medio siglo en empezar a ser reconocido, cuando a finales de la década de 1950 se descubrió la expansión del suelo oceánico y se propuso una explicación para la deriva de los continentes. Pero Wegener había fallecido mucho antes, en 1930.

Incluso Albert Einstein sufrió la mayor parte de su vida la incomprendición de buena parte de sus colegas, reacios a aceptar algunas de sus ideas más revolucionarias. En la Academia de Ciencias sueca, el escepticismo sobre sus dos teorías de la relatividad (la especial y la general) estaba tan extendido que, a pesar de su trascendencia y popularidad, nunca fueron premiadas con el Nobel. El físico y químico sueco Svante Arrhenius ejerció su poderosa influencia para mantener vivas las dudas sobre la seriedad del trabajo del científico más reconocido del siglo XX, aunque no pudo evitar que se le concediera el premio por un hallazgo importante pero menor, la explicación del efecto fotoeléctrico.

Claro está que junto a estos ejemplos podrían exponerse muchísimas más propuestas igual de excéntricas, pero consideradas aún hoy absurdas y alocadas, sin muchos visos de ir a ser aceptadas algún día. La heterodoxia a veces esconde la genialidad, pero con frecuencia no es más que fruto de la ignorancia, el seudocientifismo, la frustración (que engendra el hostigamiento a lo oficialmente instituido) y la enajenación mental.