

# Técnica Industrial

301

**I+D ESPAÑOL PARA FABRICAR COMPONENTES DE TITANIO****LOS MERCADOS PREDICTIVOS EN EL ENTORNO EMPRESARIAL**

## EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

Herramientas *online* para evaluar los riesgos laborales de la maquinaria vibrante

**ALEMANIA APUESTA POR LOS INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES ESPAÑOLES****FORMACIÓN EN CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS**

TECNICAINDUSTRIALES.es



&gt; CÁLCULO DE UN ALIMENTADOR CON CARGAS MONOFÁSICAS Y TRIFÁSICAS

&gt; EL DESARROLLO DE LA ENERGÍA MAREMOTRIZ

&gt; PLAN DE MANTENIMIENTO DE UN EQUIPO DE ALTA FIABILIDAD



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

**www.cajaingenieros.es**

Porque tenemos un  
**amplio abanico de productos**

Porque ofrecemos un  
**excelente servicio personalizado**

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

**teleingenieros web teleingenieros fono**

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

de los socios que nos han depositado su confianza

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

Amplia oferta de hipotecas y préstamos en [condiciones muy ventajosas](#)

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

Depósitos con rentabilidad estructurada y [alto potencial de revalorización](#) que permiten diversificar la inversión

Amplia oferta de seguros [personales y profesionales](#)

Asesoramiento personalizado de un Gerente de Cuentas

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

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

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

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

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

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



**Caja de Ingenieros**

Cada socio, la razón de ser



# ACREDITACIÓN DPC INGENIEROS

JUNIOR SENIOR ADVANCE EXPERTISE

Tu experiencia y formación tienen un valor

El Sistema de Acreditación DPC de Ingenieros, realizado y gestionado por el COGITI, implanta un procedimiento de acreditación del desarrollo profesional continuo (DPC) bajo 4 niveles, que documentalmente valida y acredita la competencia profesional, compuesta por formación y experiencia adquirida a lo largo de la vida profesional del Ingeniero en el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

La acreditación como ingeniero, en cualquiera de los niveles, aporta a los profesionales beneficios

**COGITI**  
ACREDITACIÓN DPC  
INGENIERO JUNIOR

**COGITI**  
ACREDITACIÓN DPC  
INGENIERO SENIOR

Tu experiencia y formación

tienen un valor

intangibles, prestigio profesional, y beneficios tangibles, acceso a la bolsa de empleo de ingenieros acreditados, descuentos en formación, seguro profesional, etc.

La acreditación DPC de ingenieros es un título profesional, respaldado por la marca COGITI que transmite confianza y credibilidad a consumidores y empresas, y que aporta a aquél que lo ostente, prestigio, visibilidad profesional y el derecho a disfrutar de servicios exclusivos.

**COGITI**  
ACREDITACIÓN DPC  
INGENIERO ADVANCE

**COGITI**  
ACREDITACIÓN DPC  
INGENIERO EXPERTISE

## ■ Beneficios de la acreditación



### Prestigio profesional

Sello de garantía avalado por el COGITI como órgano representativo de la Ingeniería Técnica Industrial Española que aporta una certificación de la formación y la experiencia a lo largo de la vida profesional.



### Certificado curricular

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



### Visibilidad profesional

Diploma acreditativo del nivel DPC, tarjeta acreditativa, incorporación en el Registro Profesional de Ingenieros Acreditados (RPIA), identificación pública de los ingenieros inscritos acreditados.



### Condiciones especiales SRC

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



### Empleo

Da acceso a la "Bolsa de empleo de Ingenieros Acreditados" cuya función será la promoción de los perfiles de los ingenieros acreditados.

Acceso a grupos de redes sociales profesionales del COGITI.



### Descuentos en formación

Descuentos en las actividades formativas de la Plataforma on-line de formación del COGITI, existiendo además la posibilidad de descuentos adicionales en las acciones formativas impartidas por los Colegios.



### Movilidad UE

Válido en procesos de reconocimiento de cualificaciones para ingenieros que deseen desplazarse a trabajar a países UE. Asesoramiento directo del COGITI en la preparación de los dossieres de reconocimiento de cualificaciones profesionales.



### Acceso a Grado

El Sistema de Acreditación de ingenieros como instrumento para el reconocimiento de la experiencia profesional, y otros méritos por parte de las Universidades.

## ■ Empresas colaboradoras.

ARAMBARRI & GONZÁLEZ  
EXECUTIVE SEARCH

MARSH

Michael Page  
INTERNATIONAL

**HAYS** Recruiting experts worldwide

NB: NORMAN BROADBENT

Wolters Kluwer  
España

marketyou  
BETA

MAPFRE

catenon®  
WORLDWIDE EXECUTIVE SEARCH

ferroser

Gehrlicher  
Solar

ADARTIA

# Técnica Industrial

La revista de la Ingeniería Técnica Industrial

## ACTUALIDAD

### Noticias y novedades

#### 04 Nueva red española de investigación para crear máquinas entrenables

Un foro de 38 grupos de investigación impulsa diversas técnicas para añadir inteligencia a las máquinas.

*Pura C. Roy*

#### 05 Tecnologías negativas del carbono para estabilizar las emisiones de CO<sub>2</sub>

#### 06 El sombrío futuro del biogás

La falta de incentivos y las barreras regulatorias comprometen el desarrollo de esta fuente renovable en España.

*Manuel C. Rubio*

#### 07 I+D español para fabricar componentes de titanio

Las nuevas técnicas mejoran las características de los materiales y abaratan los costes de fabricación.

*Pura C. Roy*

#### 09 Medio ambiente

#### 11 I+D

## Reportajes

#### 16 El coste de estar en las nubes

El uso creciente del *cloud computing* representa un nuevo problema energético y medioambiental.

*Manuel C. Rubio*

#### 18 Un oráculo para la empresa

Los llamados mercados predictivos permiten predecir eventos futuros mediante las apuestas incentivadas de los empleados con más fiabilidad que otros métodos.

*Hugo Cerdà*

#### 20 Ferias y congresos

## ARTÍCULOS

#### 22 DOSSIER Herramientas 'online' para la evaluación de riesgos laborales por exposición a vibraciones

Online tools for assessing occupational risks related to exposure to vibrations

*Francisco Brocal Fernández*



#### 36 ORIGINAL Cálculo de un alimentador con cargas monofásicas y trifásicas conjuntamente

Calculation of a feeder with single-phase and three-phase loads together

*Armando Carrión Tejera*



#### 40 ORIGINAL Diseño de un plan de mantenimiento para un equipo de alta fiabilidad

Design of a maintenance plan for a high reliability equipment

*Francisco Javier Martínez Monseco*



#### 54 REVISIÓN Energía mareomotriz: perspectiva histórica y estado actual

Tidal energy: historical perspective and current status

*Juan Aurelio Montero Sousa y José Luis Calvo Rolle*

## INGENIERÍA Y HUMANIDADES

#### 82 Tecnología y sociedad

#### Nuevas oportunidades profesionales en Sudamérica y África

Los países sudamericanos y africanos ofrecen grandes posibilidades de desarrollo profesional para los ingenieros técnicos industriales y buenas perspectivas para las exportaciones de empresas españolas.

*Santos Lozano Palomeque*

#### 88 Publicaciones

## COLUMNISTAS

#### 15 Bit Bang

Biomimética. *Pura C. Roy*

#### 21 Ecologismos

Cambiar el mundo. *Joaquín Fernández*

#### 87 Contraseñas

Desayuno sin periódicos. *Gabriel Rodríguez*

#### 88 Con Ciencia

En los confines de la tabla periódica

*Ignacio F. Bayo*

**En portada** Amortiguador de vibraciones en una fábrica. Foto: Shutterstock.

**Director:** Gonzalo Casino

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

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

**Secretaría:** Mary Aranda **Redacción 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 Añcioness. Andorra, 69. 28043 Madrid. Tel: 913 886 642 / 492. Fax: 913 886 518

**Impresión:** Alprint. Vereda La Barca 55. 30162 Santa Cruz (Murcia). **Depósito legal:** M. 167-1958 **ISSN:** 0040-1838. **ISSN-internet:** 2172-6957



# La competitividad de los profesionales

Estamos en un momento clave para definir las bases del progreso, el desarrollo y la modernidad de nuestro país, que tiene el reto de alejarse del ostracismo y los corporativismos profesionales clasistas y propios de otra época, y mirar hacia el futuro con nuevas perspectivas europeas y mundiales para situarnos de forma decidida en el siglo XXI.

Ciertamente, son muchas las reformas que se han de afrontar, y son muchos los cambios que se han de producir. Pero para que ello sea posible, hay que tener una voluntad decidida de cambio y dejar atrás las rémoras del pasado que nos impiden avanzar.

Movilidad, empleabilidad y competitividad, son los principios que deben regir este nuevo modelo, y máxime en nuestro país, en el que damos muestras sobradas de un gran déficit de los mismos.

El Ministerio de Economía y Competitividad, con muy buen criterio, quiere reformar el sector profesional de las ingenierías y la arquitectura. Pretende eliminar todas aquellas barreras que hasta la fecha han generado tensiones y luchas intestinas para acotar los campos de actividad de las distintas profesiones, lo que, sin duda alguna, supone un freno para el correcto desarrollo profesional y social.

Un país no puede prosperar si sus profesionales no son competitivos, pero para serlo tienen que tener los instrumentos necesarios. No es entendible que a un profesional que posee los conocimientos precisos para la realización de un determinado trabajo técnico se le niegue la posibilidad de realizarlo por el mero hecho de no tener la titulación académica adecuada, del mismo modo que no es entendible que sigan existiendo campos de actividad reservados para unos determinados profesionales y que excluyen a otros con similares capacidades técnicas.

Tenemos que ser capaces de eliminar todo aquello que genere rigidez y pueda resultar anticompetitivo. Pero esa liberalización no se debe confundir con el libertinaje, y ahí reside el papel esencial de los colegios profesionales, que deben tomar las riendas para la habilitación profesional, basándose para ello en las competencias adquiridas a través de la titulación académica y en el reconocimiento de aquellas otras basadas en el desarrollo profesional continuo (experiencia y formación), tal como ha recomendado la propia Comisión Europea a los Estados miembros.

Los colegios hemos de ser garantes de la calidad y las buenas prácticas profesionales de nuestros colegiados, porque ese es el verdadero servicio que espera la sociedad de nosotros, y en ello hemos de poner todo nuestro empeño. De este modo, además, los colegios seríamos un pilar fundamental para poder llevar a cabo con las máximas garantías esta reforma del sector profesional que el país necesita..

Pero la reforma podría ser aún más profunda si, como ocurre en otros países más avanzados, como EE UU, Canadá o el Reino Unido, fueran los propios colegios profesionales los que fijaran los criterios de acceso y habilitación para el ejer-

cicio profesional. De este modo, se superarían las insuficiencias de la situación actual en nuestro país, que asocia estos criterios a la simple posesión de una determinada titulación académica, sin mayores requisitos. Avanzar en esta dirección permitiría evolucionar el sistema universitario y mejorar la competitividad de los profesionales.

En la actualidad, el mero hecho de poseer un determinado título académico posibilita el acceso al ejercicio de ciertas profesiones, sin necesidad de demostrar ningún reciclaje de conocimientos ni el aprendizaje de nuevas técnicas, lo cual no deja de resultar un tanto inconcebible en un mundo en el que los avances tecnológicos se suceden de forma vertiginosa. Está claro que el sistema actual no potencia la competitividad de los profesionales, puesto que la titulación otorga unas atribuciones profesionales fijas y de por vida, sin posibilidad de ampliarlas y sin exigencia alguna de mantenerlas, lo que, de alguna forma, podría llevar al profesional a un acomodo contrario a la necesaria evolución profesional.

**“LOS COLEGIOS PROFESIONALES DEBEN TOMAR LAS RIENDAS PARA LA HABILITACIÓN PROFESIONAL, BASÁNDOSE PARA ELLO EN LAS COMPETENCIAS ADQUIRIDAS A TRAVÉS DE LA TITULACIÓN ACADÉMICA Y EN EL RECONOCIMIENTO DE AQUELLAS OTRAS BASADAS EN EL DESARROLLO PROFESIONAL CONTINUO (EXPERIENCIA Y FORMACIÓN), TAL COMO HA RECOMENDADO LA PROPIA COMISIÓN EUROPEA A LOS ESTADOS MIEMBROS”**

Por suerte, en la ingeniería técnica industrial las cosas no son así. La inmensa mayoría de nuestros profesionales está en constante evolución, por responsabilidad, por motivación y por compromiso con las exigencias de la sociedad para el correcto desarrollo de nuestra labor profesional. Y esto es lo que nos hace ser muy competitivos, aunque nuestra competitividad podría aumentar notablemente si pudiésemos ir ampliando atribuciones profesionales a lo largo de nuestra vida profesional.

Teniendo en cuenta que la competitividad de los profesionales afecta directamente a la de las empresas y las Administraciones, y que de este modo contribuye a un mayor desarrollo del conjunto del país, que a la postre es nuestro principal objetivo, los colegios profesionales tendremos que ser capaces de adoptar las medidas oportunas que posibiliten este cambio sin aferrarnos al pasado.

**José Antonio Galdón**  
Presidente del Cogiti

# SUMARIO



**Técnica Industrial** Fundada en 1952 como órgano oficial de la Asociación Nacional de Peritos Industriales, es editada por la Fundación Técnica Industrial, vinculada al Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial (Cogiti).

## Comisión Ejecutiva

**Presidente:** José Antonio Galdón Ruiz

**Vicepresidente:** Juan Ignacio Larraz Pló

**Secretario:** Gerardo Arroyo Gutiérrez

**Vicesecretario:** Luis Francisco Pascual Piñeiro

**Vocales:** Aquilino de la Guerra Rubio, Domingo Villero Carro, Juan José Cruz García,

Juan Ríbas Cantero, Santiago Crivillé Andreu

**Interventor:** Juan Luis Viedma Muñoz

**Tesorero:** José María Manzanares Torné

**Gerente:** Juan Santana Alemán

## Patronos

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

**A Coruña:** Edmundo Varela Lema

**Álava:** Alberto Martínez Martínez

**Albacete:** Francisco Avellaneda Carril

**Alicante:** Antonio Martínez-Canales Murcia

**Almería:** Antonio Martín Céspedes

**Aragón:** Juan Ignacio Larraz Pló

**Ávila:** Fernando Espí Zarza

**Badajoz:** Vicenta Gómez Garrido

**Illes Balears:** Juan Ríbas Cantero

**Barcelona:** Joan Ribó Casaus

**Bizkaia:** Mario Ruiz de Aguirre Bereciartua

**Burgos:** Agapito Martínez Pérez

**Cáceres:** José Manuel Cebriá Álvarez

**Cádiz:** Domingo Villero Carro

**Cantabria:** Aquilino de la Guerra Rubio

**Castellón:** José Luis Ginés Porcar

**Ciudad Real:** José Carlos Pardo García

**Córdoba:** Francisco López Castillo

**Cuenca:** Pedro Langreo Cuenca

**Gipuzkoa:** Ramón Martínez de Murguía Urreta

**Girona:** Narcís Bartina Boix

**Granada:** Isidro Román López

**Guadalajara:** Juan José Cruz García

**Huelva:** José Antonio Melo Mezcua

**Jaén:** Miguel Ángel Puebla Hernanz

**La Rioja:** Juan Manuel Navas Gordo

**Las Palmas:** José Antonio Marrero Nieto

**León:** Francisco Miguel Andrés Río

**Lleida:** Ramón Grau Lanau

**Lugo:** Jorge Rivera Gómez

**Madrid:** Juan de Dios Alférez Cantos

**Málaga:** Antonio Serrano Fernández

**Manresa:** Francesc J. Arches 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:** José Luis Martín Sánchez

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

**Segovia:** Rodrigo Gómez Parra

**Sevilla:** Francisco José Reyna Martín

**Soria:** Levy Garijo 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 Gamarra

**Zamora:** Pedro San Martín Ramos

## PROFESIÓN

### 02 Editorial La competitividad de los profesionales *José Antonio Galdón*

#### Cogiti

##### 62 Alemania apoya la movilidad internacional del Cogiti y la Acreditación DPC Ingenieros

El Cogiti firma un convenio con el Instituto Federal de Empleo alemán para lograr la empleabilidad de los ingenieros que deseen desarrollar una carrera profesional en dicho país.

##### 62 La formación en certificación energética de edificios llega a casi 2.500 técnicos

##### 63 Los ingenieros técnicos exigen el reconocimiento de la experiencia profesional para el acceso al título de grado

Los presidentes y decanos de los consejos de Ingenieros Técnicos Industriales, Telecomunicaciones y Obras Públicas respaldan esta petición con la presentación de 80.000 firmas en el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.



##### 64 Reunión de la comisión mixta Cogiti-Conferencia de directores de escuelas

##### 64 Jornada informativa sobre la certificación de personas en Madrid

## Universidad

##### 65 El presidente anima a los universitarios a emprender y crear su marca personal

##### 65 Los alumnos de ingeniería técnica celebran su XLIX congreso

## Acreditación DPC

##### 66 Recientes presentaciones de la Acreditación DPC Ingenieros en los colegios

El presidente del Cogiti ha continuado su programa de presentación del Sistema de Acreditación DPC por los distintos colegios. En las últimas semanas se ha desplazado a los colegios de Las Palmas de Gran Canaria, Santa Cruz de Tenerife, Málaga, Ourense, Alicante, Gipuzkoa y Navarra, así como a Santiago de Compostela, sede del Consello Galego de Enxeñeiros Técnicos Industriais.

## Tribunas

##### 71 Gipuzkoa Nuevo procedimiento para la puesta en servicio de las instalaciones industriales en el País Vasco *Txema Ruiz Echeverría*

##### 79 Santa Cruz de Tenerife Adaptándonos para el futuro *Antonio Miguel Rodríguez Hernández*

##### 72 Fundación Fallo del concurso de artículos de *Técnica Industrial* 2012

## Entrevistas

##### 73 José Alejandro Reveriego Martín, ingeniero y profesor de la Universidad de Salamanca: "Los convenios entre la Universidad y las empresas hacen que el conocimiento fluya"

*Mónica Ramírez*



**76 Cristina Aldamiz-Echevarría Rubio,** directora de Responsabilidad Civil de la correduría de seguros Adartia:

"El Sistema de Acreditación DPC es una garantía para los ingenieros que permite reforzar su posición y su papel en la sociedad"

*Ana P. Fraile*

## Colegios

##### 70 Almería Acuerdo con el Ayuntamiento para la inspección de edificios.

##### 70 Málaga El colegio gestionará una *incubadora* de empresas.

##### 74 Badajoz El colegio celebra su encuentro anual con el nombramiento de Manuel León Cuenca como decano honorífico.

##### 80 Valencia Recientes cursos y otras actividades corporativas y sociales.

##### 81 Málaga Convenio con el Ayuntamiento y entrega de becas.

##### 81 Sevilla Número 40 de la revista *Sevilla Técnica*.

## Una red para crear máquinas entrenables

Un foro de 38 grupos de investigación españoles impulsa diversas técnicas que pretenden añadir la inteligencia individual y colectiva de las personas a las capacidades de las máquinas

Pura C. Roy

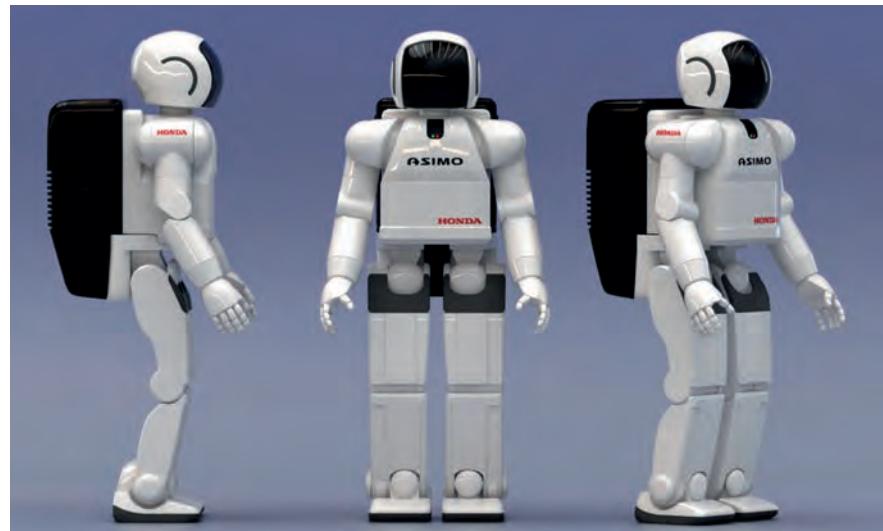
Nos pasamos la vida intentando tomar las mejores decisiones, como si eso fuera posible. La mayor parte del tiempo son otros las que las toman por nosotros. Para poder elegir hay que tener alternativas. ¿Es esto aplicable a una máquina? Informáticos, ingenieros, neurocientíficos y sociólogos cognitivos llevan años tratando de definir las capacidades de la mente humana para formular y resolver problemas, poniendo en evidencia nuestros fallos e incapacidades y la facilidad que tiene la percepción y la memoria humana para engañarse.

La red ATICA (Red Temática Española para el Avance y la Transferencia de la Inteligencia Computacional Aplicada) pretende crear un foro de discusión entre diversos grupos de investigación españoles, así como agrupar y organizar la investigación, fomentar la visibilidad de la misma y propiciar la transferencia de estas técnicas al sector empresarial, tanto público, como privado. Un total de 38 grupos de investigación españoles se han marcado el reto de impulsar las aplicaciones reales que los algoritmos permiten a través de ella.

Los principales objetivos de la red son: puesta en común de resultados de investigación; difusión y visibilidad en foros nacionales e internacionales; mejorar la formación de los jóvenes investigadores; fomentar la colaboración para la transferencia de resultados a la sociedad y afrontar los nuevos retos europeos del programa marco de la UE (H2020) con proyectos comunes.

Aunque ATICA trabaja en el diseño de máquinas entrenables, capaces de simular el comportamiento de las personas, Aníbal Figueiras, catedrático en la Universidad Carlos III de Madrid y que pertenece a este grupo de investigadores explica: "Aún estamos lejos de programar cerebros artificiales de características equivalentes a los humanos".

Los algoritmos nos están ayudando a superar determinadas limitaciones de nuestros cerebros, consiguiéndose avances en ciencia y tecnología inimaginables hace tan solo unos años. Pero crear una máquina que tenga todas las capacidades neuronales de un ser humano sigue siendo un reto, porque "nuestro cerebro tiene una arquitectura de capas e interconexiones complejísima, de la que solo conocemos los rudimen-



Robot Asimo de Honda

tos en algunas áreas, como las relativas a las funciones sensoriales", explica el profesor Figueiras. Su grupo de investigación, en la Universidad Carlos III de Madrid, acaba de presentar ante el European Research Council una propuesta de proyecto para la integración de humanos y máquinas, denominada Advanced Hybrid Intelligence.

Se trata de un proyecto líder en España, que llevaría a cabo junto con los grupos de los profesores David Ríos (Real Academia

**Los algoritmos nos están ayudando a superar determinadas limitaciones de nuestros cerebros, consiguiéndose avances en ciencia y tecnología inimaginables hace tan solo unos años**

de Ciencias) y Alessandro Villa (Universidad de Lausana). El objetivo es combinar las diversas características de las personas y las máquinas para mejorar los procesos de toma de decisiones.

"Los investigadores empleamos diversas técnicas para "añadir" inteligencia individual y colectiva de las personas a las capacidades de las máquinas, y luego experimentamos". De esta manera se van construyendo mode-

los computacionales de altas prestaciones.

Actualmente, los grupos de investigación en inteligencia computacional están introduciendo en las máquinas capacidades de tipo humano (cooperación, competición, etcétera) para que estas nos proporcionen mejores recomendaciones. Su siguiente reto son las comunicaciones máquina a máquina (M2M), en las que se está avanzando muy rápidamente.

Hoy día, la capacidad de transmisión y la potencia de cómputo no constituyen un obstáculo mayor para el trabajo de los investigadores a la hora de entrenar las máquinas. Es la enorme cantidad de información y los millones de usuarios existentes lo que dificulta personalizar los sistemas de ayuda a la toma de decisiones en muchas situaciones prácticas.

### Inteligencia computacional

El área de la inteligencia computacional en la que investiga Figueiras se denomina *machine learning*, pero aunque su traducción al castellano es "aprendizaje máquina", son más bien máquinas entrenables. Los expertos como él insisten en que el término "inteligente" aplicado a las máquinas es algo excesivo, porque "los algoritmos los controlamos nosotros, la máquina es pasiva, no es inteligente, no aprende sino que aprehende: la diseñamos para actuar de una determinada manera y así lo hace".

¿Cómo se entrena las máquinas? Sim-

plificando mucho, mediante un laborioso, repetitivo y paciente trabajo con algoritmos (redes neuronales, estructura de núcleos, métodos estadísticos convencionales).

La inteligencia computacional de forma genérica se define como un conjunto de técnicas en el que mediante la computación sobre entidades diversas (numéricas, lingüísticas, simbólicas, etc.) se emulan ciertas capacidades consideradas inteligencia mediante métodos inspirados en la naturaleza. Esta combina elementos de aprendizaje, adaptación, evolución y tratamiento de la inexactitud (imprecisión, incertidumbre o vaguedad) para crear programas que son, en cierta manera, inteligentes.

Más recientemente, se ha propuesto y desarrollado el paradigma de los sistemas inteligentes adaptativos que consideran la evolución de un individuo y el autoaprendizaje que imita la forma en todos los seres vivos, y, sobre todo, los seres humanos aprenden de su experiencia y desarrollan sus propias reglas y su propio modelo del mundo que les rodea; aprenden a construir conceptos (a agrupar), predecir, clasificar y controlar los objetos y procesos. Esta es una de las aproximaciones más recientes de la inteligencia computacional, que es objeto de intensa investigación y desarrollo.

### Diversidad

Precisamente, la diversidad de técnicas denominadas “inteligentes” en computación propicia una notable fragmentación de los grupos de investigación, ya que cada grupo se suele especializar en unas pocas técnicas. Esta fragmentación provoca, además, una disminución de la visibilidad en los esfuerzos de investigación en el área de la inteligencia computacional.

Actualmente, la inteligencia computacional es una línea de investigación con un gran potencial ya que la automatización de la mayoría de las actividades del ser humano, como operaciones con tarjetas de crédito, llamadas telefónicas de una compañía, reservas de viajes vía web, sistemas recomendadores, sistemas inteligentes de ayuda a la decisión, sistemas de control y gestión inteligente o bioinformática, ha dado lugar a una explosión de datos y de problemas por resolver. El objetivo del almacenamiento de estas cantidades ingentes de datos es hacer un uso posterior de dicha información para la toma de decisiones. Así, tanto para extraer conocimiento interesante como para resolver problemas complejos del mundo real/empresarial es necesario el uso de técnicas de inteligencia computacional.

## De lo negativo a lo positivo

**Estabilizar las emisiones de CO<sub>2</sub> y frenar el cambio climático es el objetivo de las llamadas tecnologías negativas del carbono**



Foto: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Los científicos de la Universidad de Stanford (California) consideran que no son suficientes los esfuerzos que se están haciendo para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y frenar el calentamiento del planeta. Todo indica que están creciendo. Por ello, en un informe reciente elaborado por el Proyecto del Clima Global y de Energía de esta universidad (GCEP) afirman que hay que apostar por desarrollar tecnologías negativas de carbono para eliminar de la atmósfera cantidades de CO<sub>2</sub>.

Informes del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) ya lo habían apuntado, y la Agencia Internacional de la Energía (IEA) también asegura que se pueden alcanzar emisiones negativas en la producción de energía con biomasa gracias a los sistemas de captura y almacenaje de carbono.

Jennifer Milne, coautora del informe GCEP, opina: “Las emisiones netas negativas se pueden lograr cuando hay más gases de efecto invernadero secuestrados que los que se liberan en la atmósfera. Una de las más prometedoras tecnologías de red negativas es la BECCS o bioenergía con captura y almacenamiento de carbono”. La BECCS es un método similar al CCS (captura y secuestro de carbono), su diferencia estriba en que se quiere conseguir, no solo una huella de carbono neutra, sino negativa.

### Biomasa y fotosíntesis

La técnica BECCS no se ha diseñado para capturar carbono de las emisiones de centrales que usan combustibles fósiles como el carbón, sino en fábricas con menores emisiones de carbono, como plantas de elaboración de etanol o de biogás, o instalaciones de fabricación de pulpa y papel, con la ayuda

centrales eléctricas alimentadas por biomasa.

Como tecnología de carbono negativo, BECCS aprovecha la capacidad natural de árboles, pastos y otras plantas para absorber el CO<sub>2</sub> de la atmósfera para la fotosíntesis. La biomasa que se usa en una planta de etanol, por ejemplo, ya ha secuestrado parte del carbono a través de la fotosíntesis. Si las emisiones de CO<sub>2</sub> que aún quedan se reco-

**En 2050, las tecnologías BECCS podrían secuestrar al año en el mundo 10 billones de toneladas métricas de emisiones de CO<sub>2</sub>**

gen y almacenan, para utilizarlas después, se logra esa emisión negativa de carbono. Al ser capturadas se les impide volver a entrar en el medio ambiente, lo que resulta en una reducción neta negativa en el CO<sub>2</sub> atmosférico.

De momento, la tecnología BECCS precisa de una enorme inversión para construir las plantas, capturar el CO<sub>2</sub> y almacenarlo en el suelo. El informe GCEP de Stanford ha identificado 16 proyectos BECCS en diversas etapas de desarrollo en todo el mundo. Uno de ellos está en Decatur, Illinois, en una planta de producción de etanol de la compañía Archer Daniels Midland Company. En ella se capturan más de 300.000 toneladas de dióxido de carbono cada año, se comprimen y se transforman en líquido y se transporta a un lugar cercano. Después, se bombea al interior de la tierra. El objetivo es secuestrar un millón de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> al año, el equivalente a retirar 200.000 automóviles de la carretera.

# El sombrío futuro del biogás

**La falta de incentivos y las barreras regulatorias comprometen el desarrollo del biogás en España, una fuente renovable a la que hace unos años se le auguraba un futuro más que prometedor**

**Manuel C. Rubio**

Surgen nuevos mercados, pero la crisis económica y las restricciones regulatorias no auguran nada bueno para la expansión del biogás en Europa. Así de tajante se muestra el último informe del Observatorio de Energías Renovables de la UE (EuroObserv'ER) sobre el futuro de este gas combustible que se obtiene por la descomposición microbiológica de la materia orgánica en ausencia de oxígeno y al que no hace mucho la mayoría de analistas auguraban un futuro muy prometedor, especialmente en España, donde por el hecho de contar con la segunda cabaña ganadera y una de las mayores industrias agroalimentarias del viejo continente –los principales sectores proveedores de los sustratos necesarios para la producción de esta fuente renovable de energía– se las prometían muy felices.

Sin embargo, el biogás en nuestro país puede llegar a morir de éxito antes incluso de desarrollarse, tal como lamenta la Asociación Española del Biogás (Aebig). Desde esta asociación, creada hace apenas cuatro años para defender los intereses del sector, se quejan de que la desidia del anterior Gobierno español, que no quiso o no supo escuchar a los muchos institutos y organismos públicos y privados que reclamaban un mayor desarrollo del biogás, unido la moratoria a las renovables aprobada por el Ministerio de Industria hace poco más de un año y a la posterior imposición de una serie de cargas fiscales, están condenando a esta fuente limpia a una muerte lenta, dada la ajustada rentabilidad y el elevado riesgo empresarial que ya de por sí presentan las plantas de biogás.

Y es que, pese a que Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) prevé que España cuente con 400 plantas de biogás en 2020, lo cierto es que en la actualidad apenas llegan a la veintena y muchos proyectos en marcha han quedado aparcados a la espera de mejores tiempos.

Además, y aunque la aportación del biogás a la producción de energía primaria en nuestro país aumentó en 2011 en más de 47 kilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep) hasta alcanzar las 246 ktep –en un 70% procedente de vertederos y depuradoras de agua–, España ha perdido el sexto puesto europeo a favor de la República



Foto: Shutterstock

Checa y su nombre no aparece por ningún sitio como país de referencia del biogás industrial en Europa durante el próximo lustro, a diferencia de lo que sí ocurre con Italia, Francia, Holanda, Reino Unido y Polonia, según se recoge en *Biogas to Energy 2012/2013. The world market for biogas plants*, un informe elaborado por la consultora Ecoporg y la sociedad de investigación Fraunhofer, ambas alemanas, que pone el foco de atención en la desaceleración del país teutón, que actualmente acumula dos tercios de la potencia mundial, como locomotora del biogás.

Un futuro complicado que, pese a todo, no impide que la Asociación Europea del Biogás (EBA, en sus siglas en inglés), prevea que esta fuente energética podría cubrir fácilmente el 2% de la demanda total de electricidad de Europa en 2020. Ni tampoco que el citado informe sobre el mercado mundial del biogás asegure que entre el pasado 2012 y 2016 la producción mundial pasará de 4.700 a 7.400 MW, o que el número de plantas se incremente en 3.800 hasta rozar las 14.000.

## Barreras que superar

Para muchos expertos, cumplir estos pronósticos pasa, de entrada, por que el biogás sea capaz de despertar el mismo o parecido interés en los Gobiernos y el mundo empresarial que otras fuentes renovables, algo que las características del recurso –residuos– o

el temor a la complejidad en su tratamiento lo hacen hoy por hoy bastante peliagudo.

Asimismo, sería necesario reducir los trámites administrativos, un aspecto igualmente arduo de superar si se tiene en cuenta que la digestión anaeróbica –el proceso que permite la obtención del biogás– afecta a dos ministerios (Energía y Agricultura) cuyas labores no siempre resultan fácil de coordinar.

Pero también, y así lo afirma Euro Observer, por el hecho de que muchos países europeos realicen mayores esfuerzos para fomentar el desarrollo del biogás industrial mediante incentivos, aunque reconoce que no es una fórmula sostenible a largo plazo, y la eliminación de barreras regulatorias, al tiempo que se mejora la eficiencia energética y se potencia la inyección de biometano (biogás purificado) en las redes convencionales de gas.

Pero, a pesar de que estos condicionantes ensombrecen y mucho el futuro del biogás en España, sus defensores no tiran la toalla y reclaman a Industria que habilite un nuevo marco legislativo para este sector con el que poder demostrar que el biogás es capaz de convertir el problema que conlleva la gestión de las deyecciones ganaderas y otros residuos agroindustriales, la fracción orgánica de los restos de comida y los lodos de las estaciones depuradoras de aguas residuales –las principales materias primas a partir de las cuales se obtiene– en una brillante, sostenible y ecológica oportunidad.

# I+D español para fabricar componentes de titanio

Con las nuevas técnicas se abre un gran abanico de posibilidades a la hora de diseñar materiales, así como de mejorar la resistencia al desgaste y reducir la temperatura y el tiempo de sintetización

## Pura C. Roy

El titanio es el metal con mayor resistencia en relación con su peso, y se caracteriza por tener unas excelentes propiedades, como son su baja densidad, biocompatibilidad, su gran resistencia a la corrosión y su carácter no magnético, entre otras. El Grupo de Tecnología de Polvos (GTP) de la UC3M, en colaboración con el Grupo de Procesamiento Coloidal del ICV del Consejo Superior de Investigación Científicas (CSIC), está desarrollando una nueva técnica para la producción de componentes de titanio combinando técnicas pulvimentalúrgicas con técnicas coloidales que puede suponer un gran avance en el sector.

“Mediante este método podemos utilizar polvos muy finos que permiten reducir la temperatura y el tiempo de sinterización, es decir, abaratamos costes y conseguimos materiales con una microestructura más fina, lo que repercutirá favorablemente en las propiedades mecánicas”, explica la corresponsable del GTP, Elena Gordo, del Departamento de Ciencia e Ingeniería de los Materiales de la UC3M.

Las técnicas pulvimentalúrgicas, que uti-

lizan metal en polvo como materia prima, presentan grandes ventajas para el procesamiento de titanio, como el elevado aprovechamiento de material, la reducción de etapas de procesado y el diseño de aleaciones a medida.

**Ya se han obtenido dispersiones homogéneas de partículas cerámicas nanométricas en polvos de titanio, lo que permite modificar la microestructura de los materiales y sus propiedades**

Sin embargo, presenta dificultades, especialmente en el caso de polvos de pequeño tamaño de partícula. Y es aquí donde entra en acción la técnica coloidal, que normalmente se utiliza para procesar cerámicas y que permite manejar partículas de menor tamaño.

“Con las técnicas coloidales se pueden obtener suspensiones dispersas homogéneamente y estables con alto contenido en

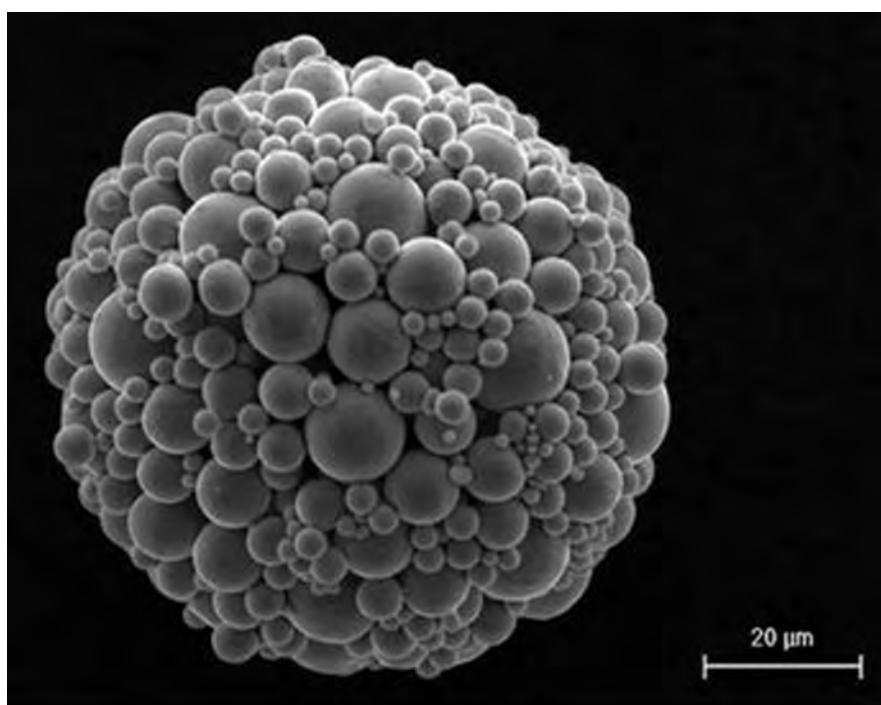
sólidos que se pueden pulverizar con aire para obtener aglomerados esféricos que mejoran el comportamiento frente a la sinterización (una fase de “horneado” de las piezas), lo que supone reducir en más de 200 °C y una hora las condiciones utilizadas normalmente para el titanio”, explica la profesora Elena Gordo. Es la primera vez que se utiliza con éxito esta combinación de técnicas para obtener piezas con baja porosidad; hasta el momento otros autores solo han logrado materiales con porosidades elevadas.

La utilización de las técnicas coloidales y pulvimentalúrgicas abre un enorme abanico de posibilidades a la hora de diseñar materiales: ya se han obtenido con éxito dispersiones homogéneas de partículas cerámicas nanométricas en polvos de titanio, lo que permite modificar la microestructura de los materiales y sus propiedades, así como mejorar la resistencia al desgaste. Además, se pueden fabricar materiales porosos, materiales gradiente, diseños *bottom-up*, etcétera, posibilidades en las que está trabajando el grupo actualmente. Los primeros resultados de esta combinación de técnicas han sido publicados por los investigadores en la revista *Key Engineering Materials*.

## Aleaciones

El GTP de la UC3M trabaja en diversas líneas de investigación en torno al titanio, como el diseño de nuevas aleaciones con elementos más baratos (como el hierro en lugar del vanadio); la obtención de titanio sinterizado de altas prestaciones, tratando de alcanzar la densidad total del material o ausencia de porosidad; el desarrollo de recubrimientos y/o tratamientos superficiales para aumentar su resistencia al desgaste y oxidación o, por último, el estudio de su biocompatibilidad en comparación con aleaciones convencionales. “El grupo lleva trabajando en esta línea desde hace casi una década, por lo que la investigación que estamos realizando abarca una amplitud de temas que hace que seamos uno de los grupos más importantes en Europa en este campo”, resalta Gordo. De hecho, el GTP es pionero en España en el desarrollo de aleaciones de titanio utilizando técnicas pulvimentalúrgicas.

Molécula de titanio. Foto: UC3M



## >> Espectrómetro XRF portátil para análisis de metales

El S1 TITAN de la empresa Bruker se encuentra entre los analizadores XRF portátiles de tubo más ligeros (1,44 kg, con la batería incluida) del mercado actual. La rápida velocidad y la precisión excepcional son dos atributos clave para definir este analizador. Otras características innovadoras incluyen la integración de una pantalla táctil en color, un tubo de rayos X de 50 kV, determinación de calidad SMART, geometría de rayos X optimizada SharpBeam, detector de la desviación del silicio (SDD) X-Flash y una carcasa extremadamente resistente y hermética para entornos húmedos y con polvo.



La serie S1 TITAN está disponible en tres configuraciones. Todas utilizan la tecnología SharpBeam. El S1 TITANLE y el S1 TITANSE incorporan el detector SDD innovador X-Flash que le garantiza unos tiempos de análisis extremadamente rápidos. El S1 TITANSP está configurado con un detector SiPIN de ahorro. Asimismo, el S1 TITAN se puede configurar con calibraciones que están optimizadas para una amplia variedad de materiales de muestra, que incluyen un abanico extenso de aleaciones, muestras de minería y medioambientales, y materiales restringidos.

La tecnología patentada SharpBeam de S1 TITAN optimiza la geometría de detector y del tubo. Esta geometría optimizada tiene muchos efectos deseados, entre los que cabe destacar: reducción de los requisitos energéticos y del peso, mejora de la precisión de medición y de los límites de detección así como el incremento de la vida útil de la batería.

**Bruker**

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

## >> Martillos perforadores profesionales con batería y sistema de luz led integrado

Bosch ha lanzado los nuevos martillos perforadores a batería más pequeños y ligeros de su clase: el GBH 14,4 V-LI Compact Professional y el GBH 18 V-LI Compact Professional, con un peso de tan solo 1,8 o 1,9 kilogramos (14,4/18 voltios) y una longitud de 278 milímetros. Sus características garantizan a los profesionales una forma de trabajar más confortable, fácil y eficiente. Ambas herramientas están perfectamente equilibradas y permiten un trabajo preciso en espacios muy reducidos. Además, son seguras y cómodas gracias a su empuñadura ergonómica con revestimiento Softgrip. Estos martillos perforadores de batería están diseñados para perforaciones de pequeños y medianos diámetros.

Ambas herramientas ofrecen una energía de impacto de 1J, una velocidad de impacto de hasta 4.950 i.p.m. (14,4 y 18 V) y disponen de un interruptor de velocidad variable. Gracias a su sistema electroneumático, estas herramientas realizan perforaciones de hasta 12 mm de diámetro en hormigón. Los resultados más ópti-

mos se consiguen en diámetros de cuatro a ocho milímetros. Gracias al sistema de inserción SDS-plus de Bosch los accesorios son fácilmente sustituibles sin necesidad de recurrir a herramientas adicionales. Otra de las grandes ventajas de estas herramientas es su sistema de luz led integrado, que asegura una excelente visibilidad en áreas de trabajo, incluso en lugares oscuros.

Bosch está segmentando toda su gama de herramientas de 14,4 y 18 voltios con batería de litio en tres categorías diferentes: gama Robust, gama Dynamic y gama Light. Los nuevos martillos GBH 14,4 V-LI Compact Professional y el GBH 18 V-LI Compact Professional pertenecen a la gama *light*, que se caracteriza por la combinación de su bajo peso, fácil manejo y excelentes resultados para un uso profesional. Las baterías Premium de litio ofrecen una vida útil más larga, garantizada gracias al sistema ECP (Electronic Cell Protection) de Bosch, que protege la batería contra sobrecargas, sobrecalentamientos y descarga total.

**Bosch**

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

## >> Estudios acústicos de recintos de dimensiones regulares con ProntAcoustic

Procedimientos Uno ha lanzado al mercado ProntAcoustic, una aplicación especialmente diseñada para la realización de un estudio acústico teórico de un recinto con dimensiones regulares. Este estudio realizará el cálculo del aislamiento de los cerramientos y la transmisión de ruido aéreo a través de estos a los elementos colindantes a partir de una serie de focos de ruidos. Estos niveles de ruido transmitido serán cotejados con la normativa seleccionada y el programa le generará la documentación necesaria (gráficos y listados) y le indicará si está o no conforme con la normativa seleccionada.



La empresa Procedimientos Uno ofrece la posibilidad de probar una versión completa y totalmente operativa de forma gratuita por un periodo limitado a todos los suscriptores de Técnica Industrial. Esta versión puede obtenerse, junto con las versiones demo de TeKton3D, ESwin, Pronthor y STwin en la siguiente dirección: <http://www.arqui.com/servicios/evaluacion/>.

**Procedimientos Uno**

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

## >> Válvulas hidráulicas de seguridad para prensas

La gama de válvulas de seguridad para prensas hidráulicas propuestas por Tecnofluid se caracteriza por una excelente repetibilidad de la intervención y por la garantía de los tiempos de respuesta extremadamente contenido que permiten reducir drásticamente la aparición de picos de presión.

# MEDIO AMBIENTE

La relación entre la presión de precarga y la presión de ajuste de la seguridad es especialmente elevada (hasta 1:5) y permite que la presión de precarga de los amortiguadores hidráulicos es extremadamente pequeña, reduciendo así los esfuerzos realizados por los amortiguadores.

El diseño del sistema también permite una variación continua de la presión que actúa sobre la intervención de la seguridad proporcionada por el control de la presión de precarga. Gracias a la colaboración de varios años y continua con los clientes actores clave del mundo de la deformación de los metales.

**Tecnofluid**

[www.tecnofluid.info](http://www.tecnofluid.info)

## >> Herramienta de trazado y medición de gran ergonomía y sencillez

La simplicidad es la idea central sobre la que gira el concepto de la Dea Tracer cuando se trata de la instalación, el manejo y el mantenimiento. El sistema de trazado y medición básica está basado en una estructura de brazo horizontal que facilita la carga de las piezas, tales como los modelos de diseño, los núcleos de moldes y matrices, las estructuras de carpintería y las piezas de chapa metálica. Para lograr la ergonomía ideal, el brazo horizontal está siempre equilibrado. Los usuarios pueden posicionar el brazo de modo preciso y sin fatiga, incluso después de un uso prolongado. El deslizamiento y el bloqueo de los ejes se realizan mediante botones de control y frenos independientes en cada eje. Los ejes se deslizan sobre guías lineales y cojinetes recirculantes. Por tanto, no se necesita suministro de aire.

Dea Tracer estándar está disponible con un brazo simple, el cabezal sensor Tesastar de activación por contacto y una lectura digital. Para ampliar la funcionalidad del sistema, los usuarios pueden seleccionar entre diversas opciones, como la configuración de doble brazo, el cabezal sensor TesastaR-i, el software de medición PC-DMIS, diferentes mesas de trabajo, así como un kit de trazado. El concepto abierto de esta MMC hace posibles ambas cosas: la inspección dimensional de piezas y el trazado de piezas de trabajo, por ejemplo, modelos de arcilla o piezas de hierro fundido.

**Hexagon Metrology**

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

## >> Fresa para el planeado y fresado de perfiles útil para distintos materiales

CoroMill 419 es el nuevo concepto de fresa de gran avance con cinco filos para operaciones de desbaste a semiacabado, que ofrece un excelente rendimiento en todos los grupos de materiales, a la vez que grandes posibilidades de optimización.

La nueva fresa se puede utilizar en la mayoría de las aplicaciones y los segmentos de la industria que requieren operaciones de planeado y fresado de perfiles. Además, ofrece un excelente



## Papel y desechos para fabricar ladrillos con beneficios medioambientales

Investigadores de la Universidad de Jaén han elaborado un material cerámico para la construcción a partir de residuos de la industria papelera. Para conseguir los ladrillos, la Escuela Politécnica Superior de Linares ha utilizado residuos de celulosa de una fábrica papelera, así como lodos procedentes de la depuración de sus aguas residuales. Estos desechos se han mezclado con la arcilla tradicionalmente utilizada en construcción y, mediante presión y extrusión mecánica, han logrado la nueva materia prima. De momento, han creado ladrillos prototípicos que son más ligeros y de baja conductividad térmica, lo que supone buena capacidad aislante. También se reduce el tiempo de cocción para su elaboración, lo que supone un ahorro de combustible. El reto es aumentar la resistencia de este material, cuyo desarrollo se ha publicado en la revista científica *Fuel Processing Technology*.

## El aumento de las emisiones de mercurio supone un gran peligro para la salud

En un estudio realizado por el programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) titulado *Mercurio: es tiempo de actuar*, presentado en Nairobi, se pone de manifiesto que las emisiones de mercurio se han duplicado desde 2005, lo que supone una gran amenaza para la salud de hasta 15 millones de personas, principalmente en África, Asia y América del Sur, de los que al menos tres millones son mujeres y niños. El documento afirma que las pequeñas explotaciones mineras de oro contribuyen al 35% de la emisión global de mercurio (sustancia usada para limpiar el preciado metal dorado), unas 727 toneladas anuales. En segundo lugar, se encuentra la quema de carbón para la producción de electricidad, un 24% del total, que se traduce en 475 toneladas al año, por lo que Asia es el continente donde más emisiones de mercurio se producen por su rápido crecimiento industrial. El estudio apunta también que en los últimos 100 años la cantidad de mercurio presente en los 100 metros superiores de los océanos se ha duplicado, lo que contamina a una gran cantidad de peces que luego son ingeridos por la población.

## La UE propicia nuevos proyectos para reducir las emisiones de gases

En los últimos años, las energías renovables han ampliado su ámbito de acción más allá de las energías solar y eólica. Reflejando esta diversidad, se ha adjudicado una financiación de 1.200 millones de euros para repartir entre 23 proyectos innovadores de demostración de energías renovables que se llevarán a cabo en 16 Estados miembros de la UE. Estos proyectos abarcan desde los biocombustibles avanzados, la energía solar concentrada, la geotérmica, la eólica y la oceanográfica hasta la gestión distribuida de energías renovables (redes inteligentes). Se espera que estos proyectos, el 50% de cuya financiación procede de NER300, contribuyan a cumplir el objetivo fijado para 2020 por la UE de obtener el 20% de su energía a partir de fuentes renovables.

rendimiento en el mecanizado de componentes que requieren largos voladizos y es perfecta para máquinas de baja potencia o con fijaciones débiles.

Entre sus beneficios se encuentran una alta productividad en aplicaciones que requieren una ligera acción de corte y una prolongada vida útil de la herramienta en materiales difíciles de mecanizar, en especial, en materiales de acero inoxidable, acero templado y titanio.

El refrigerante interior en todas las fresas permite un eficiente mecanizado con refrigerante, y la opción de utilizar refrigerante de aire comprimido proporciona una mejor evacuación de la viruta en operaciones de fresado de cavidades profundas y de interpolación helicoidal.

CoroMill 419 está equipada con resistentes y robustas plaquetas que garantizan un mecanizado fiable con cinco filos de corte. Además, la amplia gama de calidades y geometrías proporciona soluciones para la mayoría de los materiales y aplicaciones.

Desde el pasado 1 de marzo, CoroMill 419 está disponible en la gama de diámetros de 32 a 100 mm (de 1,25 a 4 pulgadas).

**Sandvik Coromant**

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

## >> Herramienta de biselado y galeteado que aceleran el acabado de agujeros cilíndricos

Sandvik Coromant ha presentado una nueva gama de herramientas para el biselado y el galeteado que permitirá a los fabricantes realizar el acabado de los agujeros cilíndricos en tiempos de mecanizado hasta un 90% inferiores a los requeridos en las técnicas de bruñido convencionales. Asimismo, gracias a la seguridad del proceso optimizada, se garantiza una menor duración de los ciclos, a la vez que se mantiene el acabado de gran precisión de los diámetros del tubo.



Esta gama de herramientas, diseñada para el mecanizado de cilindros hidráulicos y neumáticos de una gama de diámetros de 38 a 305,9 mm, produce diámetros de acabado de tubo de gran precisión desde la entrada hasta la salida, a la vez que ayuda a ahorrar un valioso tiempo de mecanizado.

Entre las múltiples características técnicas de las nuevas herramientas se encuentra la separación de las operaciones de biselado y galeteado, la cual ayuda a reducir al mínimo el consumo energético y la fuerza de avance. En el recorrido frontal, el biselado a alta velocidad prepara el agujero para la operación de bruñido y, en el recorrido de retorno, tiene lugar la operación de galeteado con las plaquetas de bruñido retraídas para conservar la alta calidad superficial del agujero. Asimismo, disponer de operaciones de biselado y galeteado separadas, también implica que el avance y la velocidad pueden ser optimizadas, de forma independiente, para cada una de las operaciones correspondientes.

Además, ahora, Sandvik Coromant ofrece repuestos estándar y plaquetas en inventario para estas herramientas. Entre estas últimas se encuentran tres nuevas plaquetas de biselado que, gracias

a su gran resistencia al desgaste, ofrecen una mayor vida útil de la herramienta y un elevado aprovechamiento de la máquina. Estas nuevas plaquetas están basadas en la calidad GC1025, un metal duro de grano fino de alto rendimiento con recubrimiento PVD.

**Sandvik Coromant**

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

## >> Atornilladores de batería con ocho configuraciones programables

Los atornilladores de batería Serie QX de Ingersoll Rand constituyen una nueva gama que ofrece una solución de apriete totalmente monitorizada en una amplia variedad de configuraciones. Sus múltiples ajustes ofrecen una gran flexibilidad en el puesto de trabajo y puede utilizarse como herramienta independiente o integrarse en un proceso de trazabilidad con comunicación inalámbrica.



La Serie QX indicada para trabajos de precisión en líneas de montaje destaca por su precisión gracias a su sistema de control de lazo cerrado con control de ángulo y transductor de par. Puede realizar estrategias de apriete avanzadas para un control de procesos y flexibilidad máximos. El atornillador cuenta con ocho configuraciones programables (par / ángulo / velocidad). Gracias a ello puede realizar trabajos para los que antes eran necesarias varias herramientas. La primera gama introducida llega hasta los 12 Nm.

Dispone de pantalla LCD y teclado integrado para programar fácilmente desde la propia herramienta la estrategia de apriete estándar que precisa. El atornillador cuenta, además, con una conexión USB a través de la cual podrá gestionarse desde un PC con el software ICS Connect las configuraciones de apriete más avanzadas.

Las herramientas equipadas con la opción de comunicación inalámbrica (modelos QXX) pueden conectarse a un módulo de control de procesos (IC-PCM) para su gestión remota, programación de la herramienta y archivado de datos. El módulo de control de procesos junto con el software ICS Connect permite la programación inalámbrica de todas las estrategias de apriete en un máximo de 10 herramientas por controlador. Esto permite la recopilación de datos en tiempo real y su volcado en base de datos o en una red de control vía conexión EtherNet, bus de campo o E/S digitales.

**Ingersoll Rand**

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

## >> Conector tipo SC de montaje rápido, sin necesidad de equipo especial

La firma C3, Cables y Componentes para Comunicaciones, una empresa especializada del Grupo Cofitel, ha comercializado el conector W-QAC-SC, que se puede emplear como elemento de acceso a los edificios en redes de fibra óptica o en la distribución interior en redes LAN o en Data Centers.

# I+D

Este conector, de tipo SC utiliza la técnica de los modelos prepulidos, lo que permite su montaje directo sobre la fibra ya tensada, sin necesidad de fusionadora u otro tipo de empalmes, lo que lo hace idóneo para terminaciones en campo y trabajos de mantenimiento de redes.

Dicho sistema permite garantizar los resultados, en cuanto a pérdidas de inserción o retorno, parámetro especialmente importante cuando se requiere el pulido APC.

Por otra parte, el modelo W-QAC-SC presenta unas excepcionales prestaciones en la resistencia a la tracción, repetitividad u otras exigencias mecánicas, medioambientales (-40 °C a +75 °C) o de resistencia a la humedad.

Todos los conectores se suministran para montar sobre fibra desnuda a 250 µm, (cable holgado) fibra recubierta a 900 µm (cable ajustado) cordón de 3 mm (latiguillos) o cordón dúplex en ocho (tipo Zipcord), tanto en fibra monomodo (SM) como multimodo (MM) 50/125 o 62,5/125.

Tel. 916200944

Correo-e: info@c3comunicaciones.es

www.c3comunicaciones.es

## >> Dispositivo que permite reducir la merma de cables y ahorrar costes

La entidad francesa Laselec anuncia el lanzamiento al mercado de un nuevo dispositivo que permite reducir la merma de cables. Cada vez que se inicia la producción de un nuevo tipo de cable, se puede llegar a perder hasta un metro. Esto genera considerables costes debido al precio elevado de los cables aeronáuticos. El nuevo dispositivo permite reducir esta merma, que se sitúa entre 4 y 12 cm de largo, gracias a que las máquinas de marcado de cables ULYS Modena están equipadas con un sistema de carga automática. Puede ser montado sobre desenrolladores tanto para una sola como para múltiples bobinas. Además, este nuevo dispositivo puede ser incorporado a posteriori sobre todas las máquinas ULYS Modena ya instaladas en las fábricas.



La gama ULYS Modena responde a todas las necesidades de mercado de cables. La máquina más básica, la ULYS 110, ideal para cadencias bajas de producción, puede evolucionar según las exigencias hasta lograr una productividad sin parangón igual que la ULYS 990. Los marcadores láser ULYS Modena y MRO 200 se controlan por ordenador, están totalmente automatizados y disponen de funciones de trazabilidad. Son, al mismo tiempo, fáciles de utilizar, fiables y ofrecen excelentes prestaciones. En la actualidad, se encuentran disponibles nuevos modelos para completar estas dos gamas.

La identificación de los cables eléctricos mediante láser UV, muy utilizada en los sectores civil y militar, no solo garantiza un marcado indeleble, sino que no daña el aislante. Los centros de mantenimiento, modificación y reparación de aeronaves están cada vez más interesados por esta tecnología. Laselec ha creado la MRO

## Información en cualquier momento sobre la producción y el estado de plantas fotovoltaicas

La empresa Ingeteam ha desarrollado una aplicación para dispositivos iOS que permite obtener, en tiempo real, los datos de producción de energía de las instalaciones fotovoltaicas. Esta nueva plataforma denominada Ingecon Web Monitor da acceso a toda la información sobre la producción de energía de las plantas fotovoltaicas. La aplicación facilita el acceso inmediato a la web [www.ingeconwebmonitor.com](http://www.ingeconwebmonitor.com), en la que los usuarios ya podían ver y registrar los datos de toda la vida útil de sus instalaciones desde su PC. Así, de ahora en adelante, los usuarios de terminales iPhone, iPad o iPod Touch, podrán llevar un registro actualizado de la generación energética de sus instalaciones fotovoltaicas de una forma sencilla, clara e inmediata. La aplicación Ingecon Web Monitor está ya disponible en App Store en cinco idiomas (castellano, inglés, alemán, francés e italiano).

## Material nanoestructurado para resistir las altísimas temperaturas de un reactor

Un equipo del departamento de Ciencia de Materiales y del Instituto de Fusión Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) plantea el uso de materiales nanoestructurados basados en wolframio (W) para el recubrimiento interno de los reactores de fusión nuclear. El objetivo es conseguir una mayor resistencia a las altísimas temperaturas y agresiones de la radiación que se producen en el interior de estos reactores. El material desarrollado por los expertos consiste en recubrimientos de W nanoestructurado formado por columnas con un diámetro medio en torno a los 100 nanómetros. Los estudios mecánicos realizados ponen de manifiesto que su dureza es cuatro veces mayor que la del W masivo. Además, estudios bajo irradiación evidencian que debido a la nanoestructuración este material presenta propiedades *autosanantes*.

## Creado el comité español de normas sobre ciudades Inteligentes

La Asociación Española de Normalización y Certificación (Aenor) y la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio han firmado un convenio para fomentar la normalización en el campo de las ciudades Inteligentes y contribuir, de esta manera, a su implantación y despliegue en España. El acuerdo apoya la puesta en marcha, por parte de Aenor, la entidad responsable del desarrollo de las normas técnicas en nuestro país, del Comité Técnico de Normalización AEN/CTN 178 de Ciudades inteligentes, que dará cobertura a la normalización de un nuevo modelo de desarrollo urbano que permita gestionar de forma sostenible e inteligente las ciudades.

Las normas técnicas contienen las buenas prácticas y el consenso del mercado respecto a la mejor forma de abordar procesos importantes para las organizaciones y para la sociedad en general. Las normas se elaboran con la participación de las partes implicadas en cada caso, estando al alcance de todos.

200 para responder más concretamente a sus necesidades. Dedicada a las series pequeñas y medianas y a la producción por unidades, esta gama de máquinas de marcado puede utilizarse para realizar retoques, además de resultar muy útil para los talleres que producen series pequeñas. Su sistema de despliegue y corte de cable es sólido y fiable y asegura la integridad del aislante.

Otra ventaja fundamental del marcado directo mediante láser UV es la reducción del peso del cableado, que, sin duda, repercute en el de los aparatos equipados y, por tanto, permite reducir los costes energéticos. El marcado directo de los cables ya ha sustituido prácticamente a la colocación de manguitos en la construcción aeronáutica. Por su parte, los talleres de cableado para vehículos industriales, automóviles de gama alta, de competición y de rallies también disponen de equipos Laselec.

#### **Laselec.**

Correo-el: [info@laselec.com](mailto:info@laselec.com)  
[www.laselec.com](http://www.laselec.com)

### **>> Nuevo catálogo de herramientas y productos generales de mantenimiento**

Brammer ha publicado un nuevo catálogo de herramientas y productos generales de mantenimiento. Este tiene más de 1.000 páginas y 17.000 productos de 48 proveedores de referencia. Sus secciones incluyen 'Herramientas manuales y herramientas eléctricas', 'Corte y perforación', 'Equipos de protección individual', así como una extensa selección de productos de salud y seguridad y limpieza e higiene.

El motivo de esta ampliación de productos fue una encuesta realizada por Brammer en 2011 que reveló que el 75% de los clientes presenta una demanda añadida de herramientas y productos generales de mantenimiento. Otro factor determinante fue la adquisición del distribuidor de tecnología británico líder en el mercado Buck & Hickman y que ha venido acompañada de la creación de una división de productos europea: Herramientas y Productos de Mantenimiento. Esta adquisición aparta al grupo Brammer una clara sinergia también para el mercado español. Buck & Hickmann proporciona a todo el grupo una plataforma completa de conocimientos especializados y relaciones con proveedores con la que se pueden ampliar las tareas en todos los países en los que trabaja Brammer.

#### **Brammer**

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



### **>> Ordenador móvil profesional para mejorar el servicio en el sector retail**

La firma Diode, a través de su división de Identificación Automática, ha anunciado la disponibilidad del ordenador móvil MC40 de Motorola, un "dispositivo de bolsillo" con pantalla táctil de 4,3 pul-

gadas y sistema operativo Android que ofrece un gran número de funciones para ayudar a mejorar el servicio al cliente en el sector retail.

El MC40 permite escanear códigos de barras 1D y 2D para comprobar un precio y conocer la disponibilidad o la ubicación de un modelo determinado, mostrar información de una mercancía, comparar varios productos, comunicar con otros profesionales de la tienda para realizar cualquier consulta e, incluso, llenar el formulario de una tarjeta de fidelidad, todo ello en presencia del cliente. También es posible adecuar la tecnología y la presencia externa (color de la cubierta e inclusión de logotipo) de cada MC40 para dotar de una solución duradera con alta seguridad de datos y gestión centralizada.

Este ordenador móvil es el primer dispositivo de su clase con capacidad de escaneado omnidireccional, lo que elimina la necesidad de alinear el MC40 y el código de barras para observar posteriormente los datos, por ejemplo, en la pantalla del teléfono móvil del cliente.

El lector de banda magnética integrado permite comprobar una tarjeta de crédito, regalo o fidelidad. Y, gracias a un cabezal encriptado, su información no es visible, cumpliendo las regulaciones de protección de datos (PCI).

Una cámara de alta resolución hace posible que los dependientes muestren planogramas y promociones con tan solo apretar un botón. El MC40 es una solución *push-to-talk (PTT) ready right out of the box* que facilita la conexión a otros ordenadores móviles de Motorola con PTT en el interior del establecimiento.

El nuevo modelo posee un batería recargable que dota de entre ocho y diez horas de operación tras la carga, por lo que nunca quedará "fuera de servicio" por falta de alimentación.

Además, con la solución de gestión Mobility Services Platform (MSP) se puede actualizar, monitorizar y solucionar problemas (de forma remota) de cualquier dispositivo móvil de Motorola y otros fabricantes.

#### **Diode**

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

### **>> Torpedo con nueve entradas y seis bandejas para alojar hasta 72 empalmes**

C3, Cables y Componentes para Comunicaciones, empresa del Grupo COFTEL, presenta el torpedo GPJ09L7-BR que, con unas dimensiones reducidas (diámetro de 144 mm y altura de 445 mm), se puede emplear en aplicaciones exteriores de empalmes murales y adosados a poste.



El GPJ09L9-BR, que posee nueve entradas y seis bandejas portaempalmes para alojar hasta 72 empalmes, incluye empaquetadura de sellado, elemento de fijación de cable, protectores, abrazaderas de nailon, papel de esmeril y plateado, válvula de presurización, conjunto de puesta a tierra, tubos termorretráctiles y diversos accesorios.

Este protector de empalmes es idóneo en sangrado de cables con alojamiento de tubos al contar con cuatro entradas circulares para cables de entre 7,6 y 17,5 mm, cuatro entradas para cables de 5 a 9 mm y un puerto oval para dos cables de 10 a 22 mm.

# techtextil

La base y la cubierta cierran mediante un sistema atornillado, mientras que las entradas de cable lo hacen con elementos "practicables" para facilitar su reutilización sin necesidad de elementos externos. Construido con materiales de alta calidad, el GPJ09L9-BR, tiene un rango de temperatura operativa de -40 a +55 °C y un grado de protección IP68.

**Cables y Componentes.** Tel. 916200944

Correo-e: [info@c3comunicaciones.es](mailto:info@c3comunicaciones.es)

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

## >> Precinto de alta seguridad para contenedores con triple bloqueo

Service Impex es una empresa española que produce precintos de seguridad de máxima calidad. Uno de sus productos es Titan, un cierre formado por un cable flexible galvanizado con un diámetro 5,2 mm que soporta una carga de rotura no inferior a 20.000 N (1.800 kg). El mecanismo de alta precisión de bloqueo está protegido por una carcasa de acero y está montado sobre la base junto con el cable. Toda la estructura está cubierta con una capa protectora de plástico.



El precintando de cisternas de combustibles y lubricantes puede producir chispas. Estas quedan eliminadas gracias a la capa de plástico que cubre la cápsula del sello. La cápsula del precinto es ignífuga y está cubierta con poliestireno ABS con 5 colores posibles. El poliestireno resistente al impacto no es tóxico, ni explosivo y la temperatura de combustión espontánea es de 500 C°. Es posible utilización de adhesivos especiales UV contra la falsificación.

Gracias a la capa de plástico, los intentos de cambiar o destruir las inscripciones en la cápsula del sello dejarían marcas visibles. El mecanismo de bloqueo triple elimina la posibilidad de invertir el movimiento del cable una vez finalizado el montaje del precinto. La extracción del precinto se hace con cortacables.

Es un precinto versátil que proporciona una alta protección contra el acceso no autorizado a los contenedores de ferrocarriles, cisternas con productos derivados del petróleo, transportes de granos y contenedores marítimos.

**Service Impex**

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

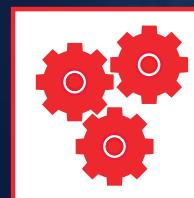
[www.service-impex.com](http://www.service-impex.com)

## >> 'Software' para el cálculo de conductos en instalaciones de climatización

Desde sus orígenes, Isover ha desarrollado nuevas herramientas que aplican las últimas tecnologías para ayudar a los ingenieros, arquitectos, proyectistas y otros profesionales del sector a realizar su trabajo con mayor eficacia y comodidad. Ahora, gracias a la experiencia adquirida y a la aparición de nuevas normativas internacionales que regularizan los métodos de cálculo en instalaciones de climatización, Isover presenta el software ClimCalC Dimension.

Feria internacional especializada en textiles técnicos y materiales no tejidos

del 11 al 13-6-2013



Indutech

**PRODUCTIVITY  
EFFICIENCY  
SPECIFICATIONS  
PERFORMANCE**

Una sinergia perfecta con dos ferias en un mismo lugar

**texprocess**

del 10 al 13-6-2013

[info@spain.messefrankfurt.com](mailto:info@spain.messefrankfurt.com)  
Tel. 91 533 76 45



Más información:  
escanear el código QR o  
[www.techtextil.com](http://www.techtextil.com)

 **messe frankfurt**

Este es un potente software para el cálculo dimensional de conductos en instalaciones de climatización que permite determinar de forma sencilla y eficaz la dimensión de los conductos que se van a utilizar para cada proyecto mediante una intuitiva interfaz.

Conociendo el caudal de aire requerido en cada tramo de la red de conducto, se puede calcular la sección de conducto necesaria según la pérdida de carga. Solo hace falta seleccionar el producto Climaver del proyecto e introducir el caudal necesario.

El programa calcula directamente la sección cuadrada necesaria de la red de conducto para una pérdida de carga de 1 Pa/m por defecto. Con solo cambiar el valor en Pa/m en la casilla correspondiente, se puede realizar el cálculo con otra pérdida de carga por metros lineales. Para adecuarse a la realidad del proyecto, además de la sección cuadrada adecuada, permite determinar la mejor sección posible cuando hay limitación de espacio. El programa está disponible en la página web de Isover.

#### Isover

Correo-e: [isover.es@saint-gobain.com](mailto:isover.es@saint-gobain.com)  
[www.isover.es](http://www.isover.es)

### >> Transductores de fuerza para condiciones extremas

HBM, fabricante de equipos y componentes para la medida de magnitudes mecánicas y pesaje, anuncia la disponibilidad de una versión con grado de protección IP68 de sus transductores de fuerza U10S / U10M para operar en exteriores o condiciones ambientales extremas, como sucede en bancos de pruebas para cámaras climáticas.

Los nuevos transductores, con una carga nominal de 12,5 kN, se basan en la tecnología de bandas extensométricas para facilitar la medición de fuerzas (de tracción y compresión) dinámicas y estáticas.

Estos modelos poseen un diseño robusto y plano del cuerpo de medición (con tecnología de red *multi-shear*) y una compensación individual de par de flexión. Gracias a un procedimiento de ajuste eléctrico especial, la interferencia de las cargas parásitas se minimiza, incluso en versiones de doble puente.

Y, a diferencia de los "transductores tradicionales" con conector con cierre de bayoneta, las nuevas unidades U10S / U10M se unen directamente a un cable integrado para garantizar las máximas prestaciones en entornos adversos.

**HBM.** Tel. 918 062 610  
Correo-e: [info@es.hbm.com](mailto:info@es.hbm.com)  
[www.hbm.es](http://www.hbm.es)



### >> Aspirador de vapor para evitar el plomo y el polvo fino de las soldaduras

Los sistemas de aspiración para vapores de soldadura reducen al mínimo las sustancias contenidas en el vapor, así como el polvo fino respirable. Reichelt Elektronik ofrece una amplia gama de

soluciones en diferentes clases de prestaciones. El sistema de aspiración de vapores de soldadura Xytronic HV-2 FES está diseñado para el uso profesional y ofrece una velocidad de giro variable del ventilador. Permite aspirar vapores de soldadura y filtrar al mismo tiempo el aire hasta en dos puestos de trabajo de soldadura a la vez. El volumen de aire por hora es de 350 m<sup>3</sup>.

El potente motor de bomba exento de mantenimiento aspira de forma eficiente los vapores de soldadura del entorno del puesto de trabajo. A través de sendos tubos flexibles con una longitud de 250 cm y un diámetro de 75 mm, hasta dos embudos están conectados con la unidad base compacta que se puede integrar fácilmente debajo del puesto de trabajo. A pesar del alto rendimiento del sistema de aspiración, el nivel de ruido es inferior a 50 dB. Los vapores de soldadura aspirados se conducen a través de un sistema de filtro de tres etapas, compuesto de un filtro previo, un filtro HEPA y un filtro de carbón activo que retiene las sustancias tóxicas y el polvo fino respirable. Si es necesario, los filtros se pueden cambiar con unas pocas maniobras.

Además del sistema de aspiración profesional para vapores de soldadura HV-2FES, Reichelt Elektronik ofrece también soluciones económicas de Xytronic para puestos de trabajo de soldadura, por ejemplo el aspirador de vapores de soldadura 426 DLX. Este alcanza un caudal de aire de 120 m<sup>3</sup>/h y filtra los vapores de soldadura aspirados con un filtro de carbón activo fácil de cambiar.

#### Reichelt Elektronik

Correo-e: [info@reichelt.de](mailto:info@reichelt.de)  
[www.reichelt.de](http://www.reichelt.de)

### >> Toallitas multiusos para eliminar fácilmente la grasa de manos y herramientas

WD-40 Company, multinacional especializada en la fabricación y comercialización de productos y aceites multiusos ha presentado recientemente la ampliación de su gama de lavamanos. Las toallitas lavamanos multiusos 3-en-1 profesional están especialmente diseñadas para ayudar a eliminar de manera eficaz, en manos y herramientas, una gran variedad de suciedad difícil de eliminar como grasa, aceite, barro, pintura, cola, resina, adhesivos y alquitrán. Gracias a su doble capa e innovadora formulación, ofrecen una gran eficacia, protección e hidratación de la piel.



Las toallitas profesionales multiusos se presentan en packs de 24 toallitas y la unidad de embalaje consiste en una caja expositora de 12 packs. Al ser un pack compacto y fácilmente portátil resultan útiles en las cajas de herramientas y maleteros.

Este nuevo formato completa la gama actual de lavamanos 3-en-1 profesional formulada especialmente para la eliminación de grasa compuesta por un formato de 240 ml, fácil de transportar y otro de 500 ml indicado para quienes utilizan frecuentemente este tipo de productos. Ambos formatos se comercializan en cajas expositoras de seis unidades.

**WD-40**  
[www.wd40.es](http://www.wd40.es)

# Biomímesis

Desde distintas perspectivas y desde hace años se habla de un concepto interesante para aquellos que quieren ser innovadores y buscan recursos para serlo, como es la biomímesis. En estos momentos en los que la economía laстра tanto a las investigaciones (y por tanto al desarrollo humano) como al equilibrio del planeta, es importante tener presente opciones más sostenibles, como hace ya decenios ecológicos como Ramón Margalef propusieron. Por simplificar, esto sería generar una economía humana que "imitara la economía natural de los ecosistemas". La biomímesis propugna no aprender cómo eludir o controlar la naturaleza, sino conocerla mejor para encajar en su engranaje. Cada vez somos más conscientes de que estamos llegando a un límite. Es necesario llevarnos bien con nosotros mismos como humanos, pero también con nuestro entorno.

Uno de los ejemplos frecuentemente citados de la inspiración de la biomímesis es el avión. Los hermanos Wright observaron el vuelo de los buitres para apreciar los matices de la sustentación y la fricción. Volamos como los pájaros por primera vez en 1903, dice la bióloga y divulgadora científica Janine M. Benyus en su libro titulado precisamente *Biomímesis* y publicado por la editorial Tusquets.

Impulsora de este concepto, nos ofrece abundantes soluciones inspiradas por la naturaleza. En muchos casos, el mundo natural proporciona modelos: "células fotovoltaicas que copian las hojas, fibras que imitan las telas de araña (cinco veces más fuertes que el acero y muy elásticas), cerámicas irrompibles derivadas de la madreperla, granos perennes inspirados en las gramíneas pratenses, ordenadores que funcionan como las células y una economía de bucles cerrados que aprende de los bosques de secuoyas, los arrecifes de coral y los bosques de nogales".

**"ANTE EL AGOTAMIENTO DEL ACTUAL SISTEMA PRODUCTIVO, LA BIOMÍMESIS SE ALZA COMO LA SOLUCIÓN SENSATA: TOMAR COMO MODELO EL MUNDO NATURAL, CUYAS ESTRATEGIAS, IMAGINATIVAS Y EFICIENTES, RESPONDEN A NUESTROS PROBLEMAS MÁS ACUCIANTES"**

El diseño, incluido el industrial, se ha declarado muchas veces buscador de soluciones en la naturaleza. Un ejemplo es el modelo de bañador *Fatskin FSII* de la firma Speedo que imita el gramaje variable de la piel hidrofóbica del tiburón, permitiendo reducir la fricción, aumentar la velocidad y reducir el esfuerzo. Su eficacia quedó demostrada, con polémica incluida en los Juegos Olímpicos de Pekín 2008 y en los campeonatos previos a Londres 2012.

Hace un tiempo Jorge Riechmann, escritor y profesor de Filosofía Moral escribió: "hay una objeción que surge de inmediato frente a las estrategias de biomímesis". Y se preguntaba: "¿estamos de alguna forma reactualizando la viejísima tradición



SHUTTERSTOCK

de derecho natural o éticas de cuño naturalista que pretenden deducir valores del mundo natural o ciertos rasgos del mismo, incurriendo así en lo que los filósofos llaman *falacia naturalista*?".

La respuesta también la daba Riechmann: "No es el caso. Se trata de imitar la naturaleza *no porque sea una 'maestra moral', sino porque funciona*. La biosfera es un 'sistema de ecosistemas' perfectamente ajustado después de varios miles de millones de años de rodaje, autorreparación, reajuste darwiniano continuo y adaptación mutua (coevolución) de todas las piezas de todos los complejísimos mecanismos; no es estática, pero se mantiene en una estabilidad dinámica merced a sutiles mecanismos de retroalimentación negativa que los cibernetistas saben apreciar en su justo valor. "No es que lo natural supere moral o metafísicamente a lo artificial: es que lleva más tiempo de rodaje".

El término biomímesis se usó, en la década de 1990, dentro de disciplinas como la robótica y las ciencias de materiales, para luego expandirse a otras disciplinas como la arquitectura y la ingeniería. Benyus alega que en el contexto de la crisis económica global, y ante el agotamiento del actual sistema productivo, la biomímesis se alza como la solución sensata: tomar como modelo el mundo natural, cuyas estrategias, imaginativas y eficientes, responden a nuestros problemas más acuciantes, con la garantía añadida de haber sido modeladas y puestas a prueba a lo largo de millones de años. "Sin embargo, solo si abandonamos nuestro enfoque antropocéntrico y atendemos con humildad a las lecciones de la naturaleza, podremos mantener una estabilidad dinámica y aprovechar los recursos sin acumular desechos, respetando el ecosistema en que nos hallamos inmersos", nos explica Benyus.

La ventaja evolutiva de naturaleza aplicada a un sinfín de productos industriales quizás nos pueda ayudar a reducir nuestro impacto medioambiental e incluso revertirlo en procesos en positivo, mejorando nuestro entorno. Por ello, también Riechmann pone el acento en los equilibrios y desequilibrios, para profundizar en este concepto. "Un aspecto a su juicio importante de la noción de biomímesis es que permite –o facilita al menos– disipar un generalizado equivoco en torno a otro concepto importante para la ecologización de la sociedad: el de economía de estado estacionario o economía en equilibrio".

# El coste de estar en las nubes

**El uso creciente del *cloud computing* aviva la polémica sobre si las grandes empresas tecnológicas hacen todo lo posible para que la transición hacia la era de la información sea verde y eficiente**

**Manuel C. Rubio**

Afortunadamente, hace tiempo que el calentamiento global dejó de ser un asunto que solo interesaba a Gobiernos y organizaciones ecologistas. Hoy, quien más o quien menos expresa una preocupación por la salud de nuestro planeta y es plenamente consciente del problema que representa el cambio climático. Sin embargo, aún son muy pocos los que se han parado a pensar sobre los negativos efectos que genera en el medio ambiente tener un perfil en Facebook, una cuenta en Twitter, ver un video en YouTube, buscar algo en la Red o simplemente enviar un correo electrónico. Esto es, pertenecer y existir en Internet.

Quienes sí lo han hecho alertan de que cada vez que hacemos clic en el ordenador se está consumiendo energía en algún lugar. Así, avisan de que cuando se introduce un término en un portal de búsquedas, la consulta se dirige a varios servidores que se encuentran a miles de kilómetros y que compiten entre ellos; el portal muestra el que responde más rápido. Este sistema, que minimiza los retrasos en las búsquedas, aumenta, sin embargo, el consumo de energía de los servidores que los buscadores poseen. De esta manera, un par de búsquedas en Internet generan el equivalente a 15 gramos de dióxido de carbono.

## Correos electrónicos contaminantes

Del mismo modo, diferentes estudios aseguran que un correo electrónico con un fichero adjunto leído por varios usuarios durante cinco minutos en sus respectivos ordenadores, teléfonos u otros dispositivos móviles puede producir el equivalente a 19 gramos de CO<sub>2</sub>, y que cada segundo de estar viendo un vídeo en la red añade 0,2 gramos de este gas a la atmósfera.

Son cifras que, en principio, pueden parecer insignificantes, pero que se tornan en preocupantes si tenemos en cuenta que cada día se mandan más de 500.000 millones de mensajes y 175 millones de tuits o que cada segundo se sube una hora de vídeo a YouTube y se publican más de 1.000 fotos personales en Facebook.

Si se dan por buenos estos cálculos, la conclusión es que Internet contamina. Y no



Foto: Shutterstock.

poco, a tenor de distintos informes que señalan a las tecnologías de la información y al hecho de contar con una sociedad cada día más conectada –se estima que el pasado año había, 2,27 mil millones de usuarios de Internet en el mundo, cifra que podría llegar a los 5.000 millones en 2020– como las responsables del 2% del total de las emisiones que contribuyen al efecto invernadero.

**Los gigantescos *data center* son auténticas fábricas de la era de la información capaces de albergar miles de equipos electrónicos que llegan a consumir tanta energía como 250.000 hogares europeos**

Pero lo que ahora preocupa y ha planteado la necesidad de abrir una profunda reflexión no es tanto este dato, por otro lado ya conocido desde hace años, sino la creciente tendencia a usar la *nube* (*cloud computing*), espacio virtual al que se accede a través de la gran red mundial y que permite a los internautas usar programas, alma-

cenar información y compartir archivos, entre otros servicios.

Y es que para mantener estos espacios en Internet y poder contar con una gran capacidad de almacenamiento de información digital, las principales empresas de tecnologías de información (IT, en inglés) como Microsoft, Google, Amazon, Apple y otras muchas se han visto obligadas a construir grandes centros de datos (*data center*) que consumen enormes cantidades de energía que, en muchas ocasiones, provienen de fuentes contaminantes como el carbón y la energía nuclear.

Se trata de auténticas fábricas de la era de la información del siglo XXI capaces de albergar miles de equipos electrónicos, motores de respaldo, dispositivos de redes, sistemas de seguridad, servidores, sistemas de refrigeración y máquinas especializadas que disparan su factura eléctrica hasta el punto de que algunos de ellos llegan a consumir tanta energía como 250.000 hogares en Europa.

Su expansión, fundamentalmente durante los dos últimos años, ha sido tal que, según destaca Greenpeace, si se consideraran un país ocuparían el quinto lugar en términos

de consumo de energía en una clasificación mundial de naciones, aunque se espera que esa cantidad se pueda triplicar para 2020.

Precisamente por este papel clave que la electricidad desempeña en sus estructuras de costes, las empresas tecnológicas que utilizan la nube no solo han hecho grandes progresos en cuanto a la eficiencia energética de las instalaciones o de los equipos que operan en ellas, sino que también han construido estos centros de datos en lugares que disponen de fácil acceso a algún tipo de fuente de energía.

Pero a pesar de la tremenda innovación que representan estos centros de datos y del potencial de consumo de energías limpias que poseen –son tan codiciados por parte de las firmas proveedoras de electricidad que incluso sus propietarios tienen influencia y poder de mercado para pressionar y promover cambios hacia fuentes renovables–, esta organización ecologista lamenta que la mayoría de las compañías IT se están expandiendo sin considerar en qué medida su elección energética puede afectar al conjunto de la sociedad.

### ¿Tu nube está limpia?

Así lo sostiene Greenpeace, que en 2012 lanzó el informe *¿Tu nube está limpia? (How clean is your cloud?)*, en el que analiza y examina las fuentes elegidas por 14 de las compañías más grandes y con un mayor potencial de crecimiento en la carrera por construir la nube y liderar esta transición tecnológica.

El estudio del pasado año refleja que tres de las compañías más globales del sector y que actualmente están desarrollando sus modelos de negocio alrededor de la nube –Amazon, Apple y Microsoft– se están expandiendo rápidamente sin apenas tener en cuenta sus fuentes de electricidad y dependiendo considerablemente de energías sucias para su funcionamiento. Por el contrario, Yahoo, Dell y Google continúan liderando el sector gracias a que dan prioridad al acceso de energías verdes y a su creciente apoyo activo en favor de políticas que faciliten una mayor inversión en fuentes limpias.

Pero, además de dar a conocer en qué medida cada compañía está interesada en verdear su nube, este estudio persigue, según subrayan sus responsables, promover un cambio para que estas empresas reaccionen y pasen a ocupar un rol constructivo en la expansión y uso de energías limpias y renovables.

Y parece que su esfuerzo no ha sido en vano. Así, Akamai, empresa responsable de acarrear una enorme cantidad de tráfico en Internet, ha sido la primera en informar sobre su intensidad en carbono bajo el

nuevo estándar Eficiencia en el Uso de Carbono (EUC), y Facebook, uno de los destinos *online* más populares de todo el mundo, acaba de dar un gran paso en este sentido al construir su último centro de datos en Suecia, donde puede funcionar totalmente con energías verdes.

De este modo, la empresa de Marck Zuckerberg se ha unido a la de otras empresas que, como Google, han elegido el norte de Europa para ubicar una nueva generación de estos enormes edificios que funcionan con máquinas que se enfrián de forma natural gracias al aire frío de estos lugares y, por tanto, sin necesidad de consumir energía, y se calientan con fuentes renovables baratas.

Por su parte, Amazon y Apple, dos de las señaladas como más sucias, no tardaron en reaccionar a este informe negando que las estimaciones de los ecologistas fueran correctas. El gigante de la manzana llegó incluso a ofrecer por primera vez información –y eso ya es algo– sobre su centro de datos de Carolina del Norte (EE UU), del que dijo que consumía 20 millones de vatios en lugar de los 100 calculados por Greenpeace.

Con independencia de este debate abierto por la organización ecologista, lo cierto es que a estas alturas casi nadie se atreve a negar los beneficios verdes de que centenares de miles de empresas trasladen sus aplicaciones a la nube.

Así, estudios llevados a cabo por compañías energéticas como E.ON, o tecnoló-

gicas como Microsoft, sostienen que las organizaciones que apuesten por emplear un entorno *cloud* compartido en lugar de servidores locales de la propia empresa pueden ver reducido su consumo de energía y de emisiones de carbono en al menos un 30%, porcentaje que incluso puede llegar a superar el 90% en el caso de empresas con menos de 100 usuarios.

### Reducción de emisiones

Aunque no hay que olvidar que quienes han redactado estos informes son parte interesada en el asunto, también la propia Comisión Europea ha apostado por la nube como futuro motor de crecimiento. Así, Bruselas acaba de anunciar una estrategia para acelerar e incrementar la adopción de *cloud computing* con el objetivo de crear 2,5 millones de nuevos empleos, aumentar el PIB de la zona en 160.000 millones de euros en 2020 y, de paso, reducir las emisiones de carbono.

Esta es una labor que, todo sea dicho, no solo compete a empresas e instituciones. También los usuarios pueden contribuir a reducir el impacto ambiental de Internet. Copiar correos a la menor cantidad de personas posible, evitar los archivos de gran tamaño, borrar los e-mails innecesarios, realizar búsquedas con palabras exactas o hacer un buen uso de los favoritos del explorador son sencillos ejemplos de cómo podemos ser más eficientes.

## El proyecto Eurocloud

La Comisión Europea está contribuyendo a financiar un proyecto de investigación que busca reducir drásticamente la electricidad y los costes de instalación de los servidores en los centros de datos de *cloud computing*. Eurocloud, que así se llama esta iniciativa, busca adaptar las tecnologías de microprocesadores de bajo consumo energético empleadas en los teléfonos móviles para que puedan ser utilizadas a mayor escala.

A través de este proyecto, dotado con 3,3 millones de euros y en el que participan investigadores de Reino Unido, Bélgica, Finlandia, Chipre y Suiza, la UE espera lograr que los chips de los servidores cuesten y consuman 10 veces menos que los servidores tecnológicamente más avanzados existentes en la actualidad, al garantizar la integración de cientos de microprocesadores en un único servidor. El diseño del chip en 3D para servidores permitirá crear centros de datos en Europa más compactos, eficientes y ecológicos y consolidar así la posición del viejo continente como hogar de la informática verde.

Según los estudios preliminares, este tipo de chip 3D para los servidores de informática en la nube podría reducir las necesidades de energía en un 90% en comparación con los servidores convencionales. De ser así, la inversión en centros de datos pasaría a ser asequible para un mayor número de empresas europeas, lo que contribuiría a construir una nueva industria a la vez que ahorrar a los clientes de *data center* miles de millones de euros.

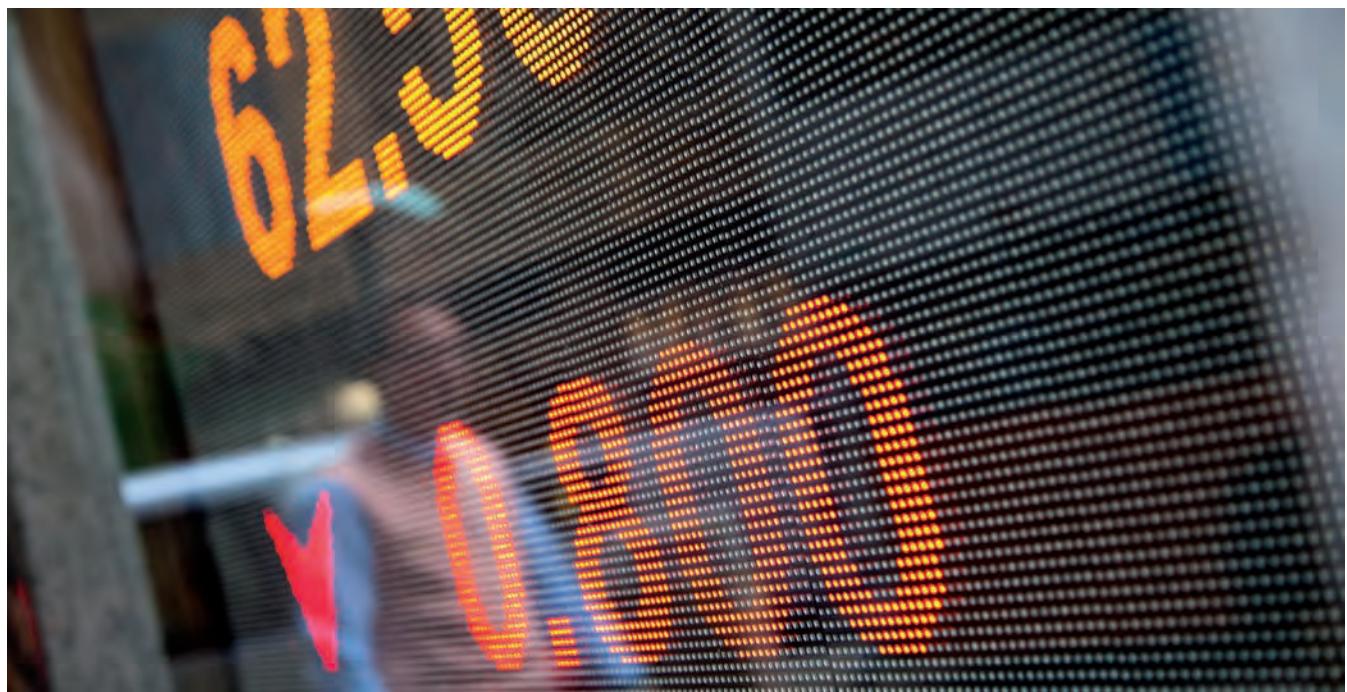


Foto: Shutterstock.

## Un oráculo para la empresa

**Los mercados predictivos permiten predecir la contingencia de eventos futuros mediante apuestas anónimas e incentivadas de los empleados y con un margen menor que el de otros métodos**

### Hugo Cerdà

Existe una severa exhortación en inglés que reza *put your money where your mouth is*. Una traducción literal al español nos llevaría a algún despropósito muy del estilo de los cursos *Gomaespumenglish* de la famosa pareja de humoristas ("ponte el dinero en la boca", podrían proponer), pero el sentido se capta con facilidad: respalda tus opiniones con hechos y, mejor aún, con dinero.

Cuando alguien se ve en la obligación de jugarse su dinero a favor de un determinado parecer, se afana más en asegurar la solvencia de dicha postura. Tomando este principio como fundamento, una nueva metodología denominada *mercados predictivos* intenta predecir la probabilidad de que ocurra un evento futuro poniendo a grupos de gente a apostar. Los expertos en economía experimental aseguran que esta técnica puede ayudar a las empresas a extraer de sus empleados y clientes información relevante para la toma de decisiones estratégicas.

"Hay una evidencia creciente de que tales mercados [predictivos] pueden ayudar a

generar pronósticos sobre eventos futuros con un margen de error inferior a los métodos de pronóstico convencionales", aseguraban 22 de los principales investigadores en este campo en un artículo publicado en la revista *Science* en mayo de 2008 bajo el título *The promise of prediction markets*.

**Los expertos en economía experimental aseguran que esta técnica puede ayudar a las empresas a extraer de sus empleados y clientes información relevante para la toma de decisiones estratégicas**

La eficacia de los mercados predictivos (también llamados mercados de información o de eventos) ha quedado demostrada ya desde que en la década de 1980 pasado se empezaran a emplear para predecir los resultados de las elecciones presidenciales en Estados Unidos, superando en

muchos casos las encuestas de estimación de intención de voto. También ha ocurrido así con el pronóstico del éxito de estrenos cinematográficos a través del *Hollywood Stock Exchange*. Ahora el reto es introducir los mercados predictivos dentro de las empresas.

Toda forma de mercado es, de algún modo, un sistema para agregar opiniones o información. Cada vez que compramos o vendemos algo a un determinado precio o a otro, emitimos información sobre nuestra relación con ese algo. El precio de mercado del producto de que se trate funciona como una medida del valor que los individuos confieren a dicho producto. Los expertos aprovechan esta capacidad del mercado y la aplican a las predicciones sobre eventos futuros, con el objetivo de reunir las opiniones sinceras de un grupo.

En los mercados predictivos el activo es la información, la cual está dispersa, por ejemplo, entre los empleados de la empresa. Ellos intercambian acciones cuyo pago depende de la materialización o no de eventos futuros desconocidos, y el equipo directivo de la empresa obtiene una estimación

realista y sincera de la probabilidad de que algún acontecimiento relevante vaya a ocurrir o no, ya sea la expedición de un pedido en el tiempo convenido con el cliente, la subida de los tipos de interés por parte del Banco Central Europeo el próximo mes o el lanzamiento de un nuevo producto por parte de un competidor.

Los mercados predictivos son mercados especulativos en los que participan de forma anónima e incentivada los empleados o los clientes de la empresa con el fin de predecir los eventos futuros y las probabilidades de que ocurran. Los individuos compran y venden acciones en función de sus propias predicciones, de lo que creen que va a funcionar o no, y luego reciben dinero real por las acciones ganadoras. Esta técnica, que se aplica ya en multinacionales, ha demostrado ser más efectiva que las simples encuestas, los paneles de expertos o los algoritmos de predicción; una efectividad que se sustenta en la hipótesis de que las predicciones agregadas de un grupo incentivado son más precisas que la opinión expertos que no se juegan nada en la respuesta.

En palabras de Robin Hanson, profesor de la George Mason University (Estados Unidos) y uno de los padres de la metodología, "el objetivo de los mercados predictivos es dar a los participantes incentivos para callarse cuando no saben y para hablar cuando tienen algo útil que añadir".

De modo esquemático los mercados predictivos funcionan así: se genera un mercado de apuestas sobre el resultado de unas elecciones, por ejemplo. En dicho mercado se paga un euro por acción si gana el candidato X. Si el precio de mercado de la opción del candidato X es de 80 céntimos de euro, se puede interpretar que el mercado cree que el candidato X tiene un 80% de posibilidades de ganar.

### Incentivo económico

El incentivo económico es fundamental y lo que diferencia a la técnica de los mercados predictivos de otras metodologías que intentan reunir la opinión de un grupo, como la encuesta. "El sujeto muestra su comportamiento real en toma de decisiones reales, en lugar de responder a lo que haría en situaciones hipotéticas", explica Penélope Hernández, directora del Laboratorio de Economía Experimental de la Universidad de Valencia.

A finales de la década de 1990 investigadores del California Institute of Technology (Caltech) y de los Laboratorios de Hewlett-Packard realizaron una serie de

## Ejemplos de cuestiones para plantear en los mercados predictivos

La técnica de los mercados de información o predictivos es tan versátil que las preguntas no se limitan a cuestiones dicotómicas, con solo dos respuestas posibles, sino que permite plantear asuntos complejos que admitan diferentes opciones o escenarios; es decir, predicciones multioutcome.

### Cartera de proyectos

La empresa puede identificar el proyecto más prometedor dentro del portafolio de la empresa con el fin de optimizar recursos. Por ejemplo: ¿es la realidad aumentada una tecnología que una empresa automovilística debe incorporar en sus showrooms para incrementar críticamente las visitas potenciales de clientes? Este proyecto podría competir con otros que estableciesen un mismo objetivo para la empresa.

### Control de riesgos operacionales

La empresa obtiene una opinión actualizada sobre el riesgo asumido en una operación determinada, monitorizándolo en tiempo real en vez de preguntar cada cierto tiempo a los mandos intermedios de la empresa. En este campo se pueden hacer preguntas referentes a la probabilidad estimada de que ocurran ciertos eventos de carácter político (por ejemplo, subidas de impuestos), cambios culturales, etcétera.

### Plan estratégico

Evaluación del grado de cumplimiento de hitos estratégicos para la empresa o la probabilidad de alcanzarlos en el tiempo fijado.

experimentos para investigar las posibilidades de implementar los mercados predictivos en la empresa informática. Reclutaron a algunos de los empleados de la compañía como *traders* sobre predicciones de ventas futuras y encontraron que sus previsiones de ventas de productos superaron sistemáticamente las oficiales.

Eli Lilly, General Electric, France Telecom, IBM, Intel, Microsoft, Siemens y Yahoo son otras de las empresas que recurren a los mercados predictivos como herramienta de mejora de la eficiencia en la gestión de la información interna y la toma de decisiones. Google, por su parte, utiliza mercados diseñados para elaborar predicciones sobre fechas de lanzamiento de productos, apertura de nuevas oficinas y otras cuestiones de importancia estratégica.

Al calor de este repentino interés de las grandes empresas por conocer lo que realmente piensan sus empleados, han surgido diversas empresas que ofrecen sus servicios para implantar los mercados predictivos mediante programas informáticos que permiten a los empleados apostar comprando y vendiendo acciones de forma anónima. Consensus Point, Crowdcast,

Lumenogic, Nosco y Pro:kons son algunas de ellas.

Además de la honestidad de las opiniones asegurada por el anonimato y la recompensa, uno de los puntos fuertes de los mercados predictivos como herramienta de pronóstico es que ofrecen una previsión en tiempo real y sostenida en el tiempo (mientras el mercado de compraventa de acciones se mantenga abierto), con lo que el equipo directivo de la empresa puede ver cómo evolucionan las probabilidades del evento futuro y las incertidumbres asociadas conforme avanza un proyecto. Esto permite tomar medidas que mejoren los resultados. O que los empeoren. Porque, como se suele decir, el futuro ya no es lo que era.

### Para saber más

- Sunstein, Cass (2006). *Infotopia: How many minds produce knowledge*. Nueva York: Oxford University Press.  
Surowiecki, James (2005). *The wisdom of crowds*. Nueva York: Anchor.  
Hubbard, Douglas W (2007). *How to measure anything: finding the value of intangibles in business*. Nueva Jersey: John Wiley & Sons.

# FERIAS Y CONGRESOS

## ZARAGOZA

**>> Revitalizar el sector industrial, objetivos de Matic y Modelxpo 2013**



Los principales agentes que participan en la fabricación y puesta en marcha del proceso industrial y de los moldes tienen una cita con Matic y Modexpo, los dos salones internacionales que reunirán del 7 al 9 de mayo en el recinto ferial de la capital aragonesa las últimas novedades y tendencias en los sectores de la automatización industrial y robótica y de moldes y matrices. En esta edición, la oferta se completará con la celebración de ExpoRecicla, la Feria Internacional de Recuperación y Reciclaje Industrial, Gestión y Valorización de Residuos.

Estos certámenes vinculados con áreas muy influenciadas por la tecnología reunirán en un mismo escenario las nuevas técnicas y los productos más novedosos relacionados con los moldes, la automatización, la robótica, la soldadura, la neumática, la inyección, la maquinaria o el software industrial, y todo lo necesario para la revalorización y reutilización de residuos.

## LYON

**>> El sector de las tecnologías de la producción presenta sus últimas novedades en Industria 2013**

La ciudad francesa de Lyon acogerá del 16 al 19 de abril Industria 2013, la feria europea de los profesionales de las tecnologías de la producción en la que se darán a conocer las últimas soluciones en equipos, componentes, productos y servicios para todas las etapas de la industria manufacturera, desde el diseño hasta la producción.

Este evento, que espera contar con alrededor de 1.500 expositores y más de 30.000 visitantes, se articula en torno a diez salones temáticos para dar respuesta a las necesidades específicas del sector industrial en equipamientos de producción de las industrias mecánicas; formación y trabajos de chapa y tubo; soluciones y técnicas de soldadura; equipamientos térmicos; ensamblaje y manipulación automática; informática y nuevas tecnologías para la industria; medición, control y aseguramiento de calidad; robótica industrial, herramientas de corte y conformación de metales, plásticos y compuestos, y recubrimientos y tratamientos de superficies.

## NÚREMBERG

**>> Powtech presenta los avances en tecnologías de tratamiento mecánico e instrumentación**

Powtech, la feria líder indiscutible de tecnologías de polvos, granulados y productos a granel, reunirá del 23 al 25 de abril de 2013, en el recinto ferial de la ciudad alemana de Nuremberg, a los principales proveedores y expertos en la producción de tecnologías de tratamiento mecánico y de instrumentación. En esta cita, empresas de todo el mundo especializadas en producción en ingeniería mecánica y el análisis de partículas mostrarán las últimas innovaciones, avances y tendencias para la trituración, molienda, cribado y la mezcla de materiales.

En este evento, representantes de la industria química, farmacéutica y alimentaria, así como de los sectores de la cerámica, porcelana y el vidrio; de canteras, minería y productos químicos para la construcción, y de las industrias de plástico, la madera y el papel acudirán en busca de soluciones eficientes que les permitan ahorrar recursos e incrementar la rentabilidad. En paralelo, tendrá lugar una nueva edición del Congreso Internacional de Tecnologías de Partículas (*International Congress on Particle Technology*), certamen que servirá para dar a conocer los más novedosos hallazgos científicos en esta disciplina e intercambiar opiniones y conocimientos entre la universidad y la industria.

## BILBAO

**>> Las energías renovables marinas del sur de Europa se citan en la 'Marine Energy Week'**



La Semana de la Energía Marina, que se desarrollará del 15 al 19 de abril de 2013 en el Bilbao Exhibition Centre (BEC), convertirá a la energía del mar en la protagonista de toda una serie de jornadas técnicas, reuniones de proyectos europeos, encuentros profesionales y visitas a instalaciones marinas dirigidas a promocionar en el sur de Europa este sector emergente al que muchos expertos auguran un gran potencial de crecimiento a medio plazo.

El Ente Vasco de la Energía (EVE) y Tecnalía, promotores de esta iniciativa pionera, anuncian cinco días de intenso trabajo y contactos entre empresas, centros de investigación y profesionales para dar a conocer los últimos avances tecnológicos y los proyectos más avanzados en torno a las áreas de eólica offshore, corrientes marinas y de energía de las olas.

# Cambiar el mundo

Hace apenas unas semanas abrí una cuenta en Twitter, y la verdad es que lo hice sin demasiado entusiasmo, casi por insistencia de un amigo que me ubicó desconsideradamente en la llamada *generación del dedo gordo*, o sea, el pelotón de los torpes y escépticos de la sabiduría digital. Bueno, ahí estoy, tratando de compartir mis pensamientos en 140 caracteres. Ya sé que las redes sociales no están hechas, precisamente, para el pensamiento profundo (no quiero decir que no quepa en ellas ni que los míos lo sean), sino más bien para la píldora informativa, la charcutería sexual, el cotilleo y otros divertimentos con los que, a veces, ¡ay!, aliviamos tremendas soledades. Dicho lo cual, no es menos cierto que mucha gente se esmera con frases atinadas cargadas de buenas intenciones y con denuncias de atropellos individuales o colectivos que la crisis ha multiplicado por mil. ¿Qué va a ser de nosotros cuando descubramos que 10 millones de frases ingeniosas en Twitter no cambiarán el mundo? ¿Y cómo se cambia el mundo se/me preguntarán ustedes? Yo tampoco lo sé.

La crisis que se han inventado para el sur de Europa (no acepto el cínico argumento de la culpabilidad colectiva) está arrasando con todo, también con los avances de las últimas décadas en las políticas ambientales y en la cultura ecológica en general. De hecho, las referencias a estos asuntos han desaparecido prácticamente de los discursos políticos, de las declaraciones institucionales, de las prioridades de la gente (ni aparece en las encuestas del CIS) y, casi diría, de los medios de comunicación convencionales (los pocos que quedan), cuyo hueco no ha sido cubierto de modo eficiente hasta la fecha por las infinitas plataformas de Internet. Incluso las organizaciones ecologistas, menguadas de presupuestos, están más apagadas que nunca. Todo ello ocurre en los bordes de la primera década del siglo XXI que, decíamos ayer, sería el siglo de la ecología o no sería. Parece que no será.

**“LA CRISIS QUE SE HAN INVENTADO PARA EL SUR DE EUROPA ESTÁ ARRASANDO CON TODO, TAMBIÉN CON LOS AVANCES DE LAS ÚLTIMAS DÉCADAS EN LAS POLÍTICAS AMBIENTALES Y EN LA CULTURA ECOLÓGICA EN GENERAL”**

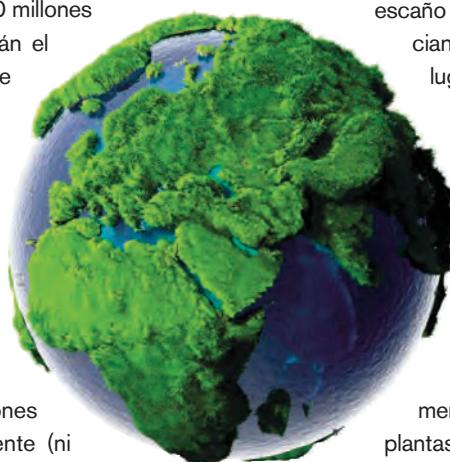
“España no puede aguantar cinco millones de parados sin reventar por algún sitio”, vaticinan ciertos analistas. ¿Que no? Vamos camino de los seis y subiendo. Han estallado por todo el país numerosos conflictos (¿alguien podría imaginarse que los médicos marcarían la pauta movilizadora?), pero la situación parece controlada. El miedo nos atenaza. El miedo y la falta de alternativas. Se destruyen millones de puestos de trabajo en

apenas unos meses y nadie sabe cómo compensarlos, más allá de la cantinela digital que contribuirá lo suyo, nadie puede negarlo, pero no va a sacarnos del apuro. ¿Dónde están esos nuevos yacimientos de empleo de los que hablan los expertos? ¿Qué pasa cuando los puestos de trabajo se destruyen por millares y se crean por decenas en el mejor de los casos? Los organismos internacionales (Banco Mundial, Fondo Monetario Internacional, etcétera) y los propios departamentos de estudios de los bancos españoles solo saben elaborar informes para advertirnos de que el futuro será peor, sin ideas, sin propuestas. Puro artificio para llevar al agua a su sardina.

Mientras escribo este artículo, me llega por Twitter la última propuesta de EQUO, un partido ecopolítico sin representación parlamentaria en las últimas elecciones generales (comparte

escaño con un diputado de la Comunidad Valenciana), para generar empleo. Citan en primer lugar las energías renovables, seguidas de la rehabilitación de edificios, la gestión de residuos, la movilidad sostenible, etcétera. Coinciendo con este informe, Red Eléctrica de España (REE) dio a conocer un dato espectacular: el 16 de enero de 2013 la producción eólica alcanzó 345.000 MWh, superando en más de 10.000 el anterior récord. Sin embargo, la construcción de parques eólicos está totalmente paralizada, al igual que ocurre con las plantas solares, la biomasa y demás. Las renovables, que han creado miles de puestos de trabajo y que, como ya he escrito aquí, han contribuido como ninguna otra iniciativa a la buena imagen de España en el exterior, han desaparecido del mapa. Confío en que no se desmantele lo ya construido.

Hemos tenido recientemente una *Spanish Revolution* (el movimiento de los indignados) heredera en parte del movimiento antiglobalizador del que ya nadie se acuerda. Desde el mayo del 68 hasta la fecha no hemos dejado de inventar revoluciones, entre otras la revolución ecológica, de la que algunos esperábamos sinceramente mayor capacidad en el diseño del futuro, pero nada invita a pensar que así sea, al menos en el corto plazo. Andamos enredados mientras tanto en la revolución digital, la penúltima, que ha suscitado expectativas sin cuento. Ya veremos. Después de la II Guerra Mundial, en Europa y en los países desarrollados de otros continentes ha habido aportaciones transformadoras importantes en numerosos ámbitos de la vida tanto públicos como privados, pero el resultado final es el que es, claramente decepcionante. De manera que, al menos de momento, no quiero más revoluciones. Me conformaría tan solo con algunos cambios de fondo que nos liberen de esta pesadilla y eviten otra mayor, porque quien marca ahora la pauta en Europa ya la ha marcado en otras ocasiones históricas y nunca ha sido para bien. A ver si renunciamos a la revolución y nos hacen otra guerra.



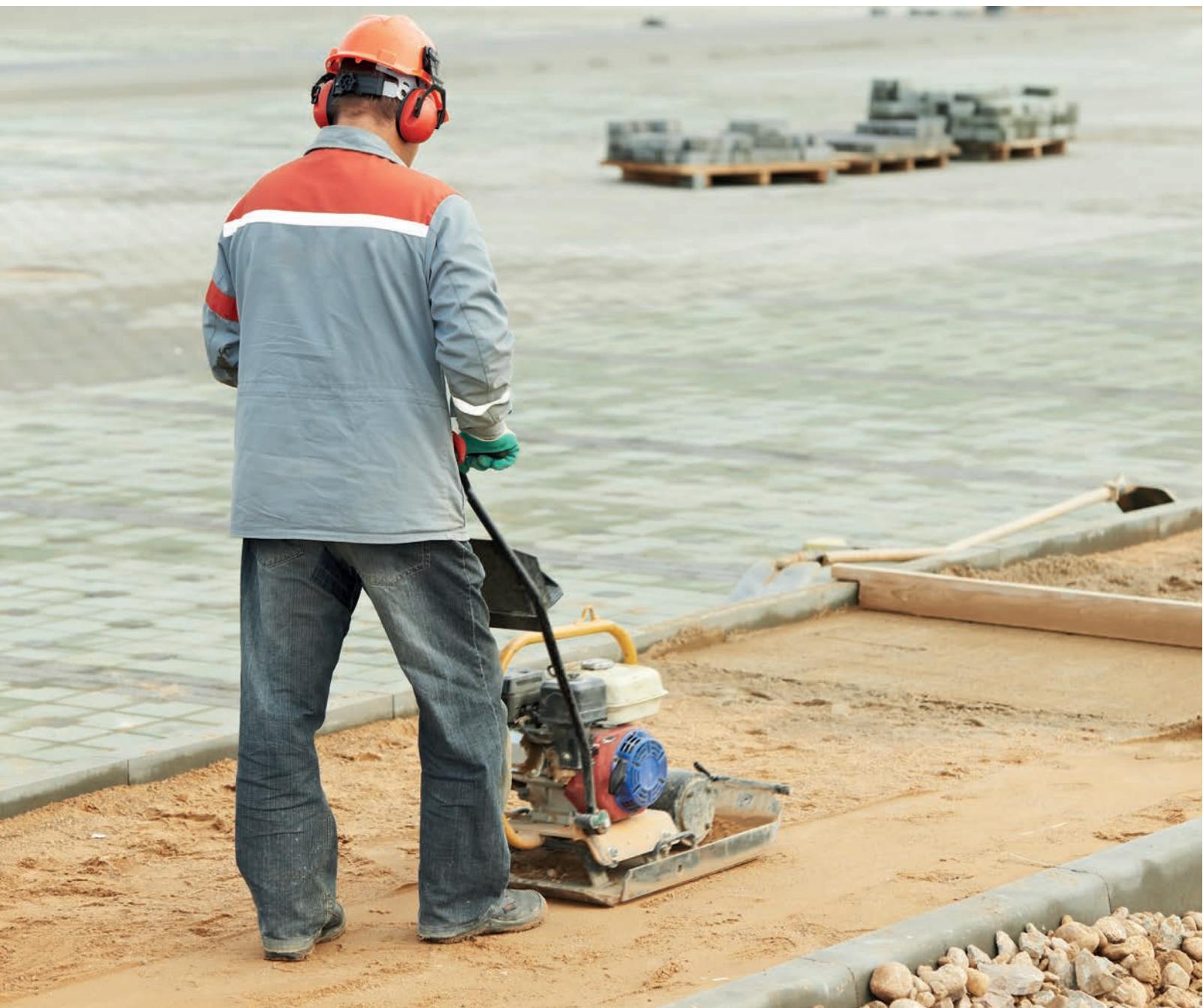
SHUTTERSTOCK

# Herramientas *online* para la evaluación de riesgos laborales por exposición a vibraciones

Francisco Brocal Fernández

*Online tools for assessing occupational risks related to exposure to vibrations*

Foto: Shutterstock



## RESUMEN

La Directiva 2002/44/CE, transpuesta al derecho español a través del Real Decreto 1311/2005, recoge la necesidad de evaluar los riesgos relacionados por exposición a vibraciones mecánicas (vibraciones mano-brazo y vibraciones cuerpo entero). Para ello, y como norma general, la evaluación se basará en la cuantificación del riesgo, que se llevará a cabo mediante la determinación del parámetro A(8), que se puede obtener por medición de la aceleración o por su estimación a partir de diversas fuentes de información.

Para facilitar dicho proceso de evaluación, se han desarrollado en los últimos años desde diferentes organismos públicos europeos (entre otros) diversas herramientas informáticas (calculadoras, otras aplicaciones y bases de datos) a las que se puede acceder de forma gratuita a través de sus páginas web.

De esta forma, en el presente trabajo se describe de modo general e introductorio el proceso de evaluación de riesgos por exposición a vibraciones, para así establecer un hilo conductor con la identificación posterior de un conjunto de ejemplos representativos de las herramientas informáticas indicadas.

Encargado: 3 de enero de 2013  
Recibido: 31 de enero de 2013  
Aceptado: 7 de febrero de 2013

## Palabras clave

Vibraciones mano-brazo, vibraciones cuerpo entero, evaluación de riesgos, calculadora, base de datos

## Introducción

La creciente utilización de máquinas y herramientas capaces de transmitir vibraciones a los trabajadores que las utilizan planteó la necesidad de reglamentar dicha exposición a fin de garantizar su seguridad y salud (Pujol, 2009).

En el ámbito de la Unión Europea se ha ido dotando en los últimos años de un cuerpo normativo muy avanzado que se dirige a garantizar un mejor nivel de protección de la salud y de seguridad de los trabajadores (RD 1311/2005).

En relación con la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a vibraciones mecánicas, se adoptó la Directiva 2002/44/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones), transpuesta al derecho español a través del Real Decreto 1311/2005.

En prevención de riesgos laborales (PRL) se estudian dos modelos diferenciados de vibraciones mecánicas: vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo (VMB) y

vibraciones transmitidas al cuerpo entero (VCC) (Bernal et al., 2002; Pujol, 2009).

Las VMB están causadas por distintos procesos de la industria, la agricultura, la minería y la construcción en los que se agarran o empujan herramientas o piezas vibrantes con las manos o los dedos (Griffin et al. 2001), y se definen por el RD 1311/2005 como: la vibración mecánica que, cuando se transmite al sistema humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares.

En cuanto a las VCC, ocurren cuando el cuerpo está apoyado en una superficie vibrante (por ejemplo, cuando se está sentado en un asiento que vibra, de pie sobre un suelo vibrante o recostado sobre una superficie vibrante) (Griffin et al. 2001), y se define en el RD 1311/2005 como: la vibración mecánica que, cuando se transmite a todo el cuerpo, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.

En un amplio estudio realizado recientemente por el Instituto Nacional de Seguri-

## ABSTRACT

*Directive 2002/44/EC, transposed into Spanish law by Royal Decree 1311/2005, includes the need to assess risks related to exposure to mechanical vibrations (hand-arm vibrations and whole body vibrations). To do this, and as a general rule, the assessment will be based on the quantification of risk, which will be conducted by determining the parameter A(8), which can be obtained by measuring the acceleration or its estimation from various information sources.*

*In order to facilitate the assessment process, in recent years various European agencies (among others) have developed various tools (calculators, other applications and databases) that can be accessed for free through their web pages.*

*Thus, in the present work it is described in a general and introductory way the risk assessment process by exposure to vibration, in order to establish a common thread with the subsequent identification of a set of representative examples of the computer tools listed.*

Commissioned: January 3, 2013  
Received: January 31, 2013  
Accepted: February 7, 2013

## Keywords

*Hand-arm vibrations, whole body vibrations, risks assessment, calculator, database*

dad e Higiene el Trabajo (INSHT), que tuvo por objeto realizar la evaluación de la exposición a las vibraciones mecánicas de diferentes puestos de trabajo dentro de los sectores de agricultura, construcción naval, limpieza urbana, obras públicas, silvicultura, transporte terrestre (autobús) y transporte terrestre (tren), se puede observar a partir de los resultados presentados por Ayo (2011b) que, en función del porcentaje de puestos de trabajo analizados que superan el valor que dar lugar a una acción y/o el valor límite, los tres sectores más afectados por VCC son el de agricultura y silvicultura con igual porcentaje y, obras públicas en tercer lugar. En cuanto a los tres sectores más afectados ordenados de mayor a menor por VMB son el de agricultura, obras públicas y silvicultura.

## Justificación

Especialmente a partir de la entrada en vigor de la normativa específica ya citada en materia de vibraciones, existe un interés científico-tecnológico creciente en el estudio de este agente físico al que se suma el presente trabajo, de forma que para su elaboración se han considerado principalmente los siguientes factores:

### Factores estadísticos: población laboral expuesta

Tal como puede apreciarse en la figura 1, el 47,5% de los trabajadores de la Unión Europea (EU27) y el 54,4% de los de España que trabajan en la industria<sup>1</sup>, manifiestan estar expuestos a vibraciones por máquinas o herramientas al menos una cuarta parte de la jornada de trabajo, según la 5<sup>a</sup> Encuesta Europea sobre Condiciones de Trabajo (EWCS-2010).

En cuanto a la evolución del conjunto de los trabajadores de la Unión Europea que indican estar expuestos a vibraciones por máquinas o herramientas, al menos una cuarta parte del tiempo, se puede observar en la figura 2 que entre los años 1995 y 2010 se han producido solo pequeñas variaciones.

En la figura 3 se muestran los resultados desagregados por tipo de vibración (VMB y VCC) y por sector de actividad<sup>2</sup> del centro de trabajo en España, según se desprende la VII Encuesta sobre Condiciones de Trabajo (INSHT, 2013).

En cuanto a la evolución de los datos globales por exposición a vibraciones en España y en el conjunto de los sectores de actividad, en 2011 el 13,9% de los trabajadores señaló que en su puesto de trabajo tenían vibraciones con un resultado coincidente con el 14% indicado en 2007 (INSHT, 2013) y significativamente superior al 8,2% de 2003 (INSHT, 2003) y el 7,2% de 1999 (INSHT, 1999).

### Factores tecnológicos

El artículo 4 del Real Decreto 1311/2005 establece la obligación del empresario de evaluar el riesgo derivado de la exposición a vibraciones, pudiendo recurrir para ello a la observación de los métodos de trabajo concretos y remitirse a la información apropiada sobre la magnitud probable de la vibración del equipo o del tipo de equipo utilizado en las condiciones concretas de utilización, incluida la información facilitada por el fabricante. Esta operación es diferente de la medición, que precisa del uso de aparatos específicos y de una metodología adecuada.

Como norma general, y excepto en aquellos casos en que la naturaleza y el alcance de los riesgos hagan innecesaria una evaluación detallada de estos, la evaluación se basará en la cuantificación del riesgo, que se llevará a cabo mediante la determinación del parámetro A(8). Este parámetro representa el valor de la exposición diaria a vibraciones, normalizado para un periodo de ocho horas, y se puede obtener por medición de la aceleración o por su estimación a partir de datos disponibles tal como detalla INSHT (2009).

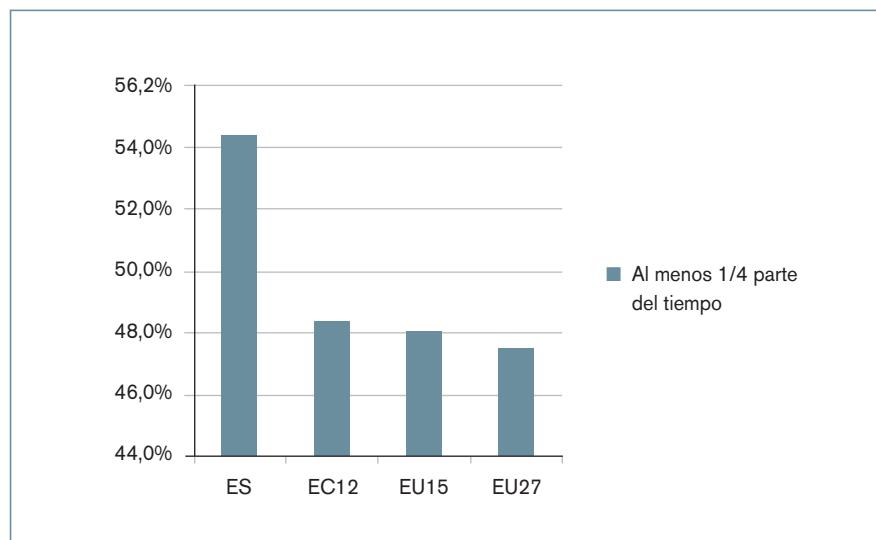


Figura 1. Porcentaje de trabajadores en la industria de la Unión Europea y de España expuestos a vibraciones producidas por máquinas o herramientas. Elaboración propia a partir de EUROFOUND (2010).

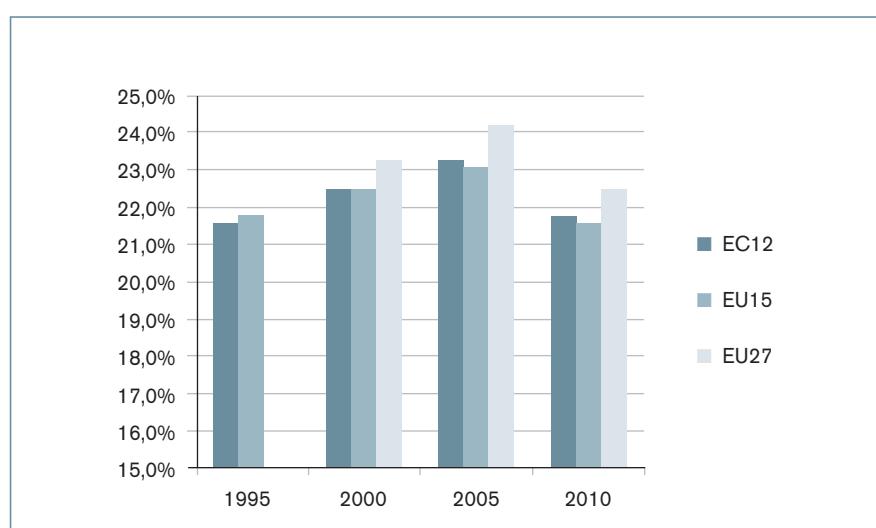
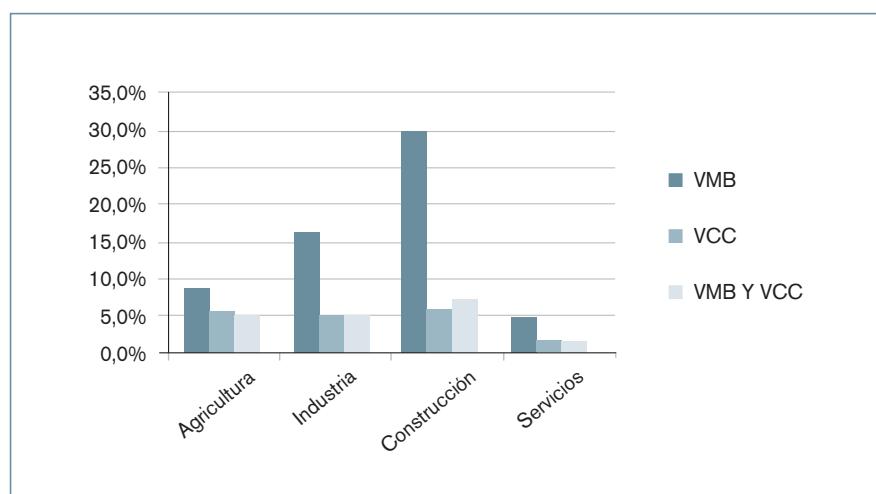


Figura 2. Evolución del conjunto de trabajadores de la Unión Europea expuestos a vibraciones producidas por máquinas o herramientas al menos una cuarta parte del tiempo. Elaboración propia a partir de EUROFOUND (2010).

Figura 3. Porcentaje de trabajadores por sector de la actividad del centro de trabajo y tipo de exposición a vibraciones (VMB y VCC) en España producidas por máquinas, herramientas, vehículos, etcétera. Elaboración propia a partir de INSHT (2013).



Para el cálculo del parámetro A(8) se han desarrollado en los últimos años desde diferentes organismos públicos europeos (entre otros) diversas herramientas informáticas de cálculo y evaluación a las que se puede acceder de forma gratuita a través de sus páginas web.

Igualmente ha ocurrido en el ámbito de las bases de datos de vibraciones (VMB y VCC), proporcionándose así una importante fuente de información que facilita el proceso de evaluación de riesgos, especialmente por estimación.

#### Factores relacionados con riesgos nuevos y emergentes

A través de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA), Flaspöler et al. (2005) elaboraron un estudio sobre las previsiones de expertos en materia de riesgos físicos emergentes en Europa, mediante el cual identificaron entre los 10 principales<sup>3</sup> de dichos riesgos la exposición combinada a las vibraciones y a las posturas forzadas, así como la exposición combinada a las vibraciones y al trabajo muscular. También se consideraron<sup>4</sup> en el mencionado informe los siguientes riesgos emergentes relacionados con las vibraciones: vibraciones mano-brazo; evaluación incompleta de las propiedades de amortiguación de dispositivos antivibración; vibraciones cuerpo completo; exposición combinada a vibraciones y pobre diseño ergonómico; exposición a vibraciones que conducen a trastornos de trauma acumulativo (TTA) y otras lesiones relacionadas con el trabajo; exposición combinada a ruido y vibraciones; exposición combinada a vibraciones, y factores ambientales desfavorables.

En la comunicación de la Comisión de las Comunidades Europeas sobre mejorar la calidad y la productividad en el trabajo: estrategia comunitaria de salud y seguridad en el trabajo (2007-2012), se recoge que entre las prioridades en materia de investigación de nuevos riesgos, deben incluirse los riesgos derivados de varios factores cruzados, por ejemplo, organización del trabajo y diseño de los lugares de trabajo, ergonomía y exposición combinada a agentes físicos y químicos.

#### Objetivos

Los objetivos del presente trabajo se establecen con relación al proceso de evaluación de riesgos por exposición a vibraciones (VMB y VCC), especialmente por estimación, y son:

1. Establecer una visión general de carácter introductorio respecto al proceso de evaluación de riesgos laborales por expo-

sición a vibraciones.

2. Identificar ejemplos representativos de herramientas informáticas *online* y gratuitas elaboradas por organismos oficiales de la UE de reconocido prestigio en el campo de la PRL, que puedan facilitar el proceso de evaluación de riesgos por exposición a vibraciones, concretamente:

- a. Herramientas de cálculo y evaluación.
- b. Bases de datos de la magnitud aceleración e información asociada

#### Metodología

A continuación se describe la metodología utilizada para el desarrollo del presente trabajo:

1. Visión general de carácter introductorio respecto a la metodología de evaluación de riesgos laborales por exposición a vibraciones: se ha tomado como base principal lo indicado por INSHT (2009), considerando la normativa vigente<sup>5</sup> así como información adicional cuando se ha estimado oportuno para mayor claridad y conexión con el segundo objetivo de este trabajo, teniendo en cuenta que el alcance es únicamente general e introductorio.

2. Identificar ejemplos representativos de herramientas informáticas *online*: para identificar los ejemplos de las herramientas consideradas, se ha partido de: HSE (2005, 2008), Griffin et al. (2006, 2008), Lavin (2008), Donati et al. (2008), INSHT (2009), Ayo (2011a), Ayo y Juan y Seva (2012) y EU-OSHA (2013).

Con el fin de complementar, y particularmente ajustar los resultados de las con-

sultas anteriores a los objetivos perseguidos, se han consultado además las páginas web de distintos organismos públicos de reconocido prestigio en el campo de la PRL (p. ej., EU-OSHA, HSE, IFA, INSHT, etcétera), y bases de datos de revistas electrónicas (Dialnet, Ebsco, Science Direc y demás). Las palabras clave utilizadas han sido: *vibrations, hand-arm, whole body, assessment, database y calculator*.

#### Evaluación de riesgos por exposición laboral a vibraciones

##### Generalidades

A continuación se describe con carácter general y a modo orientativo el proceso de evaluación de riesgos por exposición a vibraciones.

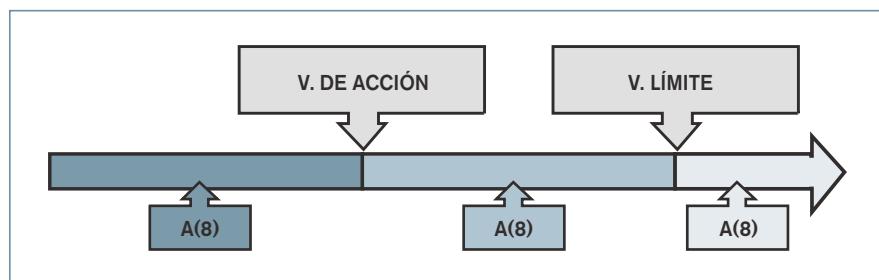
Como norma general, y excepto en aquellos casos en que la naturaleza y el alcance de los riesgos hagan innecesaria una evaluación detallada de estos, la evaluación se basará en la cuantificación del riesgo, que tal como se describe más adelante se llevará a cabo mediante la determinación del parámetro A(8) (INSHT, 2009) que representa el valor de la exposición diaria normalizado para un periodo de 8 horas y, a continuación, se comparará dicho parámetro con el valor que da lugar a una acción y con el valor límite que vienen fijados en el propio Real Decreto 1311/2005 y que se recogen en la tabla 1 (Pujol, 2009).

De dicha comparación pueden derivarse tres situaciones, tal como se representa en la figura 4.

Tabla 1. Valores que dan lugar a una acción y valores límite para VCC y VMB (RD 1311/2005).

Tipos de vibraciones	Valor que da lugar a una acción	Valor límite
Vibraciones mano-brazo (VMB)	2,5 m/s <sup>2</sup>	5 m/s <sup>2</sup>
Vibraciones cuerpo completo (VCC)	0,5 m/s <sup>2</sup>	1,15 m/s <sup>2</sup>

Figura 4. Esquema de las situaciones posibles durante el proceso de comparación del valor A(8).



1. A(8) es inferior al valor que da lugar a una acción.

2. A(8) está comprendido entre el valor de acción y el valor límite.

3. A(8) es superior al valor límite.

La magnitud de los efectos derivados de la interacción de las vibraciones con los trabajadores están determinados, con carácter general, por dos tipos de factores (ISSL, 2006):

a) Factores externos al trabajador:

- Intensidad de la vibración.
- Espectro de frecuencias.
- Dirección de la penetración del movimiento.
- Área de contacto del sistema vibrante con el organismo.
- Método de trabajo: operaciones continuas o intermitentes.
- Características de la herramienta (peso, posibilidad de apoyos, equilibrado, etcétera).
- Posibilidad de utilización de equipos de protección individual.
- Factores ambientales: humedad, temperatura, ruido, etcétera.

b) Factores personales:

- Constitución física del operario, peso, talla, etc.
- Postura en que realiza la tarea.
- Grado de tensión o esfuerzo que mantiene en el trabajo.
- Grado de experiencia.
- Historia laboral referente a exposiciones pasadas a vibraciones.
- Hábitos higiénicos: consumo de tabaco, etcétera.
- Predisposición a patologías relacionadas con el sistema nervioso periférico o con el sistema circulatorio.

Del conjunto de los factores, y desde el punto de vista de sus efectos, pueden considerarse fundamentalmente los siguientes (Pujol, 2009): Magnitud (o intensidad) de la vibración, frecuencia, dirección en que incide (o penetra) en el cuerpo y tiempo de exposición.

No obstante, en el proceso de evaluación de riesgos resulta deseable el registro de todos los factores identificables con el fin de que se disponga de las historias de todas las exposiciones principales (UNE-EN ISO 5349-1, 2002).

A continuación se describen brevemente las características de los principales factores indicados por Pujol (2009).

#### Magnitud de la vibración

La intensidad de una vibración puede medirse indistintamente en unidades de desplazamiento, velocidad o aceleración del elemento vibrante. Las tres magni-

tudes están relacionadas entre sí, de forma que solo es necesario medir una de ellas para conocer completamente la intensidad de la vibración (Bernal et al., 2002). De estas tres posibilidades se ha convenido en utilizar la aceleración (INSHT, 2009), y esta magnitud ( $\text{en } \text{m/s}^2$ ) es la considerada en el Real Decreto 1311/2005; el mismo ofrece dos posibilidades para disponer de los valores de la aceleración ponderada en frecuencia:

1. Utilizar datos publicados sobre la misma.

2. Medir dichos datos.

En el primer caso pueden utilizarse, teniendo en cuenta las consideraciones que se harán más adelante, los valores que deben figurar en el manual de instrucciones del equipo de trabajo o bien utilizar los que están disponibles en diferentes bases de datos (Ayo, 2011a; INSHT, 2011; Pujol, 2009).

#### Consideraciones sobre la incertidumbre

La magnitud de la vibración de una máquina particular puede ser tremenda mente variable (p. ej., debido a los operarios, a las condiciones de la operación, herramientas insertadas, etcétera) y normalmente es difícil o imposible obtener un valor preciso o un intervalo estrecho de valores, de manera que una indicación del valor medio es todo lo que se puede esperar, de forma que para la estimación de la exposición, es normalmente necesario tener en cuenta el hecho de que los valores son obtenidos dentro de un intervalo de incertidumbre (UNE-CEN/TR 15350 IN, 2008).

En el manual de instrucciones del fabricante debe recogerse el valor de la incertidumbre de la medición efectuada (RD 1644/08). No obstante, sea cual sea el origen de la medición debe tenerse en cuenta que la incertidumbre asociada a las mediciones es alta debido a los numerosos factores que intervienen en la misma, por lo que valores en el entorno del valor de acción deben analizarse especialmente (Ayo, 2011a).

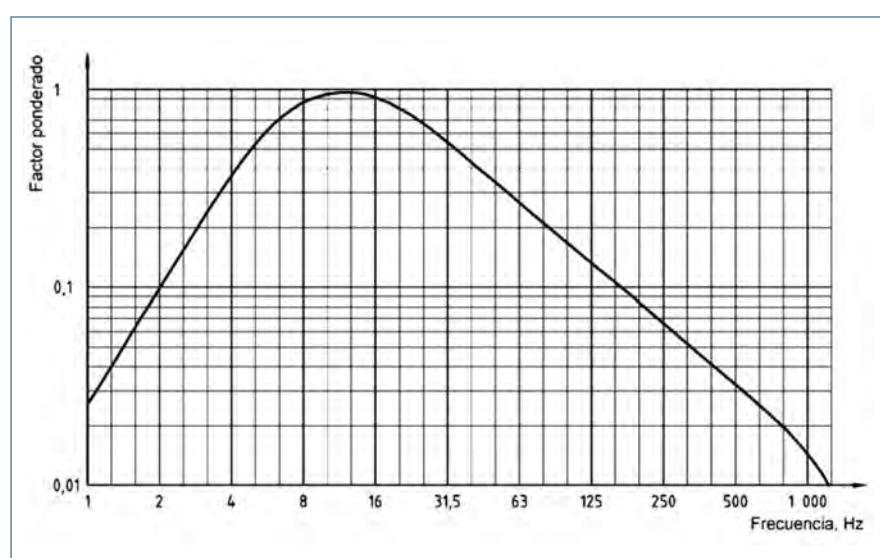
Los errores derivados del proceso de muestreo y medición de la magnitud de vibración, y la estimación de la duración de exposición, puede dar lugar a una incertidumbre en el valor A(8) de al menos  $\pm 20\%$  (HSE, 2008). Así, por ejemplo, en el estudio sobre vibraciones realizado por el INSHT citado en la introducción, se determinó que la incertidumbre asociada a las medidas de vibraciones fue del 26% (Ayo, 2011b).

#### Determinación del tiempo de exposición

Para determinar el valor de A(8) debe conocerse el tiempo durante el que, diariamente, el trabajador está expuesto a las vibraciones (INSHT, 2009).

Es un parámetro en cuya determinación hay que ser muy cuidadoso, ya que no necesariamente coincide con el tiempo durante el cual se utiliza un equipo de trabajo, pues con este mismo equipo pueden realizarse diferentes operaciones que representen un nivel de vibraciones también diferente (Pujol, 2009). En general, debería admitirse que para la mayoría de las máquinas la duración de la exposición a vibraciones es más corta que el tiempo de utilización, es

Figura 5. Curva de ponderación en frecuencia Wh para las vibraciones transmitidas por la mano, incluyendo banda limitante (UNE-EN ISO 5349-1, 2002).



decir, la proporción de exposición será menor del 100% (UNE-CEN/TR 15350 IN, 2008).

En el caso de que el trabajador realice diferentes tareas en las que se dé esta circunstancia, deberá conocerse el tiempo de exposición correspondiente a cada una de ellas, y es necesario que cada tiempo se corresponda con el valor de la aceleración que vaya a utilizarse. En el caso de que dichas tareas se realicen en forma de ciclos de trabajo deberá determinarse el tiempo de exposición en cada tarea o ciclo de trabajo y el número de veces que este se realiza en cada jornada laboral (INSHT, 2009).

#### Frecuencia

La frecuencia de vibración, que se expresa en ciclos por segundo (hercios, Hz), afecta a la extensión con que se transmiten las vibraciones al cuerpo (p. ej., a la superficie de un asiento o a la empuñadura de una herramienta vibrante), a la extensión con que se transmiten a través del cuerpo (p. ej., desde el asiento a la cabeza) y al efecto de las vibraciones en el cuerpo (Griffin et al., 2001).

Las vibraciones producidas por los equipos de trabajo prácticamente nunca van a ser vibraciones de una frecuencia determinada, sino una mezcla de vibraciones de diversas frecuencias. De hecho, no se consideran las frecuencias individualmente, sino agrupándolas en bandas de tercio de octava, de forma que con el fin de armonizar las mediciones, se ha convenido que para evaluar la exposición solo se tienen en cuenta las de frecuencias centrales de bandas de tercio de octava (INSHT, 2009):

- VMB entre 6,3 y 1.250 Hz.
- VCC entre 0,5 y 80 Hz.

Por otra parte, debido a que hay frecuencias más perjudiciales que otras, los valores de la aceleración medidos en cada una de las bandas de tercio de octava se ponderan de acuerdo con unos factores que, por regla general, incorporan los instrumentos de medida (vibrómetros) (INSHT, 2009). Se adjunta la figura 5 a modo de ejemplo de la ponderación en frecuencia para las vibraciones transmitidas por la mano (VMB).

#### Dirección

Cualquier equipo de trabajo capaz de originar vibraciones genera multitud de aceleraciones en muchas y distintas direcciones, y resulta inviable la medición de todas y cada una de las aceleraciones producidas en todas las direcciones posibles. Por ello, las aceleraciones se miden en su

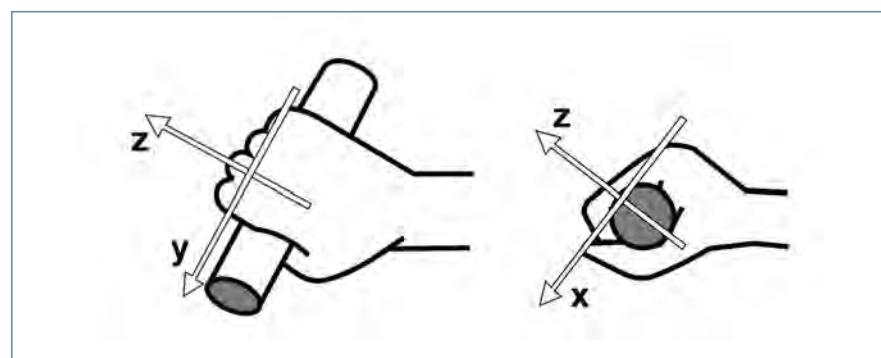


Figura 6. Ejes sistema mano-brazo (VMB) (A partir de Griffin et al., 2006).

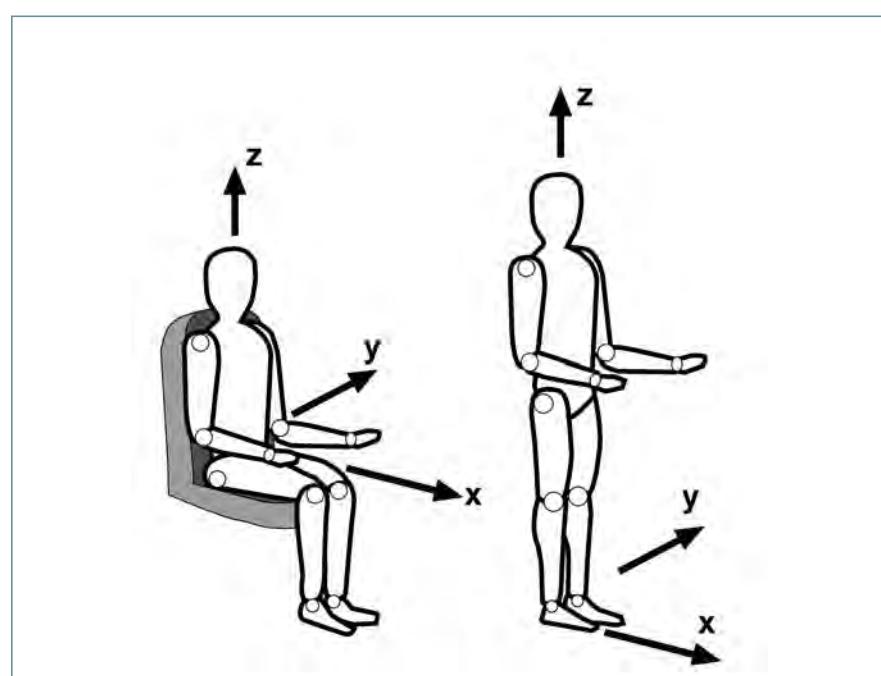


Figura 7. Ejes sistema cuerpo completo (VCC) (A partir de Griffin et al., 2008).

proyección sobre tres ejes ortogonales, X, Y, Z (Pérez, 2010). En este sentido y a modo de ejemplo, la Norma UNE-EN ISO 20643 (2008) puntualiza que no incluye otras direcciones de las vibraciones distintas de las translacionales.

De esta forma, los sistemas principales de coordenadas para medir VCC y VMB interesa ligarlos al cuerpo humano y no a referencias espaciales, tal como se muestra en las figuras 6 y 7.

#### Cálculo de la exposición diaria a vibraciones A(8)

Una vez que se haya obtenido el valor de la aceleración (mediante medición o estimación) y del tiempo de exposición, se está en condiciones de calcular el valor de la exposición diaria a vibraciones normalizado para un periodo de ocho horas  $A(8)$ , y se debe distinguir entre VMB y VCC, así como si en cada caso se está expuesto a una sola fuente de vibraciones o a más.

De esta forma, se resume a continuación el proceso de cálculo a partir de las normas UNE citadas así como del RD 1311/2005 e INSHT (2009, 2010b):

a) VCC con una sola fuente de exposición: se toma como valor del parámetro  $A(8)$  el mayor de los tres valores siguientes:

$$A_x(8) = 1,4 \cdot a_{wx} \cdot \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} \quad (1)$$

$$A_y(8) = 1,4 \cdot a_{wy} \cdot \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} \quad (2)$$

$$A_z(8) = 1 \cdot a_{wz} \cdot \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} \quad (3)$$

donde  $a_{wj}$  representa el valor eficaz de la aceleración ponderada en frecuencia según los ejes ortogonales x, y, z (según

norma UNE-ISO 2631-1:2008, que es la versión oficial de la Norma Internacional ISO 2631-1:1997 a la que se remite en el anexo del Real Decreto 1311/2005);  $T_{exp}$  corresponde al tiempo de exposición y  $T_0$ , al tiempo de referencia de 8 horas.

b) VCC y exposición a varias fuentes de vibraciones (n): se determinan los valores de la exposición diaria parciales en las tres direcciones ( $A_i(8)$ ) para cada fuente de exposición (n) según se ha indicado en el apartado a. A continuación, se calcula el valor global en cada eje utilizando la siguiente expresión:

$$A_i(8) = \sqrt{A_{i1}(8)^2 + A_{i2}(8)^2 + \dots + A_{in}(8)^2} \quad (4)$$

donde i se refiere a los ejes x, y, z.

A continuación se toma como valor de la exposición diaria equivalente  $A(8)$  el mayor de estos tres valores.

c) VMB y una sola fuente de exposición: en este caso el valor de  $A(8)$  se determina por:

$$A(8) = a_{hv} \cdot \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} \quad (5)$$

donde es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las componentes de la aceleración ponderada en frecuencia en los tres ejes:

$$a_{hv} = \sqrt{(a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2)} \quad (6)$$

tal como se define en la norma UNE-EN-ISO 5349:2002, partes 1 y 2, que son las versiones oficiales de la adaptación de la Norma Internacional ISO 5349:2001, partes 1 y 2, a la que se remite en el anexo del Real Decreto 1311/2005.

d) VMB y exposición a varias fuentes de vibraciones (n): se determinan los valores parciales correspondientes a cada exposición de la forma indicada en el apartado c y, a continuación, se calcula el valor global dado por:

$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + \dots + A_n(8)^2} \quad (7)$$

e) Evaluación de la exposición a vibraciones para períodos superiores a un día:

La norma UNE-EN ISO 5349-2 a la que remite el Real Decreto 1311/2005 con relación a la medición, propone en su anexo B (informativo) que para la evaluación de la exposición a vibraciones para períodos superiores a un día se utilice la expresión:

$$A_{típica}(8) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{d=1}^n A_d^2(8)} \quad (8)$$

donde  $A_d(8)$  es la exposición a vibraciones en el día d, n es el número de días sobre el que se determina la exposición y  $A_{típica}(8)$  es la exposición típica diaria estimada sobre un periodo de n días.

De acuerdo con la anterior expresión y con el Real Decreto 1311/2005, que prevé la posibilidad de evaluar la exposición con referencia a un periodo de 40 horas bajo las condiciones descritas en su artículo 3, puede utilizarse la siguiente expresión para calcular la exposición a vibraciones que se comparará con los

valores límite y con los valores que dan lugar a una acción para evaluar el riesgo:

$$A_{típica}(8) = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{d=1}^5 A_d^2} \quad (9)$$

#### Evaluación de riesgos por estimación

Para poder determinar la aceleración sin tener que recurrir a su medición deben cumplirse todas y cada una de las siguientes condiciones (INSHT, 2009):

a. Disponer de los valores de emisión del equipo, que pueden ser suministrados por el fabricante o proceder de otras fuentes.

Tabla 2. Esquema general de las principales expresiones de cálculo empleadas en la evaluación de riesgos por exposición a VCC y VMB. Elaboración propia a partir de las normas UNE citadas, así como del RD 1311/2005 e INSHT (2009, 2010b).

N.º de fuentes de exp.	Cálculos parciales	Cálculo global A(8)
Vibración cuerpo completo (VCC)	$A_x(8) = 1,4 \cdot a_{wx} \cdot \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$ $A_y(8) = 1,4 \cdot a_{wy} \cdot \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$ $A_z(8) = 1 \cdot a_{wz} \cdot \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$ <p>Donde <math>a_{wj}</math> representa el valor eficaz de la aceleración ponderada en frecuencia según los ejes ortogonales: x, y, z</p>	$A(8) = \text{Max}[A_x(8), A_y(8), A_z(8)]$
	$A_i(8) = \sqrt{A_{i1}(8)^2 + A_{i2}(8)^2 + \dots + A_{in}(8)^2}$ <p>Donde i se refiere a los ejes x, y, z.</p>	$A(8) = \text{Max}[A_x(8), A_y(8), A_z(8)]$
Vibración mano-brazo (VMB)	$a_{hv} = \sqrt{(a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2)}$	$A(8) = a_{hv} \cdot \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$ <p>Donde <math>a_{hv}</math> es el valor total de la aceleración eficaz ponderada en frecuencia</p>
	$A_i(8) = a_{hvi} \cdot \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$ <p>Donde i es el número de operación o fuente de exposición</p>	$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + \dots + A_n(8)^2}$
Periodos superiores a 1 día:		$A_{típica}(8) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{d=1}^n A_d^2(8)}$ <p>Donde <math>A_d(8)</math> es la exposición a vibraciones en el día d, y n es el número de días sobre el que se determina la exposición</p>
Periodo de 40 horas (bajo las condiciones descritas en el artículo 3 del RD 1311/2005)		$A_{típica}(8) = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{d=1}^5 A_d^2}$

b. Las condiciones de funcionamiento reales del equipo son similares a aquellas para las que se han obtenido los niveles de emisión publicados.

c. El equipo debe estar en buenas condiciones y su mantenimiento se realiza según las recomendaciones del fabricante.

d. Las herramientas insertadas y los accesorios utilizados deben ser similares a los empleados para la determinación de los valores declarados de la aceleración.

A continuación se describen brevemente dichas características, para lo que se ha tomado principalmente como base lo indicado por Lavin (2008) e INSHT (2009).

#### Valores de emisión del equipo

##### a) Suministrados por el fabricante:

El Real Decreto 1644/2008, sobre comercialización y puesta en servicio de máquinas, recoge en su anexo I los requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y la fabricación de las máquinas, y destacan los siguientes aspectos con relación a los valores de emisión de las vibraciones de la máquina que deben incluirse en su manual de instrucciones, y que se recogen de forma resumida en la tabla 3:

- Contenido del manual de instrucciones (apartado 1.7.4.2.j del anexo I del RD 1644/08): el mismo incluirá (cuando proceda) las instrucciones relativas a la instalación y al montaje, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones.

- Manual de instrucciones de las máquinas portátiles y las máquinas guiadas a mano; se indicará lo siguiente sobre las vibraciones transmitidas (apartado 2.2.1.1 del RD 1644/08):

- El valor total de las vibraciones a las que esté expuesto el sistema mano-brazo, cuando excedan de  $2,5 \text{ m/s}^2$ . Cuando este valor no excede de  $2,5 \text{ m/s}^2$ , se deberá mencionar este hecho.

- La incertidumbre de la medición.

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina que se va a fabricar.

Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos relativos a las vibraciones se deben medir utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina.

Deberán describirse las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los métodos utilizados para esta, o la referencia a la norma armonizada aplicada.

- Manual de instrucciones de las máquinas que presentan peligros debido a su

movilidad; se indicará lo siguiente sobre las vibraciones que la máquina transmite al sistema mano-brazo o a todo el cuerpo (apartado 3.6.3.1 del anexo I del RD 1644/08):

- El valor total de las vibraciones a las que esté expuesto el sistema mano-brazo, cuando excedan de  $2,5 \text{ m/s}^2$ . Cuando este valor no excede de  $2,5 \text{ m/s}^2$ , se debe mencionar este hecho.

- El valor cuadrático medio más elevado de la aceleración ponderada a la que esté expuesto todo el cuerpo, cuando este valor excede de  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Cuando este valor no excede de  $0,5 \text{ m/s}^2$ , se debe mencionar este hecho.

- La incertidumbre de la medición.

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina que se va a fabricar.

Cuando no se apliquen normas armonizadas, las vibraciones se deben medir utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina.

Deberán describirse las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los códigos de medición utilizados para esta.

El anexo B (informativo) de la norma UNE-CER/TR 15350:2008 IN proporciona un procedimiento para la estimación de la exposición diaria de vibraciones utilizando los valores de emisión

declarados por el fabricante, diferenciando entre valores basados en la medición en tres ejes o ejes individuales, así como considerando la determinación del tiempo de exposición, tanto directamente como por estimación. El anexo C de la misma norma proporciona información adicional para entender las diferencias entre los valores de vibración de acuerdo con los códigos de ensayo y durante el trabajo habitual. Asimismo, recoge un procedimiento para estimar la exposición a vibraciones en el lugar de trabajo a partir de los valores de emisión declarados por el fabricante, distinguiendo tres grupos de máquinas en función de su fuente de energía: máquinas con motor de combustión interna, máquinas eléctricas y máquinas neumáticas. Al respecto se advierte del alto grado de incertidumbre de los valores así calculados (ambos anexos).

En cuanto a las vibraciones que se transmiten al cuerpo entero, los datos de emisión se obtienen, por lo general, de códigos de ensayo armonizados. Sin embargo, hay muy pocos disponibles (INSHT, 2009).

##### b) Utilización de datos de otras fuentes:

Para determinar en la práctica si es probable que se superen los valores de exposición que dan lugar a una acción o los valores límites de exposición a través del cálculo de A(8) tal como se ha introducido en el presente trabajo, no siempre es posible disponer o localizar la información del

Tabla 3. Comparativa (resumen) entre los valores de las vibraciones VMB y VCC que deben aparecer en el manual de instrucciones de una máquina y los valores que dan lugar a una acción y valores límite.

	Manual de instrucciones (RD 1644/08)	RD 1311/2005 sobre vibraciones		
	Máquinas portátiles y máquinas guiadas a mano	Máquinas que presentan peligros debido a su movilidad	Valor que da lugar a una acción	Valor límite
Vibraciones mano-brazo (VMB)	El valor total de las vibraciones a las que esté expuesto el sistema mano-brazo, cuando excedan de $2,5 \text{ m/s}^2$ . Cuando este valor no excede de $2,5 \text{ m/s}^2$ , se debe mencionar este hecho	El valor total de las vibraciones a las que esté expuesto el sistema mano-brazo, cuando excedan de $2,5 \text{ m/s}^2$ . Cuando este valor no excede de $2,5 \text{ m/s}^2$ , se debe mencionar este hecho	$2,5 \text{ m/s}^2$	$5 \text{ m/s}^2$
Vibraciones cuerpo completo (VCC)		El valor cuadrático medio más elevado de la aceleración ponderada a la que esté expuesto todo el cuerpo, cuando este valor excede de $0,5 \text{ m/s}^2$ . Cuando este valor no excede de $0,5 \text{ m/s}^2$ , se debe mencionar este hecho	$0,5 \text{ m/s}^2$	$1,15 \text{ m/s}^2$

fabricante para obtener la magnitud de la vibración del equipo de trabajo que se va a evaluar, por lo que en este caso se puede recurrir de forma alternativa (o complementaria si se dispone de los valores del fabricante) a otras fuentes de información, que pueden clasificarse de manera no exhaustiva de la siguiente forma:

#### I. Bases de datos específicas en Internet:

- Organismos oficiales de reconocido prestigio.
  - Fabricantes:
  - Asociaciones.
  - Empresas específicas.
  - Empresas consultoras especializadas en vibraciones.

#### II. Publicaciones científico-tecnológicas.

La información anterior se complementa en muchos casos con aplicaciones informáticas que facilitan el cálculo de A(8) y/o permiten una evaluación de riesgos por exposición a vibraciones basada en variables complementarias al parámetro A(8).

Más adelante se exploran con mayor detalle estos recursos electrónicos.

### **Condiciones de funcionamiento del equipo**

En el proceso de comparación, las condiciones de funcionamiento reales del equipo deben ser similares a aquellas para las que se han obtenido los niveles de emisión publicados.

La observación de los métodos de trabajo se centrará en comprobar que las condiciones reales de utilización del equipo son las mismas que las incluidas por el fabricante en el manual de instrucciones, teniéndose en cuenta entre otros los aspectos indicados con anterioridad respecto a la aplicación de los valores de emisión declarados por el fabricante.

### **Condiciones del equipo de trabajo**

El equipo debe estar en buenas condiciones y su mantenimiento se debe realizar según las recomendaciones del fabricante.

Dado que los valores de emisión de la vibración declarados por el fabricante son el resultado de medidas realizadas cuando los equipos de trabajo son nuevos, asociarlos a equipos de trabajo con un mantenimiento deficiente o irregular puede dar lugar a conclusiones erróneas, ya que dichas deficiencias pueden desembocar en cambios sustanciales de los valores emisores de la vibración reales respecto a los declarados.

La única forma de garantizar que los niveles de emisión van a estar probablemente dentro del rango indicado por el fabricante consiste en que el empresario realice el mantenimiento de los equipos

de trabajo siguiendo las indicaciones del fabricante. En este sentido es importante recordar que esta obligación (mantenimiento) queda recogida con carácter general en el artículo 3.5 del RD 1215/97 sobre equipos de trabajo, y de forma específica en materia de vibraciones en el artículo 5.2.d del RD 1311/2005.

### **Herramientas insertadas y accesorios utilizados**

Las herramientas insertadas y los accesorios utilizados deben ser similares a los empleados para la determinación de los valores declarados de la aceleración.

Dado que las propiedades de las herramientas insertadas tienen una gran influencia en la emisión de la vibración, la utilización de los valores de aceleración obtenidos de alguna de las fuentes anteriormente indicadas (fabricante, organismos oficiales, etcétera) debe realizarse en condiciones equivalentes, ya que, de lo contrario, pueden suponerse valores sustancialmente superiores o inferiores (según el caso) a los reales.

### **Herramientas online para la evaluación de la exposición a vibraciones**

#### **Herramientas de cálculo y evaluación**

Tal como se adelantó anteriormente, además de existir distintas fuentes de información *online* donde recurrir para obtener la aceleración de la vibración del equipo de trabajo que se va a evaluar por estimación, también existen de forma complementaria herramientas informáticas gratuitas que pueden facilitar el proceso de cálculo y evaluación.

Dichas herramientas se pueden dividir básicamente en hojas de cálculo y aplicaciones informáticas. Las primeras permiten el proceso de cálculo propiamente dicho del parámetro A(8), y las segundas ayudan en el proceso de evaluación en un sentido más amplio, es decir, considerando información adicional respecto a la aceleración y el tiempo de exposición.

En la tabla 4 se muestran ejemplos de organismos europeos que disponen de una sección de su web dedicada a las vibraciones mecánicas en el ámbito de la PRL, donde, además de existir información técnica relacionada, se pueden encontrar diversas herramientas de evaluación tal como se ha indicado. A partir de las direcciones consideradas se puede acceder para cada organismo considerado a sus diferentes herramientas informáticas en el ámbito de las vibraciones<sup>6</sup>. En la tabla 4 se muestran las características generales

de cada una de ellas, y se pueden agrupar las mismas de la siguiente forma:

- Formato de la herramienta: *a)* Excel® (descargable); *b)* Aplicación (descargable); *c)* Online;
- Tipo de herramienta: *a)* calculadora; *b)* aplicación para la evaluación del riesgo;
- Tipo de vibración: *a)* vibración mano-brazo (VMB); *b)* vibración cuerpo completo (VCC);
- Idioma: idioma de las herramientas informáticas específicas de vibraciones.

Para la utilización de dichas herramientas deben adoptarse las precauciones necesarias, ya que no pueden considerarse directamente equivalentes entre sí, considerando especialmente, entre otros, la información que en cada sitio web se aporta al usuario, así como la normativa que en cada Estado miembro sea específicamente de aplicación.

Al respecto téngase en cuenta que a pesar de tener como nexo común la Directiva 2002/44/CE<sup>8</sup>, existen particularidades propias de la transposición de la misma que cada Estado miembro de la UE haya realizado (en España a través del RD 1311/08). Por ejemplo, en Italia, a través del artículo 201 del DL 81/2008, se indica que el valor límite de exposición diaria normalizado para un periodo de referencia de ocho horas se fija en 5 m/s<sup>2</sup>, mientras que para períodos cortos es igual a 20 m/s<sup>2</sup>. Obsérvese que en España no se incluye a través del RD 1311/2005 ningún límite para períodos cortos.

Equivalente consideración debe realizarse en el plano más estrictamente técnico, especialmente teniendo en cuenta que las herramientas están desarrolladas en contextos científico-tecnológicos.

Por otra parte, del análisis conjunto de las herramientas consideradas en la tabla 4, se desprenden diferencias y matizadas que pueden resultar de interés, según se describe a continuación.

Las calculadoras tienen como elemento común el cálculo del parámetro A(8), así como el cálculo del tiempo de exposición para alcanzar el valor que da lugar a una acción así como el valor límite. El parámetro A(8) se obtiene tanto para cada equipo de trabajo considerado individualmente como para el conjunto que da lugar a la exposición. En cuanto al cálculo del tiempo de exposición se calcula<sup>9</sup> de forma individual para cada equipo a partir de las expresiones (1), (2), (3) y (5).

En cuanto a las diferencias entre calculadoras, destacan las siguientes:

- Calculadoras como las del HSE, IFA o LA complementan los resultados expe-

Organismo europeo	Formato				Tipo		Web vibraciones: herramientas <sup>7</sup>	Idioma
	EXCEL®	Aplicación	Online	Calculadora	Aplicación evaluación del riesgo	VMB	VCC	
HSE (RU)	●			●		●	<a href="http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm">http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm</a>	Inglés
	●			●		●	<a href="http://www.hse.gov.uk/vibration/wbv/calculator.htm">http://www.hse.gov.uk/vibration/wbv/calculator.htm</a>	
IFA (ALEMANIA)	●		●	●		●	<a href="http://www.dguv.de/ifa/de/prä/softwa/kennwertrechner/index.jsp">http://www.dguv.de/ifa/de/prä/softwa/kennwertrechner/index.jsp</a>	Alemán
INAIL (ITALIA)		●	●	●	●	●	<a href="http://www.portaleagentifisici.it/fo_hav_valutazione_foglio_di_calcolo.php?&amp;lg=IT">http://www.portaleagentifisici.it/fo_hav_valutazione_foglio_di_calcolo.php?&amp;lg=IT</a>	Italiano
		●	●	●	●	●	<a href="http://www.portaleagentifisici.it/fo_wbv_valutazione_foglio_di_calcolo.php?&amp;lg=IT">http://www.portaleagentifisici.it/fo_wbv_valutazione_foglio_di_calcolo.php?&amp;lg=IT</a>	
INRS (FRANCIA)	●			●		●	<a href="http://www.inrs.fr/accueil/risques/phenomene-physique/vibration.html">http://www.inrs.fr/accueil/risques/phenomene-physique/vibration.html</a>	Francés
INSHT (ESPAÑA)		●	●		●	●	<a href="http://calculadores.insht.es:86/Vibracionesmec%C3%A1nicas/Entradadedatos.aspx">http://calculadores.insht.es:86/Vibracionesmec%C3%A1nicas/Entradadedatos.aspx</a>	Español
		●	●		●	●		
LA (ALEMANIA)	●		●		●	●	<a href="http://bb.osha.de/docs/GKV_calculator.xls">http://bb.osha.de/docs/GKV_calculator.xls</a>	Alemán
UMEA UNIVERSITY (SUECIA)		●	●		●		<a href="http://www.vibration.db.umu.se/Default.aspx?lang=en">http://www.vibration.db.umu.se/Default.aspx?lang=en</a>	Sueco/inglés
		●	●		●			

Tabla 4. Ejemplos de organismos públicos europeos de reconocido prestigio con recursos informáticos para el cálculo y/o evaluación por exposición a vibraciones.

sados en  $m/s^2$  por el sistema de puntos<sup>10</sup>. Además, los comparan con los valores que dan lugar a una acción y el valor límite.

- Calculadoras como la desarrollada por LA permiten introducir los valores de la aceleración en cada eje para VMB. Por ejemplo, la herramienta del INSHT o del HSE solo permite para el caso de VMB introducir el valor total de la aceleración ( $a_{hv}$ ).

- Excepto la calculadora de UMEA, las demás permiten el cálculo de las VCC considerando los valores de los tres ejes.

- La calculadora de VCC desarrollada por el HSE permite decidir si en los cálculos se incluye el factor de ponderación “k” ( $k = 1,4$  en los ejes X, Y;  $k = 1$  en el eje Z. Véanse expresiones (1), (2) y (3), aspecto que resulta útil especialmente para evitar cálculos intermedios cuando se utilizan valores procedentes de fuentes como bases de datos).

En cuanto a las aplicaciones identificadas, en el caso de la del IFA permite realizar la evaluación de riesgos por exposición a VMB y establecer un programa de

reducción a partir del *checklist* n.º 52 desarrollado por DGUV (2012), permitiendo entre otros determinar el parámetro A(8) a partir de los valores de la aceleración en cada eje ( $a_{hwi}$ ) o del valor total de la aceleración eficaz ponderada en frecuencia ( $a_{hv}$ ).

En cuanto a la aplicación *online* que el INAIL dispone en su página de web para evaluar la exposición a VMB, permite introducir los datos de los equipos de trabajo a partir de su propia base de datos, o del manual de fabricante o de los datos obtenidos en mediciones, a partir de los que se puede calcular el parámetro A(8) y comparar con los valores de referencia. Uno de los aspectos destacables en esta aplicación es la versatilidad en el origen y características de los datos, ya que, por citar algunos ejemplos, permite seleccionar la norma de referencia cuando los datos provienen del fabricante o incluir el valor de la incertidumbre (a partir del manual de instrucciones o de medidas de campo).

En el caso de la aplicación del INRS, permite la evaluación de riesgos por exposición a VCC, estimando el valor de

la aceleración a partir de la selección por el usuario del tipo de vehículo objeto de evaluación así como de las condiciones de utilización y del tiempo de exposición. Con esta información la aplicación calcula el parámetro A(8) y lo compara con los valores de referencia, aportando, además, medidas para reducir el riesgo.

En el presente trabajo se han considerado únicamente ejemplo de herramientas informáticas desarrolladas por organismos públicos de reconocido prestigio de la UE, aunque, obviamente, existen de forma alternativa tanto herramientas desarrolladas por organismos de otros países, como aplicaciones comerciales específicas y pequeñas aplicaciones en web de fabricantes de equipos de trabajo (p. ej., herramientas eléctricas).

#### Bases de datos *online* de vibraciones asociadas a equipo de trabajo

Tal como se indicó anteriormente, para determinar en la práctica si es probable que se superen los valores de exposición que dan lugar a una acción o los valores límites

de exposición a través del cálculo de A(8), no siempre es posible disponer o localizar la información del fabricante para obtener la magnitud de la vibración del equipo de trabajo que se va a evaluar, por lo que en este caso se puede recurrir de forma alternativa (o complementaria si se dispone de los valores del fabricante) a otras fuentes de información.

Dichas fuentes de información son, a menudo, suficientes para estimar de forma aproximada la exposición diaria a las vibraciones de los trabajadores y para ayudar a decidir si es probable que se exceda el valor de exposición que da lugar a una acción o el valor límite de exposición (UNE-CEN/TR 15350 IN, 2008).

Entre dichas fuentes de información se encuentran las bases de datos, de forma que para utilizarlas, se debe comenzar con los datos del fabricante, marca y modelo del equipo que se pretende evaluar. En el caso de no disponer de esta información, como punto de partida se puede utilizar la información conocida de otro equipo de trabajo de características similares, sustituyendo los datos provisionales por los definitivos cuando estén disponibles (Lavin, 2008).

Asimismo, las bases de datos también pueden hacer referencia a las condiciones concretas de operación en el momento de la medición (p. ej., velocidad de trabajo de la máquina, tipo de superficie o material sobre el que se trabaja, etcétera). Por ello, la observación del trabajo permitirá, a su vez, poner de manifiesto si las condiciones reales de utilización coinciden con las de determinación del valor de la aceleración obtenida en la base de datos. Atendiendo a criterios técnico-pre-

ventivos, en caso de ser significativamente diferentes se recomienda recurrir a la medición (INSHT, 2009).

Cuando se manejen datos publicados sobre vibraciones, constituye una buena práctica intentar comparar datos de dos o más fuentes (Lavin, 2008; INSHT, 2009).

En la tabla 5 se muestran ejemplos de organismos públicos europeos de reconocido prestigio que disponen de una sección de su web en la que alojan bases de datos de vibraciones mecánicas. A partir de las direcciones de las web consideradas se puede acceder a dichas bases de datos. En la tabla 5 se muestran las características generales de cada una de ellas, y se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Tipo de vibración: a) vibración mano-brazo (VMB); b) vibración cuerpo completo (VCC).
- Idioma: idioma de base de datos específica de vibraciones.
- Calculadora/ficha equipo/base de datos de ruido: cuando existe esta información asociada al sitio web en cuestión se indica con un “●”.
- Número de registros<sup>11</sup>: con carácter general, la cifra indicada incluye tanto registros con los valores de las vibraciones declarados por el fabricante como registros con los valores de las vibraciones medidos en la realización de un trabajo concreto y en condiciones reales (mediciones de campo). No obstante, se indican a continuación las particularidades en este sentido más significativas para cada base de datos:

– INAIL: permite tanto para VMB como VCC ordenar los resultados según procedan de medición de campo o valores

declarados.

– INSHT: todos los registros se han obtenido a partir de mediciones de campo.

– LA (KARLA): se diferencia entre valores de inmisión y de emisión tanto para VMB como VCC. Cuando se accede a la ficha de cada registro se puede identificar el origen de los datos.

– UMEA: cuando se trata de VMB, permite ordenar los resultados según procedan de medición de campo o valores declarados. En el caso de VCC, cuando se accede a la ficha de cada registro se puede identificar el origen de los datos.

Finalmente, tal como se indicó anteriormente, se recuerda que para la utilización de dichas herramientas deben adoptarse las precauciones necesarias con relación a la normativa y criterios técnicos que en cada caso sean de aplicación, tomando en consideración la información aportada en cada base de datos.

#### Bases de datos de fabricantes

Tal como recoge Lavin (2008) e INSHT (2009), las asociaciones de fabricantes pueden disponer de niveles de vibraciones en determinadas máquinas además de los datos que algunos fabricantes ofrecen en sus páginas web sobre los niveles reales de vibración durante el uso real típico de la herramienta.

Un ejemplo de ello es la web HAVTEC<sup>12</sup> (Hand-Arm Vibration Test Centre), instalación de OPERC (Off-highway Plant and Equipment Research Centre), que dispone de una base de datos de VMB en la que previo registro se puede acceder a la información (valores de la aceleración, tiempos de exposición para alcanzar valores de acción,

Tabla 5. Ejemplos de organismos públicos europeos de reconocido prestigio con bases de datos de vibraciones (VMB/VCC).

Organismo europeo	VMB		VCC		Ficha equipo de trabajo	Base de datos ruido	Web base de datos herramientas <sup>7</sup>	Idioma
	N.º de registros	Calculadora	N.º de registros	Calculadora				
INAIL (ITALIA)	4513	●	3093	● ● ●			<a href="http://www.portaleagentifisici.it/fo_hav_list_macchinari.php?&amp;lg=IT">http://www.portaleagentifisici.it/fo_hav_list_macchinari.php?&amp;lg=IT</a> <a href="http://www.portaleagentifisici.it/fo_wbv_list_macchinari.php?&amp;lg=IT">http://www.portaleagentifisici.it/fo_wbv_list_macchinari.php?&amp;lg=IT</a>	Italiano/ inglés
INSHT (ESPAÑA)	473	●	587	● ● –			<a href="http://vibraciones.insht.es:86/consultas.aspx">http://vibraciones.insht.es:86/consultas.aspx</a>	Español
LA (ALEMANIA)	1607	–	1228	– ● ●			<a href="http://www.las-bb.de/karla/impressum.asp">http://www.las-bb.de/karla/impressum.asp</a>	Alemán
UMEA UNIVERSITY (SUECIA)	3535	●	383	● ● ●			<a href="http://www.vibration.db.umu.se/Default.aspx?lang=en">http://www.vibration.db.umu.se/Default.aspx?lang=en</a>	Sueco/ inglés

etcétera) relativa a herramientas de diferentes fabricantes, como los pertenecientes a EPTA (European Power Tool Association). Complementariamente, también se puede acceder a una calculadora descargable (Excel®) de VMB así como a diferentes publicaciones y materiales específicos.

### Otras fuentes de datos

Las bases de datos de publicaciones así como las páginas web de los organismos públicos nacionales e internacionales (en materia de PRL) también suponen buenas fuentes donde encontrar trabajos científicos y técnicos específicos en el campo de las vibraciones mecánicas que recojan resultados y análisis de mediciones que puedan resultar de interés, especialmente en el proceso de evaluación de riesgos por estimación. A modo de ejemplo, en España, se pueden citar los trabajos desarrollados por Santurio et al. (2006), CTM (2008) e INSHT (2010a).

### Conclusiones

La exposición a vibraciones supone un riesgo laboral que afecta a un número importante de trabajadores de la Unión Europea, tanto porcentual como sectorialmente, y debe realizarse una evaluación de riesgos de dicha exposición a partir de la Directiva 2002/44/CE (transpuesta al derecho español por el RD 1311/2005), cuyo procedimiento basado en la determinación del parámetro A(8) puede incluir la medición de la aceleración o su estimación a partir de los datos disponibles en diferentes fuentes.

Para la determinación del parámetro A(8) se han desarrollado en los últimos años desde diferentes organismos públicos europeos (entre otros) diversas herramientas informáticas de cálculo y evaluación que se encuentran accesibles *online* y, aunque comparten la Directiva 2002/44/CE, están en muchos casos adaptadas a los criterios propios de cada organismo y país, de forma que en general no se pueden considerar entre ellas equivalentes, aunque sí complementarias o alternativas, en función del grado de detalle requerido en cada caso.

De forma paralela, se han desarrollado bases de datos de vibraciones (VMB y VCC) que proporcionan una importante fuente de información para facilitar o mejorar el proceso de evaluación de riesgos, especialmente por estimación. Dichas bases de datos se encuentran todavía en una fase temprana desde el punto de vista del número de registros almacenados, especialmente cuando estos son el resultado de mediciones de campo.

De este modo, dado el interés creciente que diversos organismos europeos de reconocido prestigio están mostrando en los últi-

mos años hacia las vibraciones como contaminante laboral, es previsible que tanto el número de herramientas informáticas de cálculo y evaluación como bases de datos relacionadas sigan aumentando y mejorando.

Además, cabe subrayar que la exposición a vibraciones no debería analizarse únicamente de forma aislada o tradicional, sino que, además, desde la consideración de dicho agente como un riesgo nuevo y emergente, especialmente cuando existe una exposición combinada, como son vibraciones y factores ergonómicos, o incluso vibraciones y otros agentes físicos (p. ej. ruido).

Finalmente, resulta conveniente recordar la importancia de analizar con criterio técnico adecuado cada herramienta informática antes de su utilización, teniendo en cuenta su compatibilidad con los objetivos perseguidos, así como con el conjunto de normativa que en cada situación sea de aplicación, contando, en cualquier caso, con la información asociada a cada herramienta de forma específica.

### Notas

- 1 Industria: categorías de la A hasta la H (A: agricultura, ganadería, caza y silvicultura; B: pesca; C: industrias extractivas; D: fabricación; E: producción y distribución de agua, gas y electricidad; F: construcción; G: comercio mayorista y minorista; H: hostelería) según clasificación NACE de actividades económicas (EUROFOUND 2010).
- 2 Agrupación de actividad económicas según CNAE 2009 (INSHT 2013).
- 3 Considerados por los expertos que participaron en el estudio como: "Totalmente de acuerdo en que el riesgo identificado es emergente".
- 4 Considerados por los expertos que participaron en el estudio como: "De acuerdo en que el riesgo es considerado emergente".
- 5 En el momento de la publicación de INSHT (2009), estaba en vigor el RD 1435/1992, que fue derogado por el RD 1644/2008 a partir del 29 de diciembre de 2009.
- 6 En la mayoría de los casos, en la web del organismo considerado existen otras herramientas informáticas específicas en materia de PRL, por ejemplo para la evaluación de la exposición a ruido.
- 7 Para mayor claridad, se ha distinguido según el caso, la dirección web específica.
- 8 La Directiva 2002/44/CE recoge las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones), lo que permite a los Estados miembros la posibilidad de mantener o adoptar disposiciones más favorables para la protección de los trabajadores.
- 9 A partir de las expresiones (1), (2), (3) y (5), según se trate de VMB o VCC, el cálculo del tiempo se efectúa despejando "Texp" y sustituyendo el parámetro A(8) por el valor que da lugar a una acción o el valor límite, según el caso.
- 10 Los puntos de exposición a vibraciones son una alternativa sencilla al valor A(8) para describir la exposición diaria total o parcial a las vibraciones de las personas. Por ejemplo, en el caso de VMB una puntuación de 100 puntos para la exposición total a vibraciones en un día es igual al valor de exposición que da lugar a una acción A(8) = 2,5 m/s<sup>2</sup>, y una puntuación de 400 puntos es igual al valor límite de exposición A(8) = 5 m/s<sup>2</sup> (UNE-EN ISO 20643:2008).
- 11 A fecha de enero de 2013.
- 12 La propia web KARLA dispone de un apartado de "otras bases de datos" que enlaza con las páginas web de UMEA, HAVTEC e INAIL.

### Bibliografía

- Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA), *Recherche in Fachdatenbanken* [Consultado 21/1/13]. Disponible en: [http://bb.osha.de/good\\_practice/fdb/fdbbb.htm#VIBDB](http://bb.osha.de/good_practice/fdb/fdbbb.htm#VIBDB)
- Ayo, F. (2011a). *Evaluación de las vibraciones mecánicas*. Jornada Técnica ¿Cómo evaluar las vibraciones mecánicas? R.D. 1311/2005. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)\*
- Ayo, F. (2011b). *Estudio del nivel de exposición a vibraciones mecánicas en los puestos de trabajo*. Jornada Técnica ¿Cómo evaluar las vibraciones mecánicas? R.D. 1311/2005. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)\*
- Ayo, F., Juan y Seva Guevara, B. (2012). *Evaluación por estimación del riesgo por vibraciones mecánicas. Base de datos del INSHT*. ORP2012 - 10º Congreso Internacional de Prevención de Riesgos Laborales, Bilbao, España\*
- Bernal, F., Castejón, E., Cavallé, N. and Hernández, A. (2002). *Higiene Industrial*. 2ª ed. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. ISBN:84-7425-603-8.
- Centro Tecnológico del Mármol (CTM) (2008). *Estudio metodológico para la reducción de riesgos higiénicos ante vibraciones mano brazo y cuerpo completo en la industria del mármol de la Región de Murcia*. Disponible en: [http://www.prevenpiedra.com/upload\\_folder/Manual%20vibraciones%20CTM%202008%20\(1\).pdf](http://www.prevenpiedra.com/upload_folder/Manual%20vibraciones%20CTM%202008%20(1).pdf)
- Comisión de las Comunidades Europeas (2007). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones: Mejorar la calidad y la productividad en el trabajo: estrategia comunitaria de salud y seguridad en el trabajo (2007-2012)*. Bruselas, COM (2007) 62 final. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52007DC0062:ES:NOT>
- Donati, P., Schust, M., Szopa, J., Starck, J., Gil, E., Pujol, L., Fischer, S., Flaspöler, E., Reinert, D., Op de Beek, R. (2008). *Workplace exposure to vibration in Europe: an expert review*. European Agency for Safety and Health at Work, European Risk Observatory, Bélgica. ISBN 978-92-9191-221-6. Disponible en: [https://osha.europa.eu/en/publications/reports/8108322\\_vibration\\_exposure](https://osha.europa.eu/en/publications/reports/8108322_vibration_exposure)
- EPTA (European Power Tool Association), [Consulta 21/1/13]. Disponible en: [http://www.dguv.de/fb-holzundmetall/publikationen/info-blatter/info-bl\\_deutsch/052\\_hand-arm-vibrationen.pdf](http://www.epta.eu/EUROFOUND (2010). Quinta Encuesta europea sobre las condiciones de trabajo (EWCS-2010). European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (Eurofound). Disponible en: http://www.eurofound.europa.eu/surveys/ewcs/2010/index_es.htm</a></p>
<p>Fachbereich Holz und Metall (DGUV) (2012). <i>Fachbereich-Informationssblatt Hand-Arm-Vibrationen, Checkliste zur Gefährdungsbeurteilung</i>. Nr. 052. Disponible en: <a href=)
- Flaspöler, E., Reinert, D., Brun, E. (2005). *Expert forecast on Emerging Physical Risks related to occupational safety and health*. European Agency for Safety and Health at Work, European Risk Observatory, Bélgica, ISBN 92-9191-165-8. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/6805478/>
- Griffin, M.J., Seidel, H., Bovenzi, M., Benson, A.J. (2001). *Vibraciones. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, Organización Internacional del Trabajo, Vol II, Cp 50, Ginebra. ISBN : 84-8417-047-0. Disponible en: <http://www.insht.es/InshWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf>
- Griffin, M.J., Howarth, H.V.C., Pitts, P.M., Fischer, S., Kaulbars, U., Donati, P.M., Bereton, P.F. (2006). *EU Guide to good practice on Hand-Arm Vibration (HAV Good practice Guide V7.7 English 260506.doc)*. European Commission Directorate General Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, contract VC/2004/0341. Disponible en: <http://resource.isvr.soton.ac.uk/HRV/VIBGUIDE.htm>
- Griffin, M.J., Howarth, H.V.C., Pitts, P.M., Fischer, S., Kaulbars, U., Donati, P.M., Bereton, P.F. (2008). *EU Guide to good practice on Whole-Body Vibration (WBV\_Good\_prac-*

tice\_Guide v6.7h English.doc). European Commission Directorate General Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, contract VC/2004/0341. Disponible en: <http://resource.isvr.soton.ac.uk/HRV/VIBGUIDE.htm>

Health and Safety Executive (HSE) (2005). *Whole-body vibration. The Control of Vibration at Work Regulations 2005. Guidance on Regulations*. U.K., ISBN 978 0 7176 6126. Disponible en: <http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/l141.pdf>

Health and Safety Executive (HSE) (2008). *Hand-arm vibration. The Control of Vibration at Work Regulations 2005. Guidance on Regulations*. U.K., ISBN 978 0 7176 6125 1. Disponible en: <http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/l140.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (1999). *IV Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. España\**

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (2003). *V Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo 2003. España\**

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (2009). *Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas (R.D. 1311/2005)*. España.\*

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), Centro Nacional de Verificación de Maquinaria (CVM) (2010a), *Estudio del nivel de exposición a vibraciones mecánicas en diferentes puestos de trabajo*. España.\*

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (2010b). *Calculadora de vibraciones mecánicas*. España, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: <http://calculadores.insht.es:86/Vibracionesmec%C3%A1nicas/Entradasdadedatos.aspx>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (2013). *VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo 2011. NIPO 272-12-039-5 España\**

Instituto de Seguridad y Salud Laboral (ISSL) (2006). *Las vibraciones mecánicas en el ambiente laboral. 2ª edn. Nº4. España\**

Lavin, N. (2008), *NTP 792: Evaluación de la exposición a la vibración mano-brazo. Evaluación por estimación*. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España.\*

Pérez, G. (2010). *Exposición Laboral a vibraciones*. Ficha Técnica FT-01/2010, Instituto de Seguridad y Salud Laboral (ISSL), Región de Murcia. España. Disponible en: [http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTE-NIDO=6645&RASTRO=C721\\$&DTIPO=100](http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTE-NIDO=6645&RASTRO=C721$&DTIPO=100)

Pujol, L. (2009). *NTP 839: Exposición a vibraciones mecánicas. Evaluación del riesgo*. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España.\*

Santurio, J.M\*, Rodríguez, J., Argüelles, E. (2006), *Estudio de la exposición a vibraciones mano-brazo en el trabajo con máquinas-herramienta portátiles*. Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales, Universidad de Oviedo- Proyecto SV-PA-04-09. Disponible en: [http://iaprl.asturias.es/export/sites/default/es/instituto/riesgos\\_laborales/higiene/proyectos/vibra\\_mano\\_brazo.pdf](http://iaprl.asturias.es/export/sites/default/es/instituto/riesgos_laborales/higiene/proyectos/vibra_mano_brazo.pdf)

## Legislación

España. Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. BOE-A-1992-27456 (Derogado).\*

España. Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE n° 188 07-08-1997\*

España. Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. BOE n° 265 05/11/2005\*

España. Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. BOE-A-2008-16387\*

Italia. Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Disponible en: <http://normativo.inail.it/bdninternet/docs/Dlgs812008.htm>

## Normas UNE

UNE-EN ISO 5349-1 (2002). Vibraciones mecánicas, Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 1: Requisitos generales, Madrid, Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Puede adquirirse en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?ipo=N&codigo=N0026649&PDF=S#US0OjzAc9ap>

UNE-EN ISO 5349-2 (2002). Vibraciones mecánicas, Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 2: Guía práctica para la medición en el lugar de trabajo, Madrid, Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Puede adquirirse en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?ipo=N&codigo=N0026651&PDF=S#US00sjAc9ao>

UNE ISO 2631-1 (2008). Vibraciones y choque mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 1: Requisitos generales, Madrid, Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Puede adquirirse en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?ipo=N&codigo=N0041539&PDF=S#US0PXTAc9ao>

UNE-EN ISO 20643 (2008). Vibraciones mecánicas. Maquinaria sujeta y guiada con la mano. Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones, Madrid, Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Puede adquirirse en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?ipo=N&codigo=N0042223&PDF=S#US0QfzAc9ao>

UNE-CEN/TR 15350 IN (2008). Vibraciones mecánicas, Directrices para la evaluación de la exposición a las vibraciones transmitidas por la mano usando la información disponible incluyendo la información proporcionada por los fabricantes de maquinaria, Madrid, Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Puede adquirirse en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?ipo=N&codigo=N0041409&PDF=S#US0M0zAc9ao>

## Calculadoras y aplicaciones informáticas de vibraciones

Health and Safety (HSE), *Hand-arm vibration exposure calculator*, Version 3 June 2005, Reino Unido, [Consulta 21/1/13] Disponible en: <http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm>

Health and Safety (HSE), *Whole body vibration calculator*, Version 1.06 March 2006, Reino Unido, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: <http://www.hse.gov.uk/vibration/wbv/calculator.htm>

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), *Kennwertrechner für Hand-Arm-Vibrationsbelastungen*, Alemania, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: <http://www.dguv.de/ifa/de/prä/softwa/kennwertrechner/index.jsp>

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), *Gefährdungsbeurteilung Hand-Arm-Vibration*, Version 1.0, Alemania, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: <http://www.dguv.de/ifa/de/prä/softwa/kennwertrechner/index.jsp>

Instituto Nazionale per L'Assicurazione contro gli Infortuni sull Lavoro (INAIL), *Valutazione del rischio al sistema mano - braccio*, Rev. 3 - 10/11/2010, Italia, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: [http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_hav\\_valutazione\\_foglio\\_di\\_calcolo.php?&lg=IT](http://www.portaleagentifisici.it/fo_hav_valutazione_foglio_di_calcolo.php?&lg=IT)

Instituto Nazionale per L'Assicurazione contro gli Infortuni sull

Lavoro (INAIL), *Valutazione del rischio al sistema Corpo-Intero*, Rev. 1 - 10/11/2010, Italia, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: [http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_wbv\\_valutazione\\_foglio\\_di\\_calcolo.php?&lg=IT](http://www.portaleagentifisici.it/fo_wbv_valutazione_foglio_di_calcolo.php?&lg=IT)

Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), *Outil Simplité d'Évaluation de l'exposition aux Vibrations (OSEV)*, v3b, Francia, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: <http://www.inrs.fr/accueil/risques/phenomene-physique/vibration.html>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene el Trabajo (INSHT), *Calculadora de vibraciones mecánicas*, 2010, España, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: <http://calculadores.insht.es:86/Vibracionesmec%C3%A1nicas/Entradasdadedatos.aspx>

Landesamt für Arbeitsschutz (LA), *Ganzkörper-Vibrations-Belastungsrechner*, Alemania, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: [http://bb.osha.de/docs/GKV\\_calculator.xls](http://bb.osha.de/docs/GKV_calculator.xls)

Occupational and Environmental Medicine Department of Public Health and Clinical Medicine Umeå University, *Exposure Calculator for Hand-Arm Vibration*, Suecia, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: <http://www.vibration.db.umu.se/Default.aspx?lang=en>

Occupational and Environmental Medicine Department of Public Health and Clinical Medicine Umeå University, *Exposure Calculator for Whole-Body Vibration*, Suecia, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: <http://www.vibration.db.umu.se/Default.aspx?lang=en>

## Bases de datos de vibraciones

Landesamt für Arbeitsschutz (LA), *KarLA - Catalogue of Representative Noise and Vibration Data at the Workplace*, Version 3.0, Germany, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: [http://www.las-bb.de/karla/db\\_links.asp](http://www.las-bb.de/karla/db_links.asp)

Instituto Nazionale per L'Assicurazione contro gli Infortuni sull Lavoro (INAIL), *Banca Dati Vibrazioni Manobraccio*, Italia, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: [http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_hav\\_list\\_macchinari.php?&lg=IT](http://www.portaleagentifisici.it/fo_hav_list_macchinari.php?&lg=IT)

Instituto Nazionale per L'Assicurazione contro gli Infortuni sull Lavoro (INAIL), *Banca Dati Corpo Entero*, Italia, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: [http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_wbv\\_list\\_macchinari.php?&lg=IT](http://www.portaleagentifisici.it/fo_wbv_list_macchinari.php?&lg=IT)

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene el Trabajo (INSHT), *Base de datos de vibraciones mecánicas (VIBRA)*, 2011, España, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: <http://vibraciones.insht.es:86/>

Occupational and Environmental Medicine Department of Public Health and Clinical Medicine Umeå University, *Database Hand-Arm Vibration*, Suecia, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: <http://www.vibration.db.umu.se/HavSok.aspx?lang=en>

Occupational and Environmental Medicine Department of Public Health and Clinical Medicine Umeå University, *Database Whole-Body Vibration*, Suecia, [Consulta 21/1/13]. Disponible en: <http://www.vibration.db.umu.se/HkvSok.aspx?lang=en>

Off-highway Plant and Equipment Research Centre (OPERC), *Hand-Arm Vibration Test Centre (HAVTEC)*, U.K. [Consulta 03/2/13]. Disponible en: <http://www.operc.com/havtec/havinfo.asp>

(\*) Referencias disponibles en: <http://www.insht.es/>

## Francisco Brocal Fernández

francisco.brocal@ua.es

Ingeniero técnico industrial e ingeniero de Organización Industrial (Universidad Politécnica de Valencia). Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Fabricación (UNED). Trabaja en el campo de la prevención de riesgos laborales desde 1998 y actualmente es técnico de Higiene Industrial del Servicio de Prevención de la Universidad de Alicante y profesor asociado del Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante.

El doble de experiencia.  
El doble de capacidad innovadora.  
**Loos es ahora Bosch.**



**Casi 150 años de experiencia nos han convertido en lo que somos ahora:** los especialistas líderes en el campo de las calderas de uso industrial. Formamos parte del Grupo Bosch desde 2009 y desde julio de 2012, ofrecemos nuestros productos bajo la marca Bosch con un completo catálogo de productos y sistemas para grandes plantas. Benefíciense de la capacidad innovadora y de la potencia de la marca Bosch.

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

 **BOSCH**  
Innovación para tu vida

# Cálculo de un alimentador con cargas monofásicas y trifásicas conjuntamente

Armando Carrión Tejera

*Calculation of a feeder with single-phase and three-phase loads together*

## RESUMEN

Existen múltiples métodos de cálculo de una línea de baja tensión, más o menos aproximados, al ser diversos los parámetros que influyen en el cálculo: sistema de instalación, variabilidad de cargas y otros. En general, y dado que se trata de un cálculo aproximado, en una distribución trifásica, se admite que las cargas monofásicas se van repartiendo entre las tres fases, aunque no sea así. Generalmente, las cargas monofásicas no están repartidas de un modo racional entre las tres fases, y puede darse el caso de que la caída de tensión (c.d.t.) en punta del alimentador disminuya al colgar otra carga monofásica en un punto determinado del propio alimentador.

Recibido: 12 de marzo de 2012

Aceptado: 15 de noviembre de 2012

## ABSTRACT

*There are multiple methods of calculation of a low voltage line, more or less approximate, being various parameters those influencing the calculation: system installation, load variability and others. In general, given that this is a rough estimate, in a distribution three-phase, it is recognized that single-phase loads are spreading among the three phases, although it is not. Generally, single-phase loads are not distributed rationally between the three phases and may be the case that the voltage drop (v.d.) pointed feeder was hanging lower than other single-phase load at a given point of the feeder itself.*

Received: March 12, 2012

Accepted: November 15, 2012

## Palabras clave

Caída de tensión, alimentador, baja tensión, carga monofásica, carga trifásica, electricidad

## Keywords

*Voltage drop, feeder, low voltage, single-phase load, three-phase load, electricity*

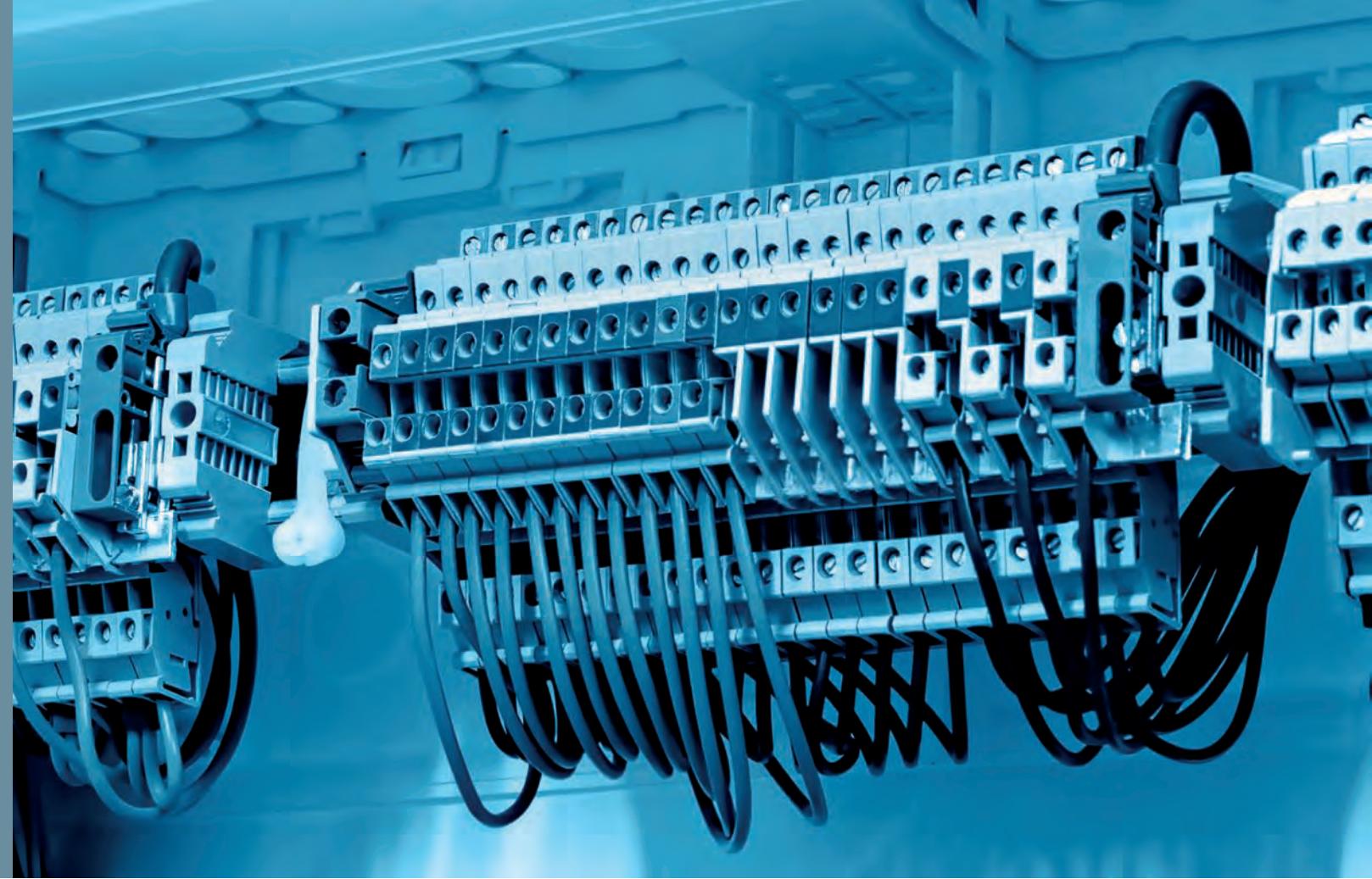


Foto: Shutterstock

El Real Decreto 842/2002 edita el actual Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como sus correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT). En el artículo 29 del mencionado reglamento, se señala la elaboración de una Guía Técnica para aplicación práctica de lo previsto en el mismo. Tal guía técnica se va actualizando sucesivamente por el Ministerio de Industria Energía y Turismo, de acuerdo con las necesidades que van apareciendo con la evolución técnica.

En el anexo 2 de la indicada guía, *Cálculo de caídas de tensión*, se expone un procedimiento rápido de cálculo que para los casos generales se supone suficientemente preciso, realizando dicho cálculo cuando se trata de una carga monofásica, o bien trifásica, pero no cuando sobre el sistema actúan cargas de ambas características conjuntamente. En este caso, el reparto de corrientes, y en consecuencia, sus respectivas caídas de tensión en cada conductor de fase (y de neutro) no lo cubre el método propuesto.

Como alternativa a lo indicado y siguiendo nuestra particular opinión, exponemos un método con ayuda de una hoja de cálculo de uso corriente.

Volviendo a la presentación inicial, y como aclaración de ideas, veamos a modo de ejemplo el siguiente caso:

Supongamos un alimentador (*feeder*) A-B según la figura 1a, del que *cuelgan* dos cargas monofásicas en B y en C, (de igual valor para mayor sencillez y con las secciones de fase y neutro iguales), alimentadas desde las fases R y S, respectivamente. La caída de tensión motivada por la carga en B sería:

$$e_R = K \cdot (I \cdot L_B + I \cdot L_B) = 2 \cdot K \cdot I \cdot L_B$$

o sea, la que se origina en la fase, más la que se origina en el neutro.

Si ahora añadimos otra carga de iguales características en P (figura 1b), en el tramo de neutro A-P no circula corriente, ya que es la suma geométrica de las tres cargas P, C y B y, en consecuencia, la caída de tensión en la fase R es ahora:

$$e_R = K \cdot [I \cdot L_B + I \cdot (L_B - L_P)] = 2 \cdot K \cdot I \cdot L_B - K \cdot I \cdot L_P$$

y, por tanto, la caída de tensión en B es ahora menor en el valor  $K \cdot I \cdot L_P$ , que cuando no existía la carga P.

Este sencillo ejemplo nos da a entender la influencia que puede tener la distribución de cargas a lo largo del alimentador.

Esto se pone más de manifiesto cuando se trata, por ejemplo, de una dis-

tribución de alumbrado exterior, en el que la mayoría de puntos de carga (puntos de luz) son de características similares y todos funcionan al mismo tiempo.

En una red de distribución resulta más complicado, toda vez que las cargas pueden variar con el tiempo, indistintamente unas de otras.

Aunque, afortunadamente, en nuestro país, los instaladores suelen ser bastante eficientes a la hora de ir repartiendo las cargas de un modo más o menos racional, no vendría de más que en el proyecto quedasen bien definidas las fases a las que deberían conectarse cada uno de los puntos de carga en cuestión, como resultado del estudio elaborado por el proyectista. De este modo, se evitarían situaciones que podrían resultar desagradables en el momento de realizar las pruebas iniciales de la instalación.

En general, en una red de baja tensión, las cargas sobre el alimentador principal pueden estar mal repartidas, ya que sobre este *cuelgan* otros ramales secundarios, y sobre estos, otros y así sucesivamente, por lo que resulta más que aconsejable estudiar la distribución de cargas en gabinete, tanteando las distintas posibilidades que se pueden presentar y repartiendo las cargas monofásicas entre cada una de las fases de la mejor forma.

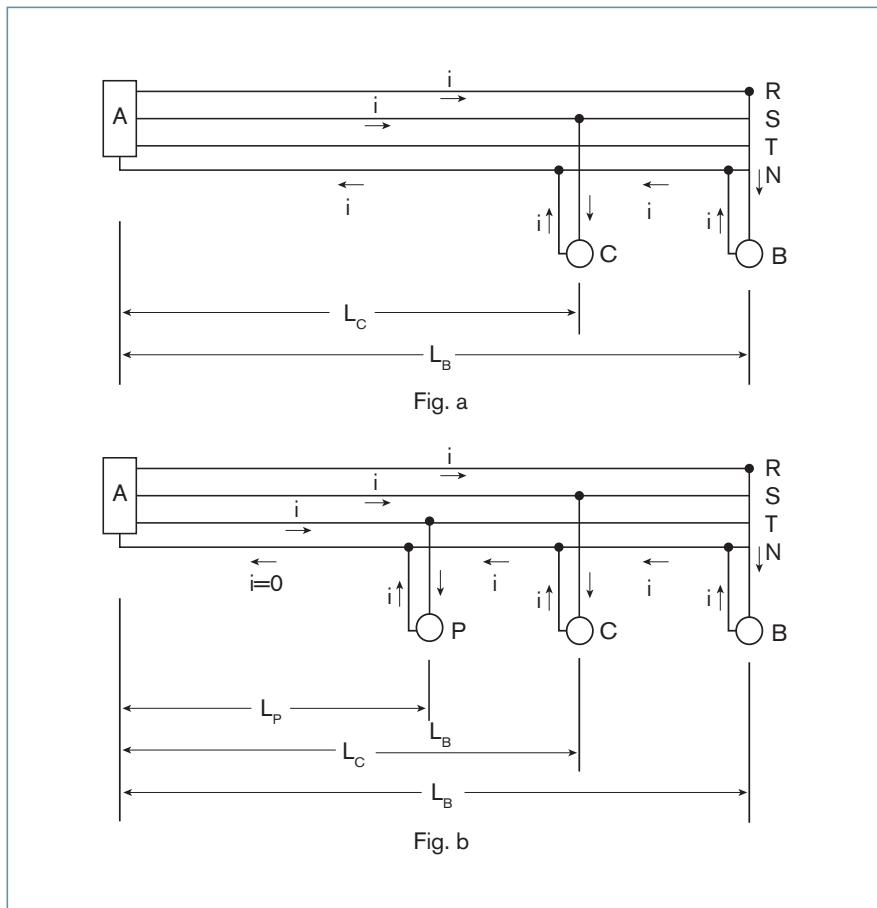


Figura 1. Influencia de la distribución de cargas a lo largo de un alimentador.

Figura 2. Ejemplo de cálculo.

Sistema: B2		Sector: Planta baja		cos φ estimado: 0,9		k1 por t° = 40°C: 1,00 (52-D1)																					
Circuito: C2		Naturaleza citor: Cu		t° máx de trabajo: 70 °C		t° máx de trabajo: 70 °C																					
Instalación: B2 "UNE 20460-94/5"		Aislamiento: PVC		Resistividad a 70°C: 0,022 (ohm.mm²/m)		Impedancia de linea: 0,0239 (ohm.mm²/m)																					
TRAMO	SECCION mm²	L (m)	nº circuitos agrupados	R	S	T	NEUTRO																				
F	N			I <sub>adm</sub> (A)	I <sub>adm</sub> (A)	I <sub>adm</sub> (A)	I <sub>adm</sub> (A)																				
				(W) PUNT ACUM	(A) TRAM ACUM	(W) PUNT ACUM	(A) TRAM ACUM																				
C.M. - 1	35	16	6	1	86	10850	52,42	0,21	0,21	12450	60,14	0,25	0,25	1600	12450	60,14	0,25	0,25	54	1600	7,73	0,07	0,07	54,67	R		
1 - 2	35	16	7	1	86	1600	10850	52,46	0,25	0,47	12450	60,21	0,29	0,53	10850	52,47	0,25	0,50	54	1600	7,73	0,08	0,15	54,70	S		
2 - 3	35	15	8	1	86	9250	44,78	0,24	0,71	1600	12450	60,29	0,33	0,86	10850	52,53	0,29	0,78	54	2771,3	13,40	0,16	0,31	54,74	S		
3 - 4	25	15	12	1	70	9250	44,82	0,51	1,23	10850	52,61	0,60	1,47	1600	10850	52,59	0,60	1,39	54	1600	7,74	0,14	0,45	54,85	S		
4 - 5	25	16	7	1	70	1600	9250	44,93	0,30	1,53	10850	52,75	0,35	1,82	9250	44,96	0,30	1,69	54	1600	7,74	0,08	0,53	57,04	S		
5 - 6	25	16	6	1	70	7650	37,20	0,21	1,74	1600	10850	52,83	0,30	2,12	9250	45,02	0,28	1,95	54	2771,3	13,42	0,12	0,65	57,06	S		
6 - 7	25	16	2	1	70	7650	37,24	0,07	1,81	9250	45,10	0,09	2,21	1600	9250	45,07	0,09	2,03	54	1600	7,75	0,02	0,67	52,45	S		
7 - 8	16	10	6	1	54	1600	7650	37,25	0,33	2,15	9250	45,12	0,40	2,62	7650	37,29	0,33	2,37	40	1600	7,75	0,11	0,79	60,94	S		
8 - 9	16	10	5	1	54	6050	29,50	0,22	2,37	1600	9250	45,20	0,34	2,95	7650	37,34	0,28	2,65	40	2771,3	13,43	0,16	0,95	61,02	S		
9 - 10	16	10	6	1	54	6050	29,53	0,26	2,63	7650	37,44	0,34	3,29	1600	7650	37,39	0,34	2,96	40	1600	7,76	0,11	1,06	54,42	S		
10 - 11	16	10	6	1	54	1250	6050	29,57	0,27	2,90	1250	7650	37,49	0,34	3,63	1250	6050	29,61	0,27	3,25	40	1600	7,77	0,11	1,17	54,46	S
11 - 12	16	10	6	1	54	4800	23,48	0,21	3,11	1600	8400	31,41	0,28	3,91	4800	23,52	0,21	3,46	40	1600	7,77	0,11	1,28	50,15	S		
12 - 13	10	6	6	1	40	4800	23,51	0,34	3,44	4800	23,59	0,34	4,25	1600	4800	23,54	0,34	3,80	30	0	0,00	0,00	1,28	50,43	S		
13 - 14	10	6	5	1	40	1600	4800	23,54	0,34	3,78	4800	23,62	0,34	4,59	3200	15,72	0,23	4,02	30	1600	7,77	0,19	1,47	50,46	S		
14 - 15	6	6	6	1	30	3200	15,72	0,38	4,16	1600	4800	23,66	0,57	5,15	3200	15,73	0,38	4,40	30	1600	7,78	0,19	1,85	58,66	S		
15 - 16	6	6	5	1	30	3200	15,74	0,38	4,53	3200	15,81	0,38	5,53	1600	3200	15,76	0,38	4,78	30	0	0,00	0,00	1,65	48,34	S		
16 - 17	4	4	6	1	23	1600	3200	15,77	0,57	5,10	3200	15,84	0,57	6,10	1600	7,89	0,28	5,06	23	1600	7,79	0,28	1,93	54,23	S		
17 - 18	4	4	6	1	23	1600	7,90	0,28	5,38	1600	3200	15,88	0,57	6,67	1600	7,90	0,28	5,34	23	1600	7,79	0,28	2,21	54,30	S		
18 - 19	4	4	6	1	23	1600	7,91	0,28	5,67	1600	7,96	0,29	6,95	1600	1600	7,91	0,28	5,63	23	0	0,00	0,00	2,21	43,59	S		
19 - 20	4	4	6	1	23	1600	1600	7,92	0,28	5,95	1600	7,97	0,29	7,24	0	0,00	0,00	5,63	23	1600	7,80	0,28	2,48	43,60	S		
20 - 21	4	4	6	1	23	0	0,00	0,00	5,95	1600	1600	7,98	0,29	7,53	0	0,00	0,00	5,63	23	1600	7,81	0,28	2,77	43,61	S		
SUMAS ->					131	10850	R: 5,95 (V)	S: 7,53 (V)	T: 5,63 (V)	c.d.t. R-S (V): 11,70 2,94 %																	
Simultaneidad de carga η: 1,00						R+N: 8,72 (V)	S+N: 10,30 (V)	T+N: 8,40 (V)																			
Tensión F-N disponible en 21 ->						221,28 (V)	219,70 (V)	221,60 (V)																			

A modo de ejemplo, exponemos un sencillo programa realizado sobre una hoja de cálculo que bien podría representar una instalación en una nave industrial en la que funcionan simultáneamente 20 motores monofásicos de 1.600 W cada uno, más otro motor trifásico de 3.000 W, todos ellos alimentados por una misma línea.

En esta hoja se han introducido previamente los valores correspondientes a las tablas que se definen en la UNE-20460-5-523, de tal manera que dispondremos de una base de datos para contrastar en todo momento con los valores obtenidos.

En el cuadro de cálculo adjunto se definen en primer lugar las características propias del sistema de instalación de acuerdo con la norma UNE citada anteriormente. A continuación, se van introduciendo los valores previstos en cada columna. La columna 1 define cada tramo, entre cada punto de carga. Las columnas 2 y 3 sirven para fijar las secciones de fase y neutro a nuestro antojo. En la 4 introducimos la longitud en metros de cada tramo. En la 5 indicamos el número de circuitos agrupados en la misma canalización. En las columnas 7, 12 y 17 definimos cada carga puntual en

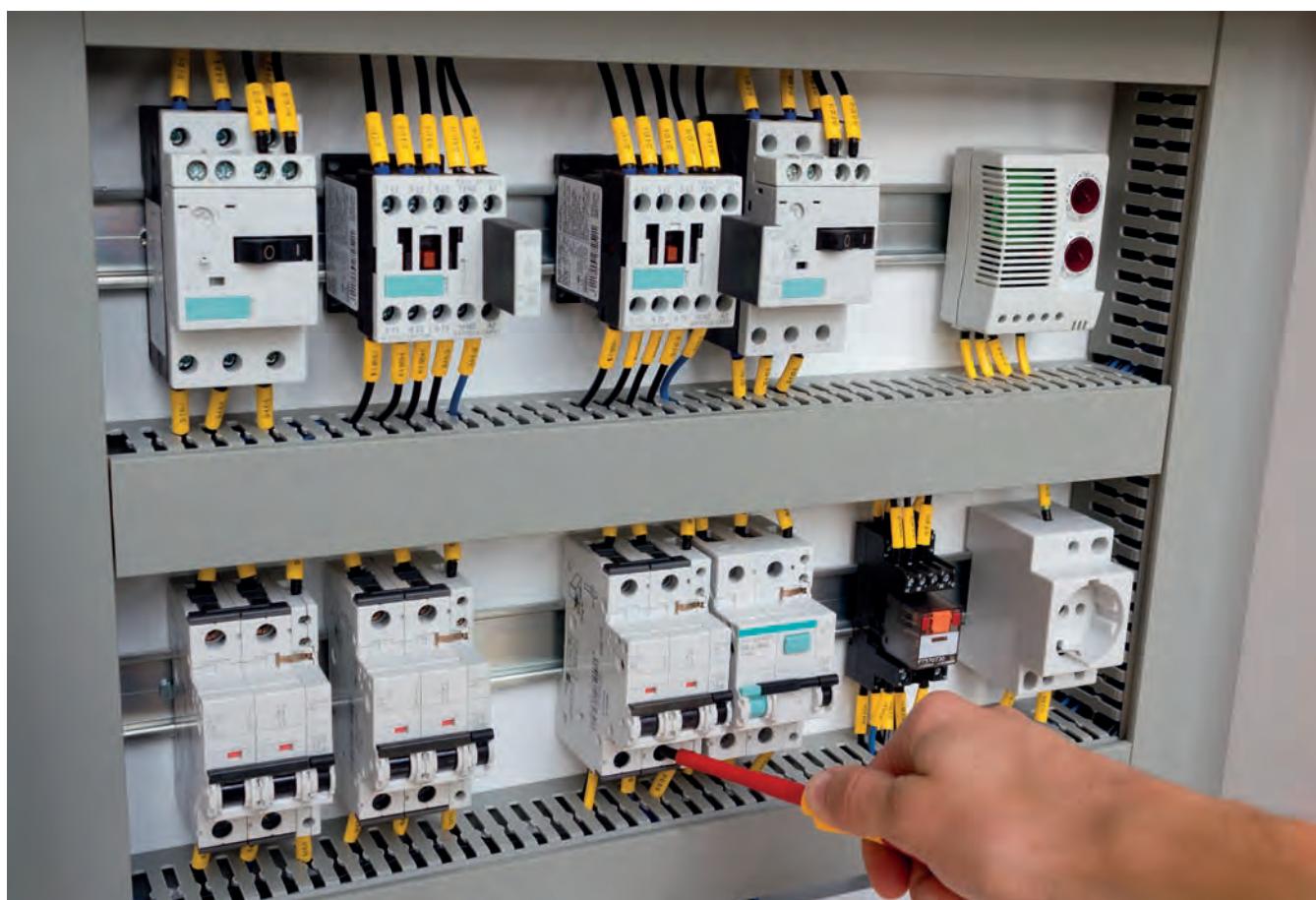


Foto: Shutterstock

W en cada una de las fases que vamos repartiendo según nuestro criterio. En la carga nº 11 trifásica de 3 kW tenemos en cuenta lo especificado en la ITC-BT-47 ep. 3.2 incrementando el 25% su potencia. Y ya no necesitamos introducir más datos puesto que el cálculo se realiza automáticamente.

La intensidad (A) en cada tramo (columnas 9, 14 y 19) la obtiene mediante:

$$I = P_{\text{acum}} / (U_{\text{CM}} - \text{cdt}_{\text{ant}}) / \cos \varphi$$

La c.d.t. (V) en cada tramo (columnas 10, 15 y 20), la obtiene mediante:

$$\text{c.d.t.}_{\text{tramo}} = I_{\text{tramo}} * L_{\text{tramo}} * Z_{\text{línea}} / S_{\text{tramo}}$$

Los valores de las intensidades admisibles y temperatura de trabajo en los conductores, la lee directamente de la propia base de datos volcada desde la UNE-20460-5-523.

Una vez completada definitivamente la tabla, podemos imprimirla y adjuntarla al proyecto correspondiente.

En la figura 2 se muestra un ejemplo de cálculo.

Con la utilización del método propuesto obtenemos las siguientes ventajas:

- Mayor precisión en los resultados al considerar las cargas reales en cada fase y no un reparto supuestamente proporcionado.

- Gran versatilidad de cálculo, pudiendo realizar simulacros por fallos en las cargas previstas.

- Reparto de cargas de forma racional entre las fases, quedando definido en el proyecto cada carga en su respectiva fase R, S, T.

- Indicación de intensidades de corriente en fases y neutro de cada tramo del alimentador, comparando, a su vez, con sus respectivos valores admisibles.

- Temperatura de trabajo en la fase de mayor carga.

- Ahorro de tiempo en el cálculo.

- Por tratarse de una hoja de cálculo de uso frecuente, existe la posibilidad de introducir modificaciones y mejoras en la misma, ajustándolas a cada aplicación en concreto.

#### Bibliografía

BOE (2009). Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Real Decreto 223/2002. Boletín Oficial del Estado de 18 de septiembre de 2009.

Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2003). Guías Técnicas de Aplicación del REBT Anexo 2. Edición de septiembre 2003, primera revisión.

Beeren, Hans von (1936). La escuela del técnico electricista. Tomo 2: Corriente alterna. Editorial Labor, tercera edición.

Aenor (2004). Normas UNE-20460-5-523 - Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables, 6ª edición, noviembre 2004.

---

#### Armando Carrión Tejera

armandocate@gmail.com

Perito industrial e ingeniero técnico en electricidad por la E.U.P. de Linares (Jaén). Responsable de oficina técnica durante 15 años en Posteléctrica. Ha colaborado con Asinel en distintos grupos de trabajo y ha dirigido su empresa Carrión Estudios durante 25 años. Está especializado en estudios de líneas eléctricas.

# Diseño de un plan de mantenimiento para un equipo de alta fiabilidad

Francisco Javier Martínez Monseco

*Design of a maintenance plan for a high reliability equipment*

## RESUMEN

Este artículo presenta una guía de diseño de un plan de mantenimiento de cualquier sistema industrial. A modo de ejemplo, desarrolla un plan de mantenimiento de un equipo de alta fiabilidad, como es el caso de una central hidroeléctrica, en la que la disponibilidad instantánea y la fiabilidad son cruciales en su funcionamiento. Pero también se puede adaptar a cualquier sistema industrial que tenga los mismos objetivos de funcionamiento (líneas de fabricación), transportes (trenes, aviones) y que también impliquen aspectos de seguridad y medioambientales en su correcto funcionamiento. La sociedad actual requiere que cada vez más existan procesos industriales en los que se debe garantizar la máxima disponibilidad de los sistemas y, a la vez, que exista el mínimo número de incidencias que eviten la indisponibilidad del proceso. En los últimos 20 años, las estrategias de mantenimiento se han basado en asegurar que los procesos continúen haciendo lo que los usuarios quieren que hagan y en el momento que lo quieren hacer. Esta guía presenta un esquema de pasos para poder implementar, revisar o modificar las acciones de mantenimiento que necesita el sistema industrial. La finalidad es que todo el conocimiento y la experiencia que tenemos del sistema mantenido los podamos utilizar para mejorar los objetivos de mantenimiento del sistema por analizar.

Recibido: 26 de junio de 2011

Aceptado: 11 de julio de 2012

## Palabras clave

Mantenimiento, fiabilidad, centrales eléctricas, procesos industriales

## ABSTRACT

*This article presents a guide to design a maintenance plan of any industrial system. For example, a maintenance plan developed a highly reliable computer, such as a power plant, in which the instantaneous availability and reliability are critical in performance. But it can also be adapted to any industrial system that has the same performance objectives (production lines), transportation (trains, planes) and also involve safety and environmental aspects in its proper functioning. Present society increasingly requires industrial processes to exist which should ensure maximum system availability and, at the same time, there is a minimum number of events to avoid the unavailability of the process. In the past 20 years, maintenance strategies have been based on ensuring that processes continue to do what users want them to do and when they want them to do. This guide provides an outline of steps to implement, revise or amend the maintenance actions required by the industrial system. The aim is that all the knowledge and experience we have about the maintained system can be used to improve system maintenance objectives to be analyzed.*

Received: June 26, 2011

Accepted: July 11, 2012

## Keywords

*Maintenance, reliability, power plants, industrial processes*

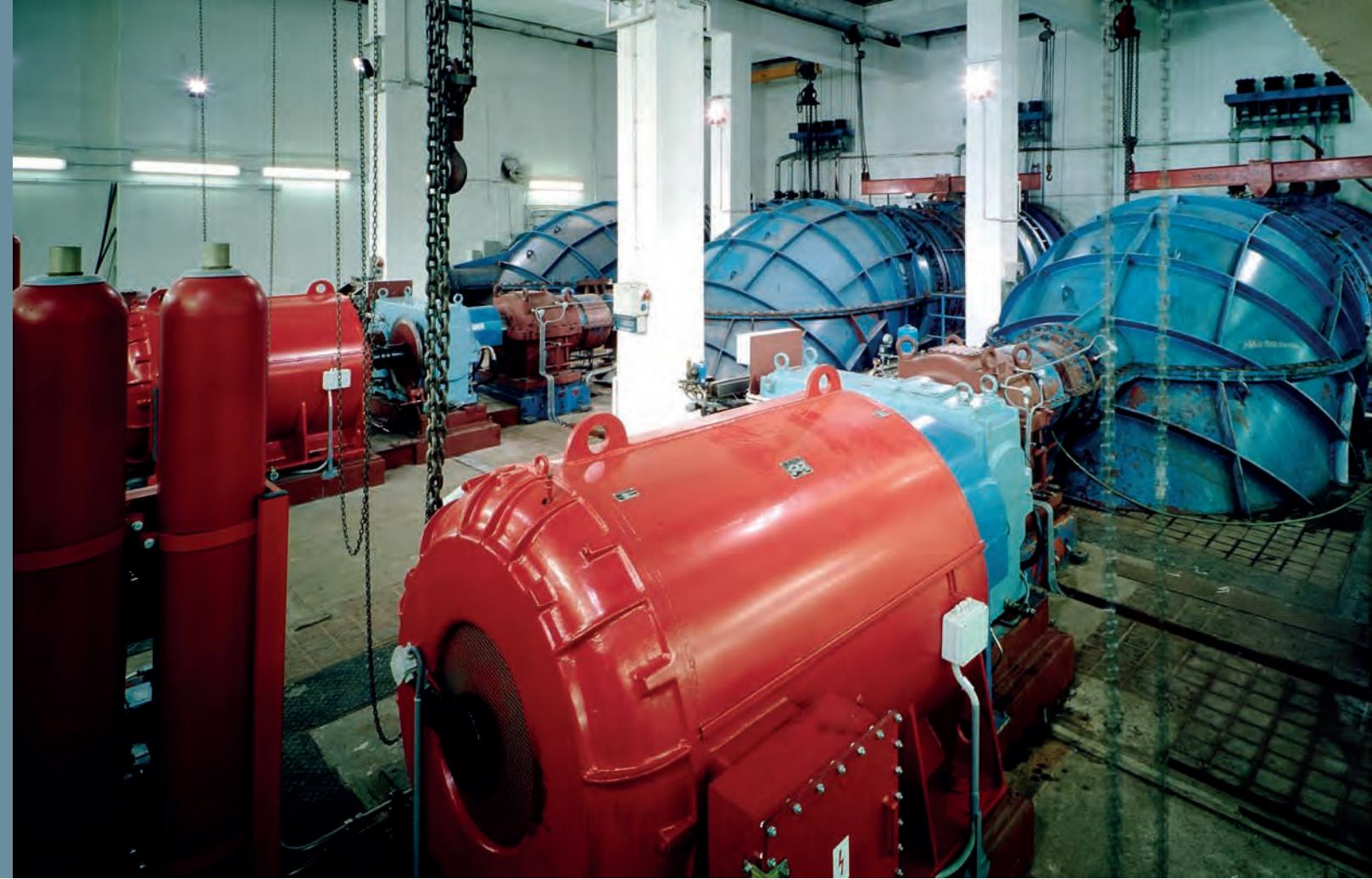


Foto: Shutterstock

Dentro del mundo del mantenimiento industrial, las preguntas que se hace un responsable técnico de mantenimiento en la realización de su trabajo suelen ser: ¿Realmente estoy haciendo el mantenimiento correcto al equipo que mantengo? ¿Podría realizar algo más para aportar mayor fiabilidad al sistema mantenido? ¿De qué forma podría mejorar el plan de mantenimiento del sistema analizado?

Muchas veces, el mantenimiento que hay que realizar a cualquier sistema industrial se realiza según el *libro de mantenimiento* que hay en cada industria y que es intocable desde siempre, pero la experiencia del mantenimiento diario nos debe servir para tener la información necesaria que aportar a la mejora y modificación del propio mantenimiento del sistema. Mediante el presente artículo se intenta desarrollar una guía o esquema de pasos que realizar para poder implementar, revisar y modificar las acciones de mantenimiento que necesita el sistema industrial. Mediante la guía desarrollada se intenta que todo el conocimiento y experiencia que tenemos del sistema mantenido lo podamos utilizar para mejorar los objetivos de mantenimiento de dicho sistema. La sociedad actual requiere que cada vez más existan procesos industriales en los que se debe

garantizar la máxima disponibilidad de los sistemas y, a la vez, exista el mínimo número de incidencias que eviten la indisponibilidad del proceso. En los últimos 20 años, las estrategias de mantenimiento se han basado en asegurar que los procesos continúen haciendo lo que los usuarios quieren que hagan y en el momento que lo quieren hacer.

Una vez presentada esta guía, se desarrolla, a modo de ejemplo, un plan de mantenimiento de un equipo de alta fiabilidad como es el caso de una central hidroeléctrica. Esta es un sistema industrial en el que la disponibilidad instantánea y fiabilidad son cruciales en su funcionamiento, pero también se puede adaptar a cualquier sistema industrial que tenga los mismos objetivos de funcionamiento (líneas de fabricación), transportes (trenes, aviones) y que implique aspectos de seguridad y medio ambiente en su correcto funcionamiento.

### Función del mantenimiento

Se entiende por mantenimiento la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido, se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones nece-

sarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo. De acuerdo con la anterior definición, se deducen distintas actividades:

- Prevenir y corregir averías.
- Cuantificar y evaluar el estado de las instalaciones.
- Conocer el aspecto económico (costes).

### Historia y evolución del mantenimiento

El término mantenimiento se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción hasta la concepción actual del mantenimiento con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global (tabla 1). Los servicios de mantenimiento, a pesar de lo anterior, ocupan posiciones muy variables dependientes de los tipos de industria:

- Posición fundamental en centrales nucleares e industrias aeronáuticas.
- Posición importante en industrias de proceso.
- Posición secundaria en empresas con costos de paro bajos.

<b>1<sup>a</sup> generación</b>	La más larga, desde la Revolución Industrial hasta después de la 2 <sup>a</sup> Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparar en caso de avería</li> </ul>
<b>2<sup>a</sup> generación</b>	Entre la II Guerra Mundial y finales de la década de 1970 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se empieza a hacer sustituciones preventivas. Es el mantenimiento preventivo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor disponibilidad de la plantilla</li> <li>• Mayor vida útil de los equipos</li> <li>• Mas bajos costes</li> </ul>
<b>3<sup>a</sup> generación</b>	Surge a principios de la década de 1980. Se empiezan a realizar estudios causa-efecto para averiguar el origen de los problemas. Es el mantenimiento predictivo o detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer participes al departamento de producción en las tareas de detección de fallos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor disponibilidad, fiabilidad</li> <li>• Mayor rentabilidad</li> <li>• Mayor seguridad</li> <li>• No deterioran el medio ambiente</li> <li>• Mejor calidad de los productos</li> <li>• Más duración de los equipos</li> </ul>
<b>4<sup>a</sup> generación</b>	Aparece a principios de la década de 1990. El mantenimiento se considera una parte del concepto de calidad total. Se concibe como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como mal necesario. La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa son un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste.	<p>Se requiere un cambio de mentalidad en las personas y se utilizan herramientas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingeniería del riesgo (determinar consecuencias de fallos que son aceptables o no)</li> <li>- Análisis de fiabilidad (identificar tareas preventivas factibles y rentables)</li> <li>- Mejora de la mantenibilidad (reducir tiempos y costes de mantenimiento) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitores de condición</li> <li>- Diseño dirigido a la fiabilidad</li> <li>- Estudio de riesgos</li> <li>- Computadoras pequeñas</li> <li>- Análisis de modos de falla y efectos</li> <li>- Sistemas expertos</li> </ul> </li> </ul>

Tabla 1. Características de las diferentes generaciones del mantenimiento.

### Estrategia del mantenimiento del siglo XXI

En el siglo XXI no se puede justificar la creencia de que todo equipo o máquina debe estar supeditada a un mismo tipo de mantenimiento (correctivo, preventivo, predictivo, etcétera). Cada equipo ocupa una posición diferente en el proceso industrial de generación eléctrica y tiene unas características que lo hacen funcionalmente diferente del resto (figuras 1, 2 y 3).

Los factores que hay que tener en cuenta en el tipo de mantenimiento por definir de cada equipo están relacionados con las siguientes consideraciones:

- Coste económico de las paradas de producción por indisponibilidad.
- Problemas con la seguridad y el medio ambiente.
- Coste económico de una reparación del equipo afectado.

### Criterios de definición del plan de mantenimiento de un sistema

#### Política de mantenimiento

El primer paso antes de concretar cómo se van a gestionar los trabajos es establecer la política de mantenimiento. Esta consiste en definir los objetivos técnico-económicos del servicio, así como los métodos que implantar y los medios necesarios para alcanzarlos. Una vez que disponemos de la información relevante sobre los equipos, su estado y los requerimientos de producción, se fijan los objetivos.

Los objetivos pueden ser muy variables dependiendo del tipo de industria y su situación (producto, mercado, etcétera) e incluso puede ser distinto para cada máquina o instalación. En cualquier caso, la definición de los objetivos no es válida si no se hace previo acuerdo con la dirección técnica y producción. Algunos objetivos posibles son:

- Máxima disponibilidad, sin importar el coste.
- Coste dado (fijando presupuesto).
- Asegurar un rendimiento, una producción.
- Garantizar la seguridad.
- Reducir las existencias de recambios.
- Maximizar la productividad del personal.
- Maximizar los trabajos programados, disminuyendo las urgencias.
- Reducir las improvisaciones.

Figura 1. Las centrales eléctricas basan gran parte de su rentabilidad en un correcto mantenimiento. Aquí aparece un parque solar fotovoltaico junto a un parque eólico y una subestación eléctrica en Tudela (Navarra).





Figura 2. Central hidroeléctrica de Susqueda, en Girona (propiedad de Endesa Generación).

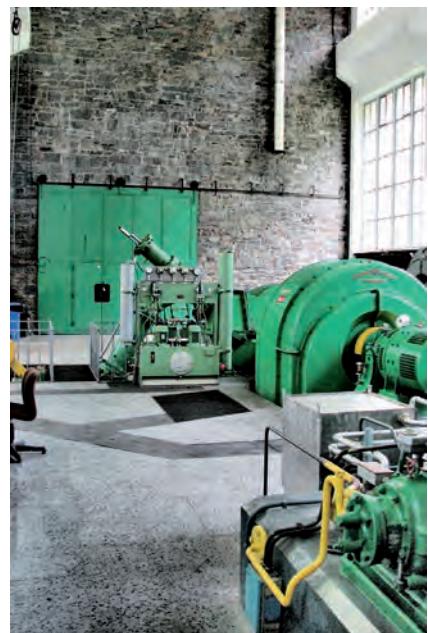


Figura 3. Central hidroeléctrica de Tregurá-Girona (propiedad de Endesa Generación).

- Concretar un nivel de subcontratación, etcétera.

#### **Guía de diseño en la definición de un plan de mantenimiento de un sistema industrial**

En la tabla 2 se definen las acciones a definir en el diseño, revisión o modificación de un plan de mantenimiento de un sistema industrial:

#### **Plan de mantenimiento de equipo de alta fiabilidad (central hidroeléctrica)**

Teniendo en cuenta la guía de diseño de un plan de mantenimiento (apartado ante-

rior), se propone, como ejemplo, el diseño de un plan de mantenimiento de un sistema industrial de alta fiabilidad como es una central hidroeléctrica (figuras 2 y 3).

#### **Definición de sistemas, equipos, grado de criticidad y modelo de mantenimiento de una central hidroeléctrica**

Inicialmente, se definen en la figura 4 los equipos que componen cada sistema en una central hidroeléctrica.

#### **Modos de falla y tipos de falla estándar de una central hidroeléctrica**

Para definir los modos y tipos de falla

asociados a una central hidroeléctrica, se ha realizado un análisis en función de varias consideraciones:

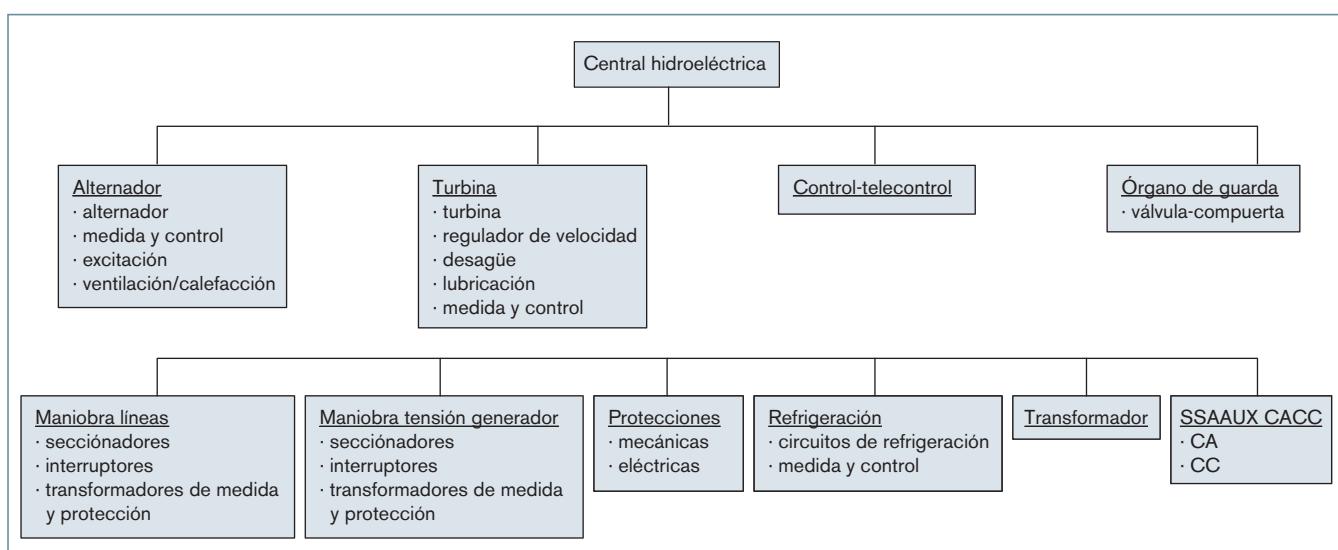
- Datos históricos de incidencias del conjunto de centrales hidroeléctricas (universo de, aproximadamente, 100 centrales, en un periodo de seis años de análisis).

- Experiencia aportada en el mantenimiento histórico de las centrales hidroeléctricas, así como de las incidencias acaecidas.

- Experiencia profesional de los mantenedores de este tipo de sistemas.

- Análisis de las estrategias de mantenimiento y sus resultados en desarrollos quinquenales.

Figura 4. Sistemas y equipos que componen cada sistema de una central hidroeléctrica.



## DEFINICIÓN DEL SISTEMA Y LOS EQUIPOS QUE COMPONEN EL SISTEMA

- Desempeño y capacidad del sistema que analizar
- Información técnica de los equipos que mantener
- Contexto operacional de utilización del sistema y equipos
- Estándares normales de funcionamiento



## DETERMINACIÓN DE LOS FALLOS FUNCIONALES DE LOS EQUIPOS QUE COMPONEN EN EL SISTEMA

Fallo funcional es aquel que impide al equipo cumplir su función

Las fuentes de información para determinar los fallos son diversas

- Histórico de averías
- Personal de mantenimiento
- Documentación del equipo

Mediante el estudio de las consecuencias que tiene cada uno de los fallos se ha de decidir si el fallo debe ser evitado o amortiguado. Ante la posibilidad de que pueda ocurrir un fallo se deberá definir uno de los modos de mantenimiento:

- Modo mantenimiento alta fiabilidad
- Modo mantenimiento sistemático
- Modo mantenimiento condicional
- Modo mantenimiento correctivo

Para definir los objetivos de mantenimiento según los requisitos del usuario debemos de tener claras las funciones de cada equipo. La definición de una función consiste en un verbo un objeto y el estándar de funcionamiento deseado por el usuario. (Asegurar que el equipo continúe haciendo lo que el usuario quiere que haga). Esta definición de las funciones se debe basar en:

1. Estándar mínimo de funcionamiento:

- Funcionamiento deseado (lo que el usuario quiere que haga)
- Capacidad propia (lo que puede hacer) -> La capacidad inicial de cualquier equipo está establecida en el diseño -> El mantenimiento solo puede restaurar al equipo su nivel inicial -> Para que un equipo sea mantenable, el funcionamiento deseado debe estar dentro de la capacidad inicial

2. Contexto operacional del equipo:

- Procesos por lotes y continuos
- Estándares de calidad
- Estándares medioambientales
- Riesgos para la seguridad
- Turnos de trabajo
- Productos en proceso
- Tiempo de reparación
- Repuestos
- Demandas del mercado
- Materias primas
- Contexto operacional

3. Fallos funcionales. ¿De qué manera falla en satisfacer las formas del equipo? Una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable por el usuario.

- Falla total o parcial
- Límites superiores e inferiores
- Instrumentos de medición e indicadores-Contexto operacional



## DETERMINACIÓN DE LOS MODOS DE FALLO MÁS PROBABLES DE LOS EQUIPOS

La definición de modo de fallo se podría concretar como "las circunstancias que acompañan un fallo en concreto"

- Falla funcional = estado de falla
- Modo de falla = evento que pueda causar un estado de falla

Un equipo puede fallar por múltiples motivos, la mayoría de empresas deciden que el tipo de análisis de los motivos de fallo de un equipo es demasiado trabajoso y abandona la idea de trabajar en el tema. Pero la tendencia del mantenimiento es manejar el nivel de modo de falla

- Las órdenes de trabajo surgen para cubrir modos de fallo específicos
- El plan de mantenimiento diario se realiza para tratar modos de fallo específicos
- Las reuniones de mantenimiento consisten en discutir qué ha fallado qué las causó, quién es el responsable y qué se está haciendo para reparar el problema
- Generalmente los sistemas de registro de historia técnica registran modos de fallos individuales

Los modos de falla se pueden agrupar en las siguientes categorías

- Capacidad por debajo del funcionamiento deseado (deterioro, fallos lubricación, polvo o suciedad, desarme, errores humanos que reducen la capacidad)
- Aumento foto deseado (sobrecarga intencional no intencional, procesamiento incorrecto)
- Falta capacidad inicial



## ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE FUNCIONAMIENTOS DE LOS EQUIPOS

Debido a que no todos los equipos tienen la misma importancia en una central eléctrica y para limitar técnica y económicamente los recursos medios al mantenimiento, se debe de definir en cada uno de los equipos su grado de importancia en el funcionamiento de la central eléctrica. Los diferentes equipos constituyentes de la central eléctrica los podemos dividir en:

- a) ALTA FIABILIDAD
- b) IMPORTANTE
- c) PRESCINDIBLE

La clasificación de cada equipo en una de las 3 categorías de criticidad se realiza en base de la influencia de cada anomalía en 4 aspectos:

- Producción (generación eléctrica)
- Calidad (parámetros técnicos de generación eléctrica)
- Mantenimiento (coste económico y temporal del mantenimiento del equipo)
- Seguridad y medioambiente



## OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ANALIZADO

Algunos objetivos posibles son:

- Máxima disponibilidad no importando el coste
- A un coste dado (fijando presupuesto)
- Asegurar un rendimiento, una producción
- Garantizar la seguridad
- Reducir las existencias de recambios
- Maximizar la productividad del personal
- Maximizar los trabajos programados, reduciendo las urgencias
- Reducir las improvisaciones
- Concretar un nivel de subcontratación, etc.



## MODOS DE MANTENIMIENTO QUE ELEGIR DE LOS EQUIPOS

La realización del mantenimiento de un sistema productivo incluye varios modos de mantenimientos necesarios para cumplir con el objetivo de "mantener un sistema productivo":

### 1.- Modo de mantenimiento correctivo

Dentro del mantenimiento correctivo, las tareas a realizar son:

- Sistema de vigilancia de equipos
- Lubricación de equipos y engrase/reapriete mecánico circuitos eléctricos
- Reparación de averías de equipos. Los equipos a mantener dentro de este modo de mantenimiento, son equipos con el más bajo nivel de criticidad cuyas averías no suponen problemas económicos y técnicos por lo que no se dedican recursos

El sistema de vigilancias del equipo no tiene un coste económico ya que no se dedican recursos exclusivos y pueden provocar la detección de manera precoz de averías siendo su resolución más económica. La lubricación de equipos en una central eléctrica es muy rentable y puede mejorar la fiabilidad de los equipos exponencialmente

### 2.- Modo mantenimiento condicional

Dentro del mantenimiento condicional, las tareas a realizar son:

- Sistema de vigilancias de equipos
- Lubricación de equipos y engrase/reapriete mecánico circuitos eléctricos
- Manteniendo a condición
- Reparación de averías

Se incluyen pruebas o ensayo que condicionan la actuación posterior en cuenta a saber si con el desarrollo de ruedas se pueden descubrir anomalías o programar mantenimientos

### 3.- Modo de mantenimiento sistemático

Dentro del mantenimiento sistemático, las tareas a realizar son:

- Sistema de vigilancias de equipo
- Lubricación de equipos y engrase/reapriete mecánico circuitos eléctricos
- Mantenimiento preventivo sistemático
- Mantenimiento condicional
- Reparación de averías

Se realizan tareas sin importar la condición del equipo además de realizar mediciones y pruebas para decidir si se realizan tareas de más importancia (tareas sistemáticas)

#### 4.- Modo de mantenimiento de alta fiabilidad (predictivo)

Se aplica en equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería y que por tanto tenga un nivel de disponibilidad alto (alto coste económico por una parada y/o avería). Para mantener estos equipos es necesario técnicas de mantenimiento predictivo (estado del equipo, paradas programadas, revisión general completa, sustitución periódica de repuestos del equipo para evitar desgastes excesivos). Este modo de mantenimiento tiene como objetivo llegar a las cero averías del equipo

- Sistemas de vigilancias de equipos. Lubricación y engrase/reapriete mecánico
- Reparación de averías. Mantenimiento a condición. Mantenimiento sistemático
- Puesta a cero periódica en fecha determinada (Parada programada)

Todos los modos de mantenimiento expuestos deberán considerar en primer lugar el sometimiento de los diferentes equipos a normas legales (revisiones periódicas homologadas), por lo que se deberá considerar la realización de un mantenimiento legal (la administración exige realizar una serie de pruebas e inspecciones)

- Equipos y aparatos a presión
- Instalaciones de alta y media tensión
- Torres de refrigeración
- Ascensores
- Instalaciones contra incendios



#### FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

Para determinar las frecuencias óptimas de realización del mantenimiento nos tenemos que basar en:

- Mediante datos históricos
- Funciones de predicción
- Opinión de expertos



#### PLAN DE MANTENIMIENTO O PERIODIFICADO HOJA DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO

Documento que recoge el conjunto de acciones planificadas de mantenimiento a realizar en cada uno de los equipos dentro de la estrategia temporal indicada en el análisis del sistema a mantener...

El enfoque sobre las consecuencias que tiene una falla hace que en el plan de mantenimiento se comience el proceso de selección de operaciones de mantenimiento asignado los efectos a cada modo de falla. El siguiente paso es encontrar una operación de mantenimiento que sea físicamente posible de realizar y que reduzca las consecuencias de la falla. Si se puede encontrar esta tarea se dice que es técnicamente factible. Una operación de mantenimiento merece la pena si reduce las consecuencias del modo de falla asociados a un grado tal que justifique los costes económicos

Tabla 2. Guía de acciones por definir en un plan de mantenimiento de un sistema industrial.

Por otro lado, y en función de los datos históricos de incidencias que poseemos, se confecciona la tabla de modos de falla y tipos de falla estándar a que está expuesto el grupo hidroeléctrico (tabla 3 y figura 5).

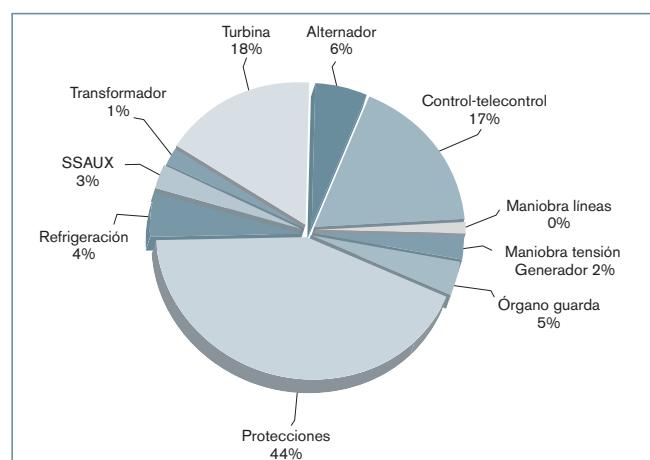
En la tabla 4 se han desarrollado modos de falla y tipos de falla estándar que han sido tipificados en el análisis del histórico de incidencias de las centrales hidroeléctricas. El criterio de esta definición de modos de falla y fallos fun-

cionales se basa en los motivos técnicos que han provocado la indisponibilidad de la central hidroeléctrica en cuanto a la realización de su función (generación de energía eléctrica). En algunos modos de falla se indica la actuación de dife-

Tabla 3. Porcentaje de incidencias asociadas a cada uno de los sistemas de la central hidroeléctrica con relación al histórico de incidencias analizado.

Sistema	Porcentaje de incidencias (%)
Alternador	6,33
Control-telecontrol	16,62
Maniobra de líneas	0,13
Maniobra de tensión del generador	2,09
Órgano guarda	5,11
Protecciones	43,81
Refrigeración	4,04
SSAUX	3,03
Transformador	1,01
Turbina	17,83
Total	100

Figura 5. Diagrama de porcentaje de incidencias asociadas a cada uno de los sistemas de la central hidroeléctrica con relación al histórico de incidencias analizado.



Modo de falla	Fallo funcional	Modo de falla	Fallo funcional
Desarme	Actuación de protecciones eléctricas del grupo Actuación de protecciones mecánicas del grupo Actuación del nivel de cámara de carga Actuación del nivel del canal Actuación de presión de tubería forzada Bloqueo de sincronización de grupo Falta de condiciones de funcionamiento de grupo Falta de parámetros de funcionamiento de grupo Taponamiento de rejillas	Deterioro eléctrico	Disparo de temperaturas Falta de mando Pérdida de parámetros de regulación de turbina Pérdida de parámetros de lubricación Pérdida de parámetros de refrigeración Pérdida de parámetros de órgano guarda Pérdida de parámetros de transformación Pérdida de parámetros de maniobra Disparo magnetotérmicos CA-CC Fallo de interruptores AT Problemas eléctricos TT/TI medida y protección Accionamientos eléctricos Pérdida de parámetros de regulación de tensión
Sobrecapacidad	Protecciones eléctricas externas Riadas Falta de caudal de agua	Deterioro mecánico	Disparo de temperaturas Falta de mando Pérdida de parámetros de regulación de turbina Pérdida de parámetros de lubricación Pérdida de parámetros de refrigeración Pérdida de parámetros de órgano guarda Pérdida de parámetros transformación Pérdida de parámetros de maniobra Problemas de filtros Detección de velocidad Roturas de equipos mecánicos (bieletas, etc.) Fallo de válvulas Fallo de juntas de carbones Pérdida de parámetros de regulación de tensión
Diseño-control del grupo	Falta de comunicaciones Falta de telecontrol Fallo de automatismo de funcionamiento Fallo de relés del automatismo Fallo de tarjetas electrónicas de control Bloqueo autómata Fallo de secuencias de funcionamiento	Fallo de mantenimiento	Problemas de equipos de medición Problemas de equipos de control Anomalías de pronta corrección Niveles bajos-altos Disparos intempestivos de equipos de medición Disparos intempestivos de equipos de control Desajuste de parámetros de funcionamiento Fallo de finales de carrera Fallo de circuladores-caudalímetros Anomalías de pronta detección
Obra civil	Rotura de tubería Rotura de canal Rotura de válvula Rotura de compuerta Grietas de asentamientos Fugas en tuberías de agua Grietas en equipos mecánicos	Fallo humano	Devoluciones de descargas Modificación de funcionamiento normal Acciones erróneas con indisponibilidad
Deterioro físico	Oxidaciones Agarrotamiento de elementos mecánicos Mal funcionamiento mecánico Mal funcionamiento eléctrico Roturas		

Tabla 4. Modos de falla y fallos funcionales estándar analizados en una central hidroeléctrica.

rentes protecciones de grupo hidroeléctrico que provocan en primera instancia indisponibilidad, pero que protegen el sistema de algún tipo de falla mucho más grave.

#### Análisis de criticidad de los equipos de la central hidroeléctrica

Siguiendo la guía de diseño del plan de mantenimiento, se indican en la tabla 5 las características consideradas en el análisis de cada equipo de la central hidroeléctrica, para definir el grado de criticidad propio.

En función del grado de disponibilidad necesario del sistema que analizar, podemos definir los modos de mantenimiento que realizar (tabla 6).

#### Objetivos de mantenimiento de la central hidroeléctrica

Una central hidroeléctrica constituye un equipo de alta fiabilidad debido a la necesidad de disponibilidad instantánea y fiabilidad (condiciones de funcionamiento de mercado eléctrico) y, por tanto, la realización de un correcto plan de mantenimiento es crucial en su funcionamiento. En la tabla 7 se indican los condicionantes y criterios que se suelen tener en cuenta en las estrategias de mantenimiento actuales para definir los objetivos de mantenimiento del sistema que analizar.

#### Operaciones de mantenimiento según el modo de mantenimiento de los equipos de la central hidroeléctrica

Una vez definidos los sistemas, equipos, grados de criticidad de cada sistema y los objetivos de mantenimiento de la central hidroeléctrica, el siguiente paso es definir las operaciones que realizar dentro de cada modo de mantenimiento que se va a implementar en el desarrollo del plan en cuestión (tabla 8). En los siguientes apartados se desarrollan dichas acciones en los modos de mantenimiento considerados.

#### Recorridos de inspección

Los recorridos de inspección sirven para dos propósitos. El primero es detectar daños accidentales. Estos chequeos pueden incluir, por razones de conveniencia, ciertas tareas a condición específica, pero,

<b>Equipo de alta fiabilidad (C)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Seguridad y medio ambiente           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidente muy grave</li> <li>• Revisiones periódicas</li> <li>• Se han producido accidentes</li> </ul> </li> <li>– Producción           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Su parada afecta al plan de producción</li> </ul> </li> <li>– Calidad           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es clave para la calidad del producto</li> <li>• Es el causante de un alto porcentaje de incidencias</li> </ul> </li> <li>– Mantenimiento           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto coste de reparación en caso de avería</li> <li>• Averías muy frecuentes</li> <li>• Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento</li> </ul> </li> </ul>
<b>Equipo importante (I)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Seguridad y medio ambiente           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesita revisiones periódicas (anuales)</li> <li>• Puede ocasionar un accidente grave</li> </ul> </li> <li>– Producción           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afecta a la producción pero es recuperable</li> </ul> </li> <li>– Calidad           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afecta a la calidad pero no es problemático</li> </ul> </li> <li>– Mantenimiento           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste en mantenimiento</li> </ul> </li> </ul>
<b>Prescindible (P)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Seguridad y medio ambiente           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca influencia en seguridad</li> </ul> </li> <li>– Producción           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca influencia en producción</li> </ul> </li> <li>– Calidad           <ul style="list-style-type: none"> <li>• No afecta a la calidad</li> </ul> </li> <li>– Mantenimiento           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo coste en mantenimiento</li> </ul> </li> </ul>

Tabla 5. Características de cada tipo de equipo en función de su criticidad en el funcionamiento.

1. Modo de mantenimiento correctivo
  - Reconocimientos de inspección
2. Modo de mantenimiento condicional
  - Recorridos de inspección
  - Operaciones de mantenimiento condicionales (a falta de)
3. Modo de mantenimiento sistemático
  - Recorridos de inspección
  - Operaciones de mantenimiento condicionales
  - Operaciones de mantenimiento reacondicionamiento cíclico
  - Operaciones de mantenimiento preventivos
4. Modo de mantenimiento de alta fiabilidad
  - Recorridos de inspección
  - Operaciones de mantenimiento condicionales
  - Operaciones de mantenimiento reacondicionamiento cíclico
  - Operaciones de mantenimiento preventivos
  - Operaciones de mantenimiento predictivos
  - Operaciones de rediseño

Tabla 8. Listado de operaciones de mantenimiento en cada modo de mantenimiento de equipo.

Disponibilidad > 90%	Disponibilidad alta	Disponibilidad baja
Modo mantenimiento de alta fiabilidad	Modo de mantenimiento sistemático	
Mantenimiento legal	Mantenimiento subcontratado	
Normativa legal	Falta medios o conocimientos	
<b>Indisponibilidad muy baja</b>		
Modo mantenimiento correctivo		

Tabla 6. Planificación del mantenimiento en función de la disponibilidad del sistema.

Tabla 7. Criterios y condiciones de la actual estrategia de mantenimiento.

<b>Equipo de La producción manda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Las instalaciones industriales están sometidas a un determinado grado de utilización (instalación saturada)</li> <li>– Aprovisionamiento de materia asegurado</li> <li>– Flujo de productos continuo</li> <li>– Las máquinas deben funcionar en los períodos establecidos por producción</li> <li>– Indicadores de seguimiento de la producción</li> <li>– Análisis de criticidad de los componentes funcionales</li> </ul>
<b>Mantenimiento planificado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tendencia de mantenimiento preventivo en lugar de correctivo (técnicas de monitoreo y predicción)</li> <li>– Mantenimiento mínimo adecuado a las características de funcionamiento y tendencia al fallo</li> <li>– La fiabilidad de un sistema industrial es siempre menor que la fiabilidad de cada componente</li> </ul>
<b>Optimización del plan de mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modificar el plan de preventivo reagrupándolo por periodicidades</li> <li>– Optimización de recursos horas-hombre</li> </ul>
<b>Requisitos de mantenimiento de los equipos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Un equipo que está bien mantenido asegura su funcionamiento en un determinado contexto operacional</li> <li>– Hay que separar lo que queremos que haga la máquina (desempeño) de su capacidad inherente (lo que es capaz de hacer) de cara a definir el plan de mantenimiento</li> </ul>
<b>Cómo incide el mantenimiento en la empresa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Conseguir el rendimiento adecuado de cada equipo</li> <li>– Evitar o reducir fallos de equipamiento</li> <li>– Reparar eficientemente las averías</li> </ul>

en general, los daños pueden ocurrir en cualquier momento y no se relacionan con ningún nivel definible de resistencia a la falla. No existe una base para definir un estado de falla potencial explícito o un intervalo probabilidad-fallo previsible.

El propósito de los recorridos de inspección es detectar excepciones impre-



Figura 6. Trabajos de reparación de circuito refrigerante cojinete por análisis de mantenimiento mediante recorridos de inspección y monitorización de parámetros (Fuente: Endesa Generación).



Figura 7. Trabajos de montaje de circuito de inyección de aceite al cojinete pivote del grupo hidroeléctrico debido a rediseño por análisis de mantenimiento preventivo (Fuente: Endesa Generación).

vistas en el comportamiento de la falla. También pretende detectar problemas debidos a limpieza y conservación y proporcionar a los gerentes una oportunidad de asegurar que los parámetros generales de mantenimiento sean satisfactorios. Así se puede ayudar a controlar que las rutinas de mantenimiento sean satisfactorias y se están realizando correctamente.

- Tareas programadas formales.
- Recorridos de inspección.
- Sistema de vigilancias: Sistema de captación del estado de una instalación. Inspección visual de los elementos de una central, con algunas comprobaciones simples y tomas de medidas para conocer el estado de la misma:
- Asegurar la presencia y supervisión de las instalaciones periódicamente.
- Detectar anomalías, averías, mal funcionamiento de equipos, así como el correcto estado y acceso de las instalaciones.

- Lectura de equipos de medida.
- Integración del proceso a modo de oportunidad en los planes de mantenimiento y correctivo de los equipos.
- Para cada central se define una ruta de vigilancia con una serie de puntos que controlar.
- Se define un calendario de vigilancias en función de las particularidades de la central y el régimen de funcionamiento.

#### **Operaciones de mantenimiento condicionado**

Si no puede encontrarse una operación de mantenimiento que reduzca el riesgo de la falla múltiple asociada, se debe hacer una búsqueda de fallos.

La búsqueda de fallos es factible si:

- Es posible realizar la tarea.
- La tarea no incrementa el riesgo de una falla múltiple.
- Es práctico realizar la tarea en el intervalo requerido.

Merece la pena realizar la búsqueda de fallo si reduce la probabilidad de la falla múltiple asociada a un nivel tolerable.

Las tareas a condición consisten en chequear si hay fallos potenciales para que se pueda actuar para prevenir la falla funcional o evitar las consecuencias de la falla funcional.

El intervalo P-F se produce entre el momento en que ocurre una falla potencial y su decaimiento hasta convertirse en falla funcional. Las tareas a condición deben ser realizadas a intervalos inferiores al P-F:

- Es posible definir condiciones de falla potencial.
- Intervalo P-F razonablemente consistente.

#### **Operaciones de mantenimiento cíclico**

El reacondicionamiento cíclico consiste en reacondicionar la capacidad de un equipo antes del límite de edad definido, independientemente de su condición en ese momento.

Las tareas de sustitución cíclica consisten en descartar un elemento o equipo (la frecuencia está determinada por la edad en la que el elemento muestra un rápido incremento en la probabilidad condicional de la falla).

#### **Operaciones de mantenimiento preventivas**

- Tareas proactivas: Se llevan a cabo antes de que ocurra la falla con el objetivo de

prevenir que el equipo llegue al estado de falla. Una operación de mantenimiento es técnicamente factible si físicamente permite reducir las consecuencias de un modo de falla a un nivel aceptable (figura 7).

– Edad y deterioro: La relación entre el esfuerzo y el tiempo sugiere que debe de haber una relación directa entre el grado de deterioro y la edad del componente.

- Fallos relacionados con la edad.
- Fallos relacionados con la edad y el mantenimiento preventivo.

Operaciones de mantenimiento predictivo. Una falla potencial es un estado identificable que indica que una falla funcional está a punto de ocurrir en el proceso. Las tareas de chequeo consisten en revisar si hay fallas potenciales para que se pueda actuar previniendo la falla funcional o evitando sus consecuencias.

El funcionamiento de las máquinas modifica su respuesta dinámica, bien por origen mecánico o eléctrico. El mantenimiento predictivo intenta diagnosticar la avería cuando empieza a manifestarse y aún no es de gravedad para el sistema.

Sus objetivos son:

- Necesidad de una reducción de los gastos de mantenimientos. Planificación y disminución de averías catastróficas.
- Necesidad de aumentar la disponibilidad.

Para ello aprovecha:

- Potencial de los sistemas de monitorización.
- Automatización y control remoto.
- Evolución tecnológica de redes de comunicación y su conexión.

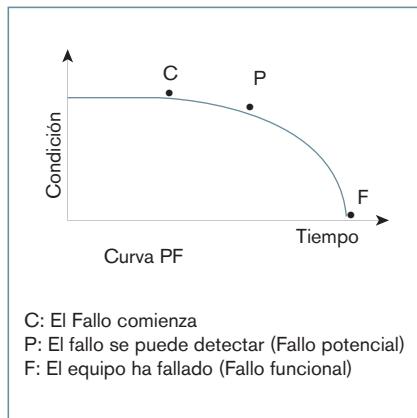


Figura 8. Curva PF.

– Se trata de un conjunto de técnicas que, debidamente seleccionadas, permiten el seguimiento y examen de ciertos parámetros característicos del equipo en estudio, que manifiestan algún tipo de modificación al aparecer una anomalía en el mismo.

– La mayoría de los fallos en máquinas aparecen de forma incipiente, en un grado en que es posible su detección antes de que el mismo se convierta en un hecho consumado con repercusiones irreversibles tanto en la producción como en los costes de mantenimiento. Se precisa, para ello, establecer un seguimiento de aquellos parámetros que nos pueden avisar del comienzo de un deterioro y establecer para cada uno de ellos qué nivel vamos a admitir como normal y cuál como inadmisible, de tal forma que su detección desencadene la actuación pertinente.

La figura 6 muestra este proceso. Se le denomina curva P-F porque muestra como un fallo comienza y prosigue el deterioro hasta un punto en el que puede ser detectado (el punto P de fallo potencial). A partir de allí, si no se detecta y no se toman las medidas oportunas, el deterioro continúa hasta alcanzar el punto F de fallo funcional:

El seguimiento y control de los parámetros se puede hacer mediante vigilancia periódica, en cuyo caso es importante establecer una frecuencia tal que nos permita detectar el deterioro en un momento entre P y F, y que no sea demasiado tarde para reaccionar.

Asimismo, se puede hacer mediante monitorizado en continuo, lo que evita el inconveniente anterior, pero no siempre es factible y, en cualquier caso, es más costoso. De manera que, finalmente, los parámetros que controlar y la forma dependen de factores económicos:

Parámetro indicador	Técnicas
• Equilibrio de fases	• Medidas de tensión e intensidad
• Consumos anómalos	• Medidas de intensidad y potencia
• Estado de devanados, excentricidad, desequilibrio	• Espectros de corriente y vibración
• Severidad de servicio	• Control y recuento de arranques y maniobras
• Resistencia de aislamiento	• Medida de resistencias, índice de polarización
• Contaminación de devanados	• Corriente de absorción y fuga
• Temperatura de devanados	• Medidas de temperatura, termografías
• Estado de escobillas	• Termografías, análisis estroboscopio
• Fallos de aislamiento	• Factor de pérdidas dieléctricas, análisis de descargas parciales

Tabla 9. Técnicas y parámetros de control de equipos eléctricos.

Parámetro indicador	Técnicas
• Función o respuesta	• Medidas eléctricas, simulación, sistemas expertos
• Calentamiento	• Avisos sonoros, termografía

Tabla 10. Técnicas y parámetros de control de equipos eléctricos.

– Importancia de la máquina en el proceso productivo.

– Instrumentación necesaria para el control.

Los equipos a los que actualmente se les puede aplicar distintas técnicas de control de estado con probada eficacia son básicamente los siguientes:

– Máquinas rotativas.

– Motores eléctricos.

– Equipos estáticos.

– Aparatología eléctrica.

– Instrumentación.

Las ventajas que aporta este tipo de mantenimiento son que, al conocerse en todo momento el estado de los equipos,

– Gestión de mantenimiento	– Detección de daños y desgaste
– Seguimiento vibratorio	– Control de reparaciones
– Análisis de aceite	– Evitar condiciones de operación perjudiciales
– Diagnóstico de alternadores	– Identificación problemas y vibraciones debidas a diseño o montaje
– Diagnóstico de transformadores	– Reducción de gastos de mantenimiento
– Termografías	– Incremento de disponibilidad
	– Incremento de intervalos sin reparación

Tabla 11. Técnicas de mantenimiento predictivo y características.

Tabla 12. Características pruebas EDAS (definen el aislamiento en términos de humedad, contaminación y degradación dieléctrica de máquinas eléctricas rotativas).

Parámetros reversibles	Problemas reversibles
– Índice de polarización	(Operaciones simples, limpieza, secado y pintura)
– Constante de tiempo	– Contaminación superficial
– Índice de corrientes de fuga	– Humedad superficial
– Relación de corrientes de fuga	– Humedad interna
– Capacidad AC-DC	
Parámetros irreversibles	Problemas irreversibles
– Corrientes de reabsorción	(Operaciones alto coste: rebobinado, reemplazamiento)
– Corriente de reabsorción normalizada al espesor	– Problemas en el aglomerante
– Capacidad AC-DC	– Degradación de dieléctrico
– Horas de funcionamiento	– Envejecimiento
	– Ionización



Figura 9. Trabajos de sustitución de transformador de potencia debido a análisis de datos de mantenimiento predictivo (análisis aceite dieléctrico) (Fuente: Endesa Generación).



Figura 10. Desmontaje y trabajos de mejora de alternador (polos del rotor, desacople estator-rotor) de grupo hidroeléctrico debido a análisis de datos de mantenimiento predictivo-EDAS alternador (Fuente: Endesa Generación).

Tabla 13. Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en equipos de alta fiabilidad.

Líquidos penetrantes
Se trata de una inspección no destructiva que se usa para encontrar fisuras superficiales o fallos internos del material que presentan alguna abertura en la superficie. La prueba consiste en la aplicación de una tintura especial y posterior tratamiento con líquido absorbente para que queden marcados los poros o grietas superficiales
Partículas magnéticas
Se trata de otro ensayo no destructivo basado en la magnetización de un material ferromagnético al ser sometido a un campo magnético. Se somete a campo magnético y se esparcen partículas magnéticas orientándose en las líneas de flujo existentes (defectos marcados por las discontinuidades)
Inspección radiográfica
Técnica usada para la detección de defectos internos del material (mediante radiografía) como grietas, burbujas o impurezas interiores. Especialmente indicada en el control de calidad de uniones soldadas
Ultrasonidos
Detección mediante ondas de frecuencia de la presencia de grietas (especialmente en materiales gruesos o voluminosos)
Análisis de lubricantes
El nivel de calidad del aceite lubricante es un parámetro importante en el funcionamiento del equipo. Se analizan las propiedades del aceite lubricante como degradación, contaminación, etc. mediante análisis físico-químicos de las muestras
Ánalisis de vibraciones
El nivel vibratorio se incrementa si, además, existe algún defecto como desalineación, desequilibrio mecánico, holguras inadecuadas, cojinetes defectuosos. Por tal motivo, el nivel vibratorio puede ser usado como parámetro de control funcional para el mantenimiento predictivo de máquinas, estableciendo un nivel de alerta y otro inadmisible a partir del cual la fatiga generada por los esfuerzos alternantes provoca el fallo inminente de los órganos afectados
Medida de la presión
La presión de lubricación puede detectar deficiencias funcionales en los cojinetes o problemas en los cierres por una presión insuficiente
Medida de temperatura
En los rodamientos y cojinetes de deslizamiento se produce un aumento importante de temperatura cuando aparece algún deterioro. La elevación excesiva de la temperatura del refrigerante denota la presencia de una anomalía de maquinaria (roces, holguras, etc.)
Termografía
Técnica de fotografía de infrarrojos para detectar zonas calientes en dispositivos. Se suele utilizar en control de líneas eléctricas
Impulsos de choque
Se utiliza para el control de estado de los rodamientos observando la diferencia entre la velocidad de choque entre elementos rodantes y las pistas de rodadura. Estos impactos generan en el material ondas de presión de carácter ultrasónico (impulsos de choque)

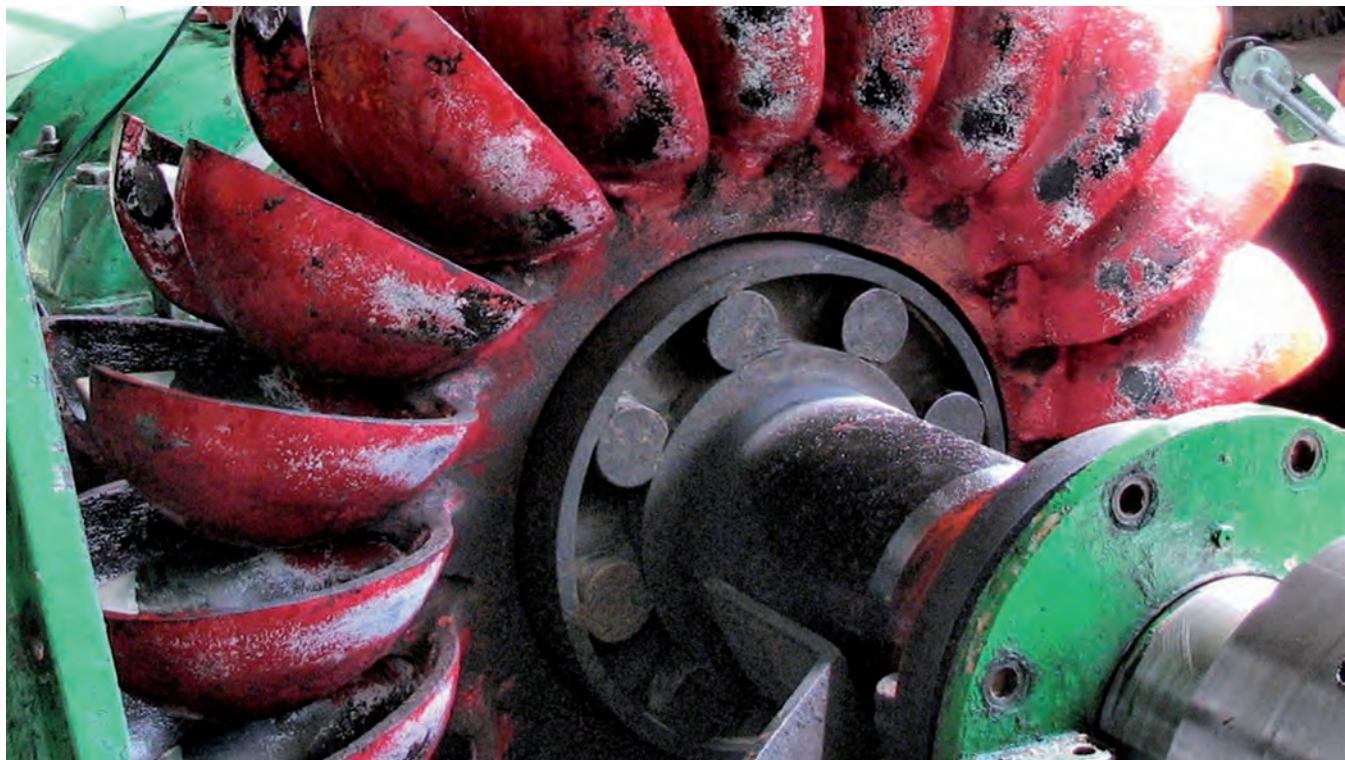


Figura 11. Desmontaje mecánico de turbina de grupo hidroeléctrico debido a análisis de mantenimiento predictivo (análisis de vibraciones y cavitaciones) (fuente: Endesa Generación).

Tabla 14. Definición de mantenimientos en la central hidroeléctrica.

Sistema	Equipo	Criticidad	Modo de mantenimiento
Alternador	Alternador	C	Alta fiabilidad
Alternador	Medida y control	C	Alta fiabilidad
Alternador	Excitación	C	Alta fiabilidad
Alternador	Ventilación-calefacción	I	Programado
Alternador	Frenado	I	Programado
Alternador	Contra incendios	I	Programado adicional
Turbina	Regulador de velocidad	C	Alta fiabilidad
Turbina	Turbina	C	Alta fiabilidad
Turbina	Desagüe	I	Programado
Turbina	lubricación	I	A condición
Turbina	Media y control	C	Alta fiabilidad
Órgano de guarda	Válvula-compuerta	I	Mantenimiento a condición
Maniobra tensión generador	Seccionador	I	Programado
Maniobra tensión generador	Interruptor	C	Alta fiabilidad
Maniobra tensión generador	Trafos medida y protección	I	Programado
Maniobra de tensión de línea	Seccionadores	I	Programado
Maniobra de tensión de línea	Interruptores	C	Alta fiabilidad
Maniobra de tensión de línea	Trafos medida y protección	I	Programado
Protecciones	Mecánicos	I	Programado
Protecciones	Eléctricos	I	Programado
Refrigeración	Circuitos refrigeración	I	AC
Refrigeración	Medida y control	I	AC
Transformador	Transformador	C	Alta fiabilidad
Control-telecontrol	Control-telecontrol	I	Programado
SSA Aux	CA	I	Programado adicional
SSA Aux	CC	I	Programado adicional

Horas de funcionamiento	Plan de mantenimiento de una central eléctrica	Operaciones de mantenimiento
	Tipo de mantenimiento	
72	Mantenimiento periódico	Recorridos de inspección Operaciones de mantenimiento condicionales Monitoreo de funcionamiento
4.300	Mantenimiento preventivo	Operaciones de reacondicionamiento cíclico Operaciones de mantenimiento preventivas Acciones correctivas no críticas Acciones de rediseño
8.700	Mantenimiento predictivo	Operaciones de mantenimiento preventivas Operaciones de mantenimiento predictivas Operaciones de rediseño-nuevos trabajos Mantenimiento reglamentario Informe anual estado central eléctrica
50.000	Planificación mejoras/rediseños	Análisis de los informes anuales del estado de la central Valoración técnica de realización de gran revisión Valoración económica de realización de gran revisión Valoración coste-oportunidad gran trabajo de inversión

Tabla 15. Definición de mantenimientos en la central hidroeléctrica.

permite detectar fallos en estado incipiente, lo que impide que este alcance proporciones indeseadas. Por otra parte, permite aumentar la vida útil de los componentes, evitando el reemplazo antes de que se encuentren dañados. Y, por último, al conocerse el estado de un defecto, pueden programarse las paradas y reparaciones previéndose los repuestos necesarios, lo que hace disminuir los tiempos de indisponibilidad.

En las tablas 9, 10, 11, 12 y 13 y en las figuras 9, 10 y 11 se resumen las técnicas y parámetros utilizados actualmente para el control de estados para distintos tipos de equipos.

#### Frecuencia de mantenimiento de una central hidroeléctrica

Una vez definidas las acciones para realizar el plan de mantenimiento (tablas 2, 7 y 8), ya podemos definir el plan de mantenimiento periodificado del grupo hidroeléctrico según las horas de funcionamiento. Las acciones temporales que realizar se dividen en:

1. Cada 72 horas de funcionamiento.
2. Cada 4.300 horas de funcionamiento.
3. Cada 8.700 horas de funcionamiento.
4. Cada 50.000 horas de funcionamiento.

Las acciones temporales 2, 3 y 4 implican la gestión de una parada del grupo mediante descargo eléctrico e hidráulico (condiciones de seguridad de ausencia de tensión eléctrica y presión de agua según

normativa, trabajos con riesgos eléctricos de alta tensión).

Hay que remarcar que, además del tipo de mantenimiento y las operaciones de mantenimiento periodificado, es necesario realizar un informe de control de los diferentes parámetros de grupo hidroeléctrico de cara a definir la viabilidad y el análisis técnico-económico para realizar una gran revisión del grupo hidroeléctrico (coste-oportunidad de inversión y mejora del sistema que mantener).

#### Definición del plan de mantenimiento periodificado de una central hidroeléctrica

Se adjunta el listado de sistemas, equipos, la consideración de criticidad y su modo de mantenimiento una vez analizada la central mediante la guía del presente artículo (tabla 14).

Por último, se presenta la tabla estratégica del mantenimiento que realizar en el desarrollo del plan de mantenimiento de una central hidroeléctrica (tabla 15).

Mediante el presente artículo se ha intentado presentar una guía de implementación, revisión o modificación de la estrategia de mantenimiento de cualquier sistema industrial, poniendo como ejemplo un sistema industrial de alta fiabilidad (central hidroeléctrica). Cualquier responsable de mantenimiento o mantenedor puede realizar un ejercicio práctico para revisar el trabajo que realiza en función de los objetivos de mantenimiento marcados del sistema que mantener.

#### Agradecimientos

Al personal de la Agrupación Ter-Girona y de la Unidad de Producción Hidráulica Ebro Pirineos-Endesa Generación por sus conocimientos técnicos y profesionalidad.

#### Bibliografía

- De Bona JM (1999). Gestión del mantenimiento. Fundación Confemetal. ISBN 848978681.
- Chapman S (1998). Maquinas eléctricas. Mc Graw-Hill. ISBN 968-422-149-5.
- Díez A (2008). Manual Oleohidráulica. Creaciones Copyright. ISBN 978-84-96300-52-1
- Fernández M (1998). Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de maquinas rotativas. Marcombo. ISBN: 8426711669.
- García S (2006). Organización y gestión del mantenimiento. Díaz de Santos. ISBN 84-7978-548-9.
- Moubray J (2000). Mantenimiento centrado en confiabilidad. Aladón. ISBN 09539603-2-3.
- Orillé A (1993). Centrales Eléctricas (tomo I). Edicions UPC. ISBN 84-89636-50-8.
- Orillé A (1993). Centrales Eléctricas (tomo II). Edicions UPC. ISBN 84-7653-340-3.
- Orillé A (1993). Centrales Eléctricas (tomo III). Edicions UPC. ISBN 84-89636-52-4.
- Rey F (1995). Manual mantenimiento de máquinas y equipos eléctricos. CEAC. ISBN 84-329-6110-8.
- Villares M (2000). Cogeneración. FC Editorial, Madrid. ISBN 84-95428-15-6.

Francisco Javier Martínez Monseco

jmartinezm@cetib.cat

Ingeniero técnico industrial eléctrico e ingeniero superior en organización industrial. Técnico superior y auditor en prevención de riesgos laborales, auditor sistemas de gestión medioambiental. Trabaja en Endesa Generación desde 1998 como responsable técnico de gestión y mantenimiento de las centrales hidroeléctricas de Endesa Generación de las provincias de Barcelona y Girona.

# Energía mareomotriz: perspectiva histórica y estado actual

Juan Aurelio Montero Sousa y José Luis Calvo Rolle

*Tidal energy: historical perspective and current status*

## RESUMEN

Este trabajo trata de dar una visión histórica sobre una de las energías alternativas a las que utilizan los combustibles fósiles y la nuclear, la mareomotriz. Y, dentro de esa perspectiva histórica, se hará especial referencia a los molinos de mareas, sin olvidar las centrales mareomotrices en funcionamiento y sus futuras posibilidades.

Recibido: 7 de septiembre de 2011

Aceptado: 24 de julio de 2012

## ABSTRACT

*This paper wants to give a historical overview of an alternative energy compared to those using fossil fuels and nuclear power, tidal power. Besides, within this historical perspective it will be done particular reference to tide mills without forgetting tidal power plants in operation today and its future possibilities.*

Received: September 7, 2011

Accepted: July 24, 2012

## Palabras clave

Energía mareomotriz, energía hidráulica, historia, molinos de mareas, centrales mareomotrices

## Keywords

*Tidal energy, hydropower, history, tide mills, tidal power stations*



Palas de la rueda del antiguo molino de mareas en la isla de Bréhat (Francia). Foto: Shutterstock

Durante grandes etapas de la prehistoria y la historia, el hombre no contó con otras fuentes de energías que las derivadas de su propia fuerza física, las de la utilización de animales de tiro y las que utilizaban la fuerza del viento y del agua, fundamentalmente a través de molinos hidráulicos y eólicos. Habrá que esperar hasta bien avanzado siglo XVIII, con el surgimiento de la Primera Revolución Industrial, para conocer otra fuente de energía, el carbón, que se utilizaba en las máquinas de vapor y que permitía al ser humano producir esa energía independientemente de las condiciones naturales del entorno, del agua y del viento. Tras la Segunda Revolución Industrial y la generalización de la utilización de la electricidad, una vez que la tecnología eléctrica adquirió cierto desarrollo, la independencia entre el lugar de producción y de utilización de la energía se hizo mucho mayor; tampoco se puede olvidar en esta etapa la importancia del petróleo como fuente de energía.

La reciente preocupación por los efectos que la acción del hombre produce sobre el medio ambiente y la probabilidad de que se agoten los combustibles fósiles han hecho que se estudien alternativas que garanticen el desarrollo sostenible y han facilitado que se vuelva de nuevo la atención hacia las antiguas

fuentes naturales de energía, el agua y el viento, así como otras fuentes de energía como la solar y la geotérmica.

Surgen así iniciativas innovadoras que se centran en desarrollo de las energías alternativas y renovables y hacen que se hable de desarrollar una economía sostenible, que no ponga en peligro la supervivencia de la raza humana. Se habla de energía renovable para referirse a la energía que aprovecha fuentes naturales que son inagotables. Se define energía alternativa como aquella que puede sustituir a las fuentes de energía actuales.

### El mar como fuente de energía

Los mares y los océanos constituyen un monumental depósito de energía cuyo aprovechamiento se puede realizar de diferentes maneras.

En la superficie se puede aprovechar la energía del movimiento de las olas, o energía undimotriz, aunque tiene el inconveniente de la irregularidad con la que se produce dicho movimiento.

Por otra parte, podemos estudiar la energía mareotérmica obtenida por la diferencia de temperatura entre la superficie del mar, el foco caliente, y las aguas de las profundidades marinas, el foco frío.

Incluso, se trata de aprovechar la energía osmótica derivada de la diferente

concentración de sal entre el agua de mar y la de los ríos, extraída mediante procesos de ósmosis.

Otro posible aprovechamiento de la energía acumulada por el agua de los mares y de los océanos consiste en utilizar la fuerza de las corrientes marinas.

Finalmente, el objeto de este artículo es la energía mareomotriz, que utiliza el ascenso y el descenso del agua del mar, las mareas, para producir energía. Fundamentalmente, una central mareomotriz almacena agua en un embalse durante la pleamar, para que, más tarde, al abrir las compuertas de ese embalse, durante la bajamar, se pueda utilizar la fuerza del agua, al desalojar el embalse, para mover las ruedas de un molino y realizar, así, la molienda, o, más recientemente, para hacer girar las palas de una turbina y generar de esa forma electricidad. Las mareas suben y bajan dos veces al día en todo el planeta. Para lograr un mayor rendimiento de este tipo energía habría que realizar estudios que identificaran los lugares donde las mareas sean más altas y la corriente alcance una velocidad adecuada.

Como se verá, el aprovechamiento de la energía mareomotriz no es una idea nueva.

En principio, parece lógico que la energía mareomotriz y las demás energías de

origen marino no puedan desbancar inmediatamente a las formas de producción tradicionales. Uno de los problemas para el desarrollo de la energía mareomotriz es que tiene que competir con otras fuentes de energía renovables, como la eólica, la solar y con otras ya implantadas y desarrolladas como la nuclear, la térmica y su hermana la hidráulica. La implantación de esta fuente de energía alternativa depende del desarrollo de la tecnología adecuada, de que esta tecnología sea económicamente asequible y de que el precio del kilovatio pueda competir con el de las otras fuentes de energía.

### Aparición de los primeros molinos y el aprovechamiento de la energía hidráulica

#### Molinos manuales

El hombre del Paleolítico era nómada, cazador y recolector de frutos silvestres y se alimentaba sobre todo de la carne de la caza y alimentos vegetales sin ningún tipo de transformación o elaboración (granos, bayas, semillas y pequeños frutos). La utilización de la agricultura en el Neolítico propició grandes cambios en la forma de vida del hombre del prehistórico como la aparición del sedentarismo y de las primeras formas urbanas, de comercio, de la cerámica y de nuevos hábitos alimenticios. El hombre aprendió a cultivar las plantas que necesitaba y a domesticar animales, se hizo agricultor y ganadero y pasó de comer los cereales simplemente masticados a utilizar los molinos de mano para machacar el grano y facilitar su digestión.

El hombre aprendió a moler de forma rudimentaria granos de cereales que él mismo cultivaba, con machacadores o morteros de madera o piedra. En un primer momento, machacaba, trituraba o molía los cereales como el trigo y la cebada dándole golpes hasta convertirlos en una harina muy gruesa con la que hacía tortas, papillas y galletas y, con el paso del tiempo, se podría cocer con esa harina un pan muy basto.

El cereal se introducía en un recipiente con forma cóncava en el que se golpeaba el grano con un palo o piedra. En muchos castros aparecen excavados en la piedra unos huecos de forma circular que podrían haber servido para realizar manualmente la molienda.

También aparecen en las excavaciones arqueológicas restos de los molinos barquiformes o naviculares (figura 1), que se construían utilizando una piedra grande con la parte superior cóncava sobre la que se hacía rodar manualmente



Figura 1. Molino barquiforme, navicular o de vaivén (Pascual y García 2011).



Figura 2. Molinillo de mano rotativo (Fernández y Fernández, 1998).



Figura 3. Molino pompeyano (molino del capellán, 2011).

otra piedra de menor tamaño en forma de rodillo.

Cabe mencionar más adelante la aparición de los molinos de mano rotativos (figura 2), muy utilizados por los celtíberos. Se trata de pequeños molinos de mano compuesto de dos piedras circulares planas superpuestas (la superior móvil y la inferior fija). La piedra superior móvil se gira empujada por la mano, que se agarra a un palo de madera clavado en un agujero lateral. De esta manera, se imprime un movimiento de rotación completo de la piedra móvil. El cereal en grano se echa por un agujero situado en el centro de la piedra superior y sale convertido en harina por los bordes.

Otra clase de molinos, los llamados de sangre, son los que emplean la fuerza humana o de animales domésticos para mover las muelas, las cuales aumentan considerablemente de tamaño y permiten triturar mayores cantidades de grano y atender una demanda creciente. Probablemente, en la Antigua Roma convi-

vieron diversos tipos de molinos: los pompeyanos (figura 3), los de sangre y los de viento y los hidráulicos.

En la ciudad romana de Pompeya, destruida en el año 79 d. C. por una erupción del Vesubio, se han descubierto numerosas panaderías, compuestas por despacho de pan, horno y molino. Este molino utilizado en Pompeya estaba formado por un elemento fijo de forma cónica y otro móvil formado por dos troncos de cono huecos unidos en la zona más estrecha. El tronco de cono superior servía de tolva para introducir el grano y el inferior encajaba en la parte fija y servía para moler el grano cuando giraba. Se trata de molinos movidos por la fuerza de animales (mola asinaria) que se podían instalar en el mismo recinto de la panadería.

#### Molinos hidráulicos

Los molinos hidráulicos son artílulos que transforman la fuerza del agua en energía mecánica que se puede utilizar para la molienda de cereales,errar la madera,

trabajar el hierro en las herrerías, etcétera. La cultura grecorromana ya conocía la técnica del molino hidráulico. En el siglo I a. C., el arquitecto, ingeniero y tratadista romano Marco Vitrubio, en el décimo libro de su tratado *De Architectura*, el más antiguo sobre arquitectura conservado, describió una rueda hidráulica vertical con unas aletas que transmitían su movimiento, al ser empujada por el agua, por medio de unos engranaje a las muelas.

En Barbegal, población del sur de Francia situada cerca de Arlés, los romanos construyeron un complejo industrial harinero que se considera el “primer testimonio arqueológico de una utilización industrial de la fuerza hidráulica” (Leveau, 1996). Estaba formado por dos hileras, una paralela a la otra, con ocho molinos hidráulicos en cada una de ellas. En total, se contabilizan 16 molinos (figura 4). Cada hilera forma una estructura en forma de escalera de tal forma que el agua al caer desde la parte superior proporciona la fuerza para mover los mecanismos del molino. El agua se suministraba a través de dos acueductos. En un principio, se fechó su construcción a finales del siglo III d. C., pero actualmente se considera como que es más acertado situarlo a inicios del siglo II d. C.

Una estructura industrial parecida la encontramos en los llamados molinos del Folón, en el municipio pontevedrés de O Rosal. Se trata de 36 molinos dis-

puestos en cascada en una sola hilera. Su datación es muy posterior a la de los molinos franceses; la datación más antigua se sitúa en el siglo XVIII d. C.

En España, en el siglo XVI, destaca la figura de Juanelo Turriano, inventor hispanoitaliano. Se le atribuye, no sin cierta polémica, la obra *Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas* en uno de cuyos libros se describe y dibuja una gran cantidad de molinos y se ofrecen interesantes dibujos de los mismos. También construyó una máquina hidráulica, el ingenio de Toledo y artificio de Juanelo, para subir agua desde el Tajo hasta el Alcázar de Toledo utilizando la propia fuerza hidráulica del río.

En la Edad Media, se amplió el abanico de utilidades de la energía hidráulica. Además de utilizarse para la molienda, comenzó a usarse en otras industrias, como los batanes, las serrerías, las herrerías, etcétera.

También se introdujo en el medievo la utilización del “cubo”. El “cubo” era un depósito de piedra de forma cilíndrica en el que se embalsaba agua. Este depósito finalizaba en un orificio a través del cual salía el agua a gran presión dirigida hacia la rueda. Este sistema permitía aprovechar mucho mejor los cursos de los ríos que tenían un escaso caudal.

Ya en el siglo XX se realiza la transformación de algunos molinos en pequeñas centrales hidroeléctricas para producir electricidad. Fue la misma electricidad la que

provocó el abandono de estos molinos, al construirse las modernas fábricas de harina que utilizaban motores eléctricos cuyo rendimiento industrial era muy alto y contra la que no podían competir los viejos molinos, de limitada producción industrial.

### Molinos de mareas

Los molinos de mareas, en lugar de utilizar la fuerza del agua de los ríos en su descenso hacia el mar, aprovechan las subidas y bajadas periódicas del nivel del mar para poner en marcha los mecanismos que hacen girar las piedras del molino, responsables de la trituración del cereal. Cuando la marea sube, el agua va inundando la zona en la que se almacena, contenida en un dique. Una vez alcanzada la pleamar o marea alta, el agua queda retenida mediante un sistema de compuertas. Cuando la marea comienza a bajar y hay un desnivel suficiente, se abren las compuertas, liberando el agua hacia el mar. El flujo de agua hace girar una rueda que transmite la energía a los engranajes que accionan las piedras del molino. Después de la bajamar o marea baja, el nivel del agua empieza a subir de nuevo y el molino va perdiendo potencia hasta que se detiene (figura 5).

Esta aparente sencillez se desvanece cuando constatamos que el ciclo de las mareas varía cada día, y que la amplitud de las mareas (diferencia entre la pleamar y la bajamar) suele ser diferente a lo largo del año. Este fenómeno obligaría al cam-

Figura 4. Molinos de Barbegal (Fernández y Fernández, 1998).

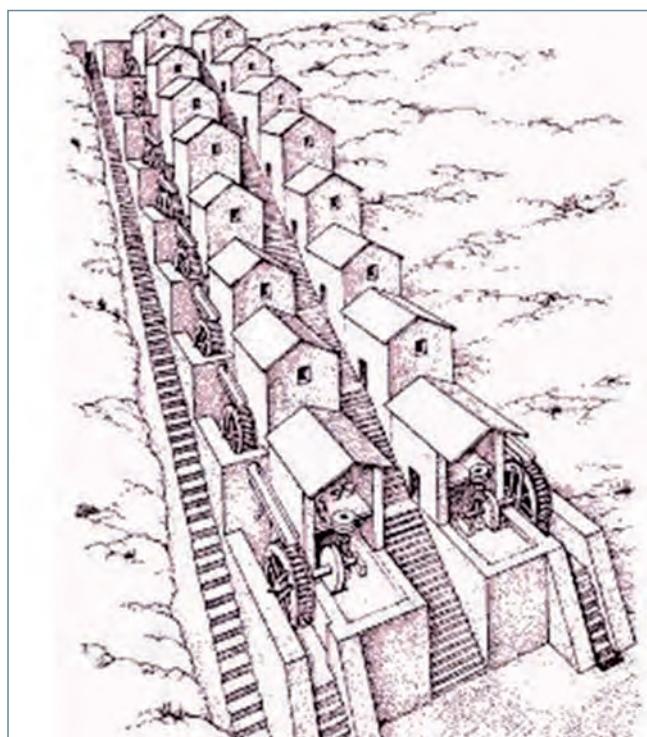
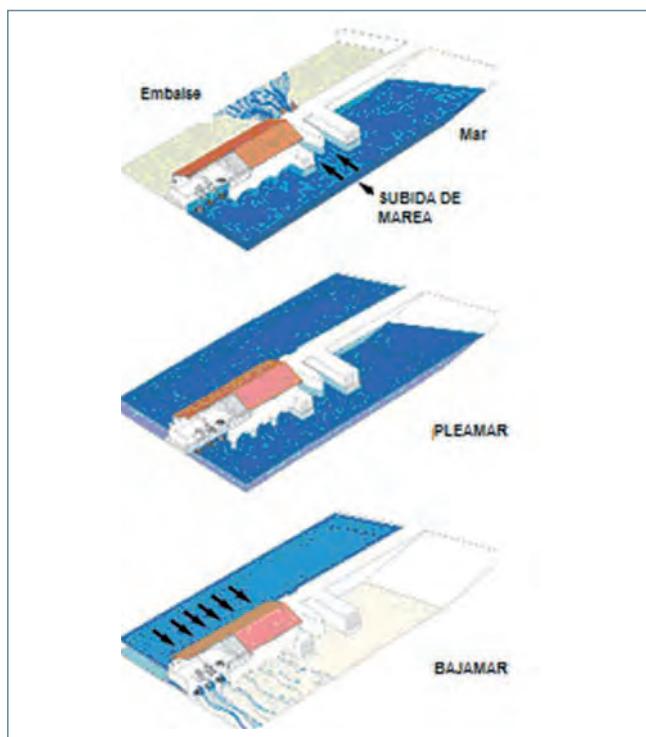


Figura 5. Esquema de funcionamiento de un molino de mareas (Azurmendi y Gómez, 2005).



pesino medieval a realizar las entregas del cereal al molinero a horas diferentes, lo que, unido al hecho de ser la mujer de la casa la que hacía la entrega, convertía el molino en un centro social, sobre todo femenino, que alejaba a las féminas de su tradicional aislamiento. En muchas ocasiones hubo de regularse esta actividad en los molinos con el pretexto de conservar la moral y las buenas costumbres.

Generalmente, un molino está compuesto por un edificio en el que están instalados los mecanismos de la molienda, un embalse en el que se almacena el agua y los muros del dique de contención del agua (figura 5).

En cuanto a la tipología, en algunos molinos las ruedas, que se mueven con el flujo y reflujo de las mareas, se encuentran en una posición vertical, como sucede en los molinos del Reino Unido, Bélgica y del noroeste de Francia, mientras que en otros países son horizontales; es el caso de los países de la península Ibérica y de algunas regiones francesas e irlandesas.

Además de la molienda de cereales, los molinos de mareas se han usado para trabajos de serrería, limpieza y desecación de canales, desecación de pantanos, descascarillado de arroz, molienda de especies, caolín, sal y huesos (para hacer fertilizantes), fabricar papel y hielo.

Los molinos de mareas son más abundantes en la costa atlántica y cantábrica europea, por ser más fuerte la diferencia entre la pleamar y la bajamar, que en la mediterránea, y se solían construir en entrantes costeros (bahías, rías, ensenadas, estuarios) que facilitan el embalsamamiento del agua con la subida de la marea. También se tenía en cuenta para su emplazamiento la amplitud de las mareas en la zona y el desarrollo demográfico y portuario del entorno.

### Perspectiva histórica de los molinos de mareas

Hasta fecha reciente solo se conocían citas documentales que fechaban los primeros molinos de mareas a comienzos del siglo X, pero la introducción de técnicas arqueológicas en el estudio de este tipo de edificios está modificando esas referencias documentales y sitúan los primeros molinos en el siglo VII.

En cualquier caso, la cuestión del origen de los molinos de mareas no está resuelto y los datos pueden variar con nuevas investigaciones. Una buena parte de las investigaciones se centran en un horizonte atlántico, aunque para establecer una línea de evolución hay que hacer referencia a dos zonas lejanas

del área atlántica: el golfo Pérsico y el Mediterráneo.

En cuanto a las referencias documentales, una cita del geógrafo musulmán Muhammad ibn Ahmad Shams al-Din Al-Muqaddasi hablaba de que las mareas de Basora (actualmente perteneciente a Irak) hacían funcionar los molinos. Dicha cita hizo que se plantease un posible origen oriental de los molinos de mar, datándose en el siglo X (Minchinton, 1979).

Otra referencia documental realizada sobre la interpretación de los textos de Girolamo F. Zanetti y de Cristoforo Tentori sitúa este tipo de molinos sobre las marismas de Venecia en el siglo XI. No obstante, sobre esta interpretación de los textos existe división de opiniones entre diversos investigadores (Bennet y Elton, 1973) (White, 1962).

Basándose en una cita del Domesday Book, se cree, también con cierta controversia, en la posible existencia en Dover en 1044 de un molino de mareas.

Si en los casos citados anteriormente surgen algunas controversias para aceptar que se trataba de molinos de mareas, parece que no plantean dudas las referencias históricas que datan este tipo de estructuras arquitectónicas en Francia e Inglaterra en el siglo XII (Le Bacon, 1982) (Minchinton, 1979).

En el siglo XIII está documentada la existencia de molinos de mareas en Holanda (Nolthenius, 1954) y Portugal (Castelo-Branco, 1978).

En España, las primeras citas aparecen vinculadas a documentos que hacen referencias a diferentes abadías. Por ejemplo, se citan molinos de mar adscritos a la abadía de Valdediós en 1245, en Asturias, y el de Puerto de 1047, en Can-

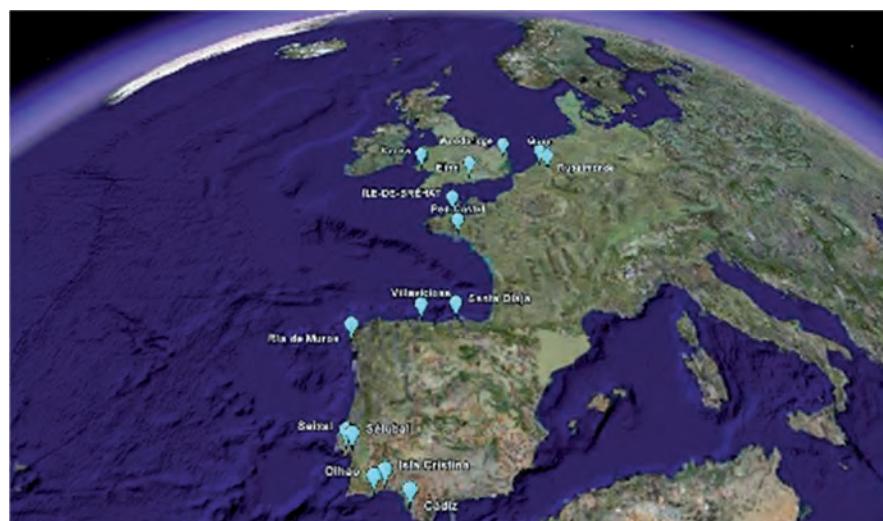
tabria, aunque en muchas de esas citas se pone en duda por los especialistas si se hace referencia realmente a verdaderos molinos de mareas. Sin embargo, en España no figuran fehacientemente constatados hasta el siglo XVI en Cádiz y Cantabria (Azurmendi, 1985) y País Vasco (Hormaza, 1985).

Si anteriormente se hacía referencia a las fuentes documentales, cuando se emplean fuentes arqueológicas, el primer molino de mareas se dataría a comienzos del siglo VII en la abadía de Nendrum, en Irlanda del Norte. Los trabajos de excavación realizados junto a dicha abadía pusieron al descubierto la existencia de dos molinos con sus respectivos embalses (McErlean y Crothers, 2007).

En cuanto a la situación geográfica de estos molinos en la costa europea, aunque su presencia se extiende a lo largo de todo el litoral atlántico, en algunas zonas de la costa, por sus especiales características, existieron fuertes concentraciones de molinos de mareas (figura 6).

En el caso de España, encontramos una zona de alta concentración de este tipo de molinos en Cantabria. También está constatada su construcción en el litoral atlántico de Andalucía, en las marismas del Bajo Guadiana, en la ría de Huelva y en la zona de la bahía de Cádiz; el comercio con América y la existencia de puertos cercanos determinaron su proliferación. En Galicia, la mayor concentración de este tipo de estructuras arquitectónicas se da en el fondo de las rías y en pequeñas ensenadas donde se dan las condiciones ideales para aprovechar el flujo y reflujo de las mareas. No se puede dejar de mencionar su existencia en la costa del País Vasco y Asturias.

Figura 6. Localizaciones más importantes de molinos de mareas (Energía de los océanos, 2011).



En Portugal, su presencia se centra, sobre todo, en el estuario del río Tajo, principalmente en su orilla sur; la cercanía de Lisboa, la gran actividad portuaria y la necesidad de abastecer a la flota portuguesa motivaron la construcción y ampliación de este tipo de construcciones. Otra zona portuguesa en la que se encuentran molinos de este tipo es el Algarve, esencialmente en la zona de ría Formosa, en un área de la costa atlántica formada por un cordón de dunas.

En Francia, encontramos su presencia en nordeste y sudeste de la región de la Bretaña. En el nordeste de esta región, la construcción de estos ingenios se centra sobre todo en el estuario del río Rance, que está sometido a una de las mareas más fuertes de Europa, con una amplitud de entre 10 y 13,5 metros. En el sudeste bretón, encontramos el golfo de Morbihan, salpicado por cerca de 40 islas. Este golfo comunica con el océano por un estrecho canal que está sometido a fuertes corrientes; debido a estas características se construyeron en esta zona varios molinos de mareas.

En Gran Bretaña es de destacar que existieron en torno a 24 molinos de mareas en la ciudad de Londres y sus alrededores durante la época medieval. También se constata la existencia de estas estructuras arquitectónicas en las cercanías de las ciudades Portsmouth y Southampton, en la costa sur de Inglaterra, donde existían molinos en la zona de Beaulieu y Lymington y en el entorno de isla de Wight.

En los Países Bajos, destaca como zona de concentración de estos molinos el estuario del río Escalda; desde ahí los molinos se extendieron a zonas distantes como Gante, Mechelen, Lier y Boon.

### Centrales mareomotrices en funcionamiento

#### El estuario del río Rance

Rance es un río de la Bretaña francesa que desemboca en un vasto estuario que el mar inunda dos veces al día; en este lugar se construyó la que se considera la primera central mareomotriz para la producción de energía eléctrica (figura 7). Y aquí el movimiento de las aguas del mar, la mareas, tiene una amplitud muy importante. En las grandes mareas vivas, la diferencia de nivel entre pleamar y bajamar alcanza 13,5 metros.

La explotación de esta central hidroeléctrica se haría de una forma similar a la de los antiguos molinos de marea que había en las costas de Bretaña. Para poner en funcionamiento las turbinas que generan la electricidad, resulta necesario que la diferencia de niveles a un lado y otro del dique sobrepase un nivel ideal.



Figura 7. Central del río Rance (Energía de los océanos, 2011).

Cuando sube la marea se llena un embalse contenido el agua con un dique. Una vez que se llega a la pleamar se cierran unas compuertas y se deja el agua almacenada, hasta que la marea baja. Cuando la marea empieza a bajar se espera hasta que la diferencia de niveles entre ambos lados del dique alcance un nivel idóneo y, entonces, se permite el paso del agua, cuya fuerza mueve unas turbinas que generan electricidad.

El proceso también se realiza en sentido inverso. Siendo igual el nivel de agua en el estuario y en el mar, al comenzar subir la marea, se mantendrán cerradas las compuertas y los grupos sin funcionar, hasta que la diferencia de niveles alcance el valor idóneo. En ese momento, los grupos deben empezar a funcionar. La central, por tanto, no puede generar energía durante las 24 horas del día.

El aprovechamiento de la energía aumenta utilizando el bombeo. Estando mar y estuario con nivel prácticamente igual, se bombea agua del mar al estuario; se puede conseguir que el volumen de agua almacenado aumente de forma importante y que el nivel del estuario sea mayor que el de la marea alta. En esta situación, cuando la marea baja en sentido de estuario a mar, se obtendrá bastante más energía que si no se hubiese bombeado agua del mar al estuario.

Las condiciones idóneas para la implantación de una central mareomotriz se cumplen en este estuario (Hermosillas, 1997) que constituye un lugar ideal por las siguientes razones:

La carrera la de marea es de gran amplitud (13,5 metros en mareas vivas).

La anchura del estuario es relativamente pequeña (750 metros).

El cimiento es favorable para ubicar las obras, pues tiene roca de buena calidad.

El dique de la central crea un embalse de 180 millones de m<sup>3</sup> de capacidad.

La dirección del río hace que la central esté al abrigo de tempestades.

En la central de Rance se construyó dejando en seco casi toda la zona que ocuparía la central.

La Rance se finalizó de construir en 1967, pero dejó una serie de problemas sin resolver y, además, su proceso constructivo resultó muy costoso.

#### Central de Kislaya-Guba

Está situada en el mar de Barentz, Rusia, al norte de la península de Kola, cerca de la ciudad de Murmansk. En esa zona la amplitud de la marea no sobrepasa los 3,9 metros, cifra bastante limitada para una central de este tipo, pero la entrada de la bahía es bastante estrecha y la profundidad oscila entre 4 y 5 metros. Estas características, poco eficientes para la construcción de una central mareomotriz, permitían realizar las obras necesarias para cerrar el paso del agua con un coste moderado, pues fue concebida como banco de ensayos, como central experimental, dentro de un plan diseñado por los antiguos dirigentes de la Unión Soviética, para, posteriormente, aplicar los conocimientos obtenidos en la construcción de nuevas centrales mareomotrices.

Los procesos constructivos aplicados en La Rance y en Kislaya-Guba fueron esencialmente distintos. En Kislaya-Guba los módulos de la sala de máquinas y del dique fueron fabricados en tierra y llevados flotando al lugar elegido, siguiendo la técnica desarrollada por los holandeses al construir las obras del llamado Plan Delta. Siguiendo el ejemplo de los holandeses, se prefabricaron en tierra cajones de hormigón armado, situando en su interior todo lo necesario

para producir energía eléctrica. Lo construido en tierra firme se llevó flotando hasta su emplazamiento definitivo.

Esta central comenzó a funcionar como planta piloto experimental en 1968.

### Otras centrales mareomotrices

Cabe citar, también, la central de Annapolis, situada en la bahía de Fundy, en Nueva Escocia, Canadá. Funciona desde 1984 y suministra corriente eléctrica para abastecer unos 4.000 hogares, aprovechando una de las mareas con más amplitud del mundo, que llega a tener en algunos días del año entre 16 y 17 metros. Se trata de un proyecto piloto para observar el impacto medioambiental que origina la construcción de plantas mareomotrices, pues la intención era construir diversas plantas mareomotrices de mayor tamaño en la bahía de Fundy. Se ha estudiado, entre otras cosas, la erosión de las orillas, el bloqueo impuesto a la fauna y los efectos sobre la flora que crece en la zona intermareal; también se han comprobado las dificultades que podría causar a la navegación de embarcaciones. Se ha descubierto un posible aumento de las mareas de hasta un metro de altura por modificaciones en el flujo y reflujo del mar, lo que podría causar inundaciones en la costa adyacente, que pueden afectar a la vecina costa estadounidense.

Una última mención hace referencia a la central china de Jiangxia, en la provincia de Zhejiang, puesta en funcionamiento en 1980.

### Conclusiones

Las mareas de los océanos y mares son una fuente limpia e inagotable de energía. En principio, no dependen de la climatología, como sucede con otras energías renovables, como la eólica y la solar.

Siendo una energía limpia, es una opción viable para terminar con los problemas de la contaminación que acarrean otras fuentes de energía no renovables, sobre todo combustión de materiales fósiles (petróleo, carbón, gas, etcétera) que producen anhídrido carbónico. Sin embargo, no está muy desarrollada; los inconvenientes para su desarrollo son la fuerte inversión económica que supone la creación de una central y el impacto ambiental que puede causar el hecho de represar grandes cantidades de litros de agua, creando corrientes nuevas que alterarían en cierta manera los ecosistemas de los lugares donde se ubica. Por ello, buena parte de las investigaciones deberían centrarse, aparte de en las cuestiones técnicas, en minimizar los costes financieros y en rebajar el impacto medioambiental.

Una posible solución a estos inconvenientes sería utilizar sencillas estructuras metálicas con turbinas, que serían colocadas en zonas con fuertes corrientes provocadas por las mareas. Al mover las corrientes las turbinas producirían la electricidad. Con este sistema se evitaría la construcción de diques.

Comparativamente, la energía mareomotriz se encuentra en una situación parecida a la de la energía eólica hace unas pocas décadas. En muchos casos, al igual que en el comienzo de la utilización de la energía eólica, y salvo en el caso de La Rance, se trata de pequeños proyectos experimentales en los que se trata de vislumbrar los problemas que la utilización de esta energía puede originar. Quizá veremos en este caso una evolución parecida a la de energía eólica.

Los estudiosos de las mareas y corrientes marinas han asimilado muchos conceptos del trabajo de investigación con la energía eólica. Las movimientos de agua y de aire se comportan de forma similar pero, como el agua es más densa, contiene mucha más energía en el mismo volumen. Esta circunstancia proporciona una ventaja respecto a los movimientos del aire, porque las turbinas que deben mover el agua pueden ser más pequeñas y, si la tecnología mejora, se podría producir más electricidad con corrientes más suaves.

Tal vez no se necesite tanto tiempo para desarrollar la tecnología necesaria para aprovechar la energía mareomotriz como se ha necesitado para establecer la usada en la captación de la energía eólica, porque los ordenadores y las herramientas de investigación son mucho mejores ahora que antes y se cuenta con la experiencia de años de estudio en la energía eólica que pueden ser aplicada a la mareomotriz. La mayor precisión de los modelos informáticos favorece el aumento de rendimiento y la eficiencia de las turbinas.

Según diferentes estudios realizados por el Electric Power Research Institute de Estados Unidos, en términos generales, se puede obtener mucha más energía del viento que de las mareas, pero la energía mareomotriz se produciría en zonas cercanas a la costa donde se concentra la mayor parte de la población.

### Bibliografía

- Azurmendi Pérez L (1985). *Molinos de mar*. Colegio Oficial de Arquitectos. Santander. ISBN 84-505-1342-1.
- Azurmendi Pérez L y Gómez MA (2005). *La arquitectura y el paisaje en Molinos de mar y estuarios*. VV.AA. Asociación Cultural Tajamar. ISBN 84-930974-4-6.
- Bas López, B (1990). *Las primeras menciones de los molinos de mareas de Galicia*. Llull: Revista de la Sociedad Española de las Ciencias y de las Técnicas 13;24:43-56.
- Bennet R y Elton J (1973). *History of Corn Milling*, Vol. 2, *Watermills and windmills*. Wakefields, Yorkshire.
- Castelo-Branco F (1978). *A plea for the study of tide mills in Portugal* In: *Transactions of the first International Symposium of Molinology*. Portugal. 1965, September. Biblioteca Molinologica. 81-84.
- Derry TK y Williams TI (1986). *Historia de la Tecnología*. Siglo Veintiuno de España Editores. Madrid. ISBN 84-323-0282-1.
- Electric Power Research Institute. Disponible en: <http://www.epric.com> (consultada 20-10-2011).
- Energía de los océanos. Los molinos de marea. Disponible en: <http://sites.google.com/site/molinosdemarea/home> (localización geográficas de los molinos central de La Rance) (Consultada 25-10-2011)
- Fernández Lavandera E y Fernández Rodríguez C-M (1998). *Los molinos: patrimonio industrial y cultural*. GEU. Granada. ISBN 978-84-89908-29-1.
- Hermosilla Villalba F (1997). *Centrales mareomotrices, treinta años de historia*. Revista de obras públicas 3370:51-68.
- Hormaza JM (1985). *Algunas noticias del molino de marea de Gazteluondo (Plentzia-Bizkaia) y su venta en 1810*. Eusko Ikaskunza/Sociedad de Estudios Vascos, Cuadernos de Sección Antropología. Etnografía 3:169-83.
- Le Bacon JP (1982). *Moulins à marée et Seigneurie sous l'Ancien Régime dans le Morbihan*. In: J. Guillet & A V Ag. Meuniers et moulin à marée du Morbihan. La Chasse-Marée, 5, 43.
- Leveau P (1996). *Les moulins de Barbegal dans leur environnement. Archéologie et histoire économique de l'Antiquité, Histoire et sociétés rurales* 6, 2º semestre 1996, p. 11-29.
- McErlan T y Crothers N (2007). *Harnessing the Tides. The Early Medieval Tide Mills at Nendrum Monastery, Strangford Lough*. The Stationery Office and Environment and Heritage Service. Belfast. ISBN 978-0-337-08877-3.
- Minchinton WE (1979). *Early tidemills: some problems. Technology and Culture* 20(4),:777-786.
- Minchinton W & Meigs P (1980). *Power from the sea. History Today*, 30 (March):42-46.
- Molino del capellán. Aula de la naturaleza. Centro de interpretación de la molienda. Disponible en: [http://www.molinodelcapellan.com/historia\\_de\\_los\\_molinos.htm](http://www.molinodelcapellan.com/historia_de_los_molinos.htm) (molino pompeyano) (consultada el 10-11-2011).
- Nolthenius AT (1954). *Getijmolens in Nederland. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap* 71:186-199.
- Pascual P y García P. *Canteras de piedras de Molino en el Patrimonio de Trébago* [www.trebago.com/revisitas/27/10canteras.asp](http://www.trebago.com/revisitas/27/10canteras.asp) (Consultada 14-10-2011).
- Palomo J y Fernández M P (2006). *Los molinos hidráulicos en la Antigüedad. Espacio, Tiempo y Forma*, Serie II, Historia Antigua, t. 19-20:499-524.
- Rivals C (1973). *Tidemills in France* In: *Third Transactions of the International Molinological Society*, ed. M. van Hoogswaker.
- White L Jr. (1962). *Medieval Technology and Social Change*. Oxford. ISBN 0-19-500266-0.

---

### José Luis Calvo Rolle

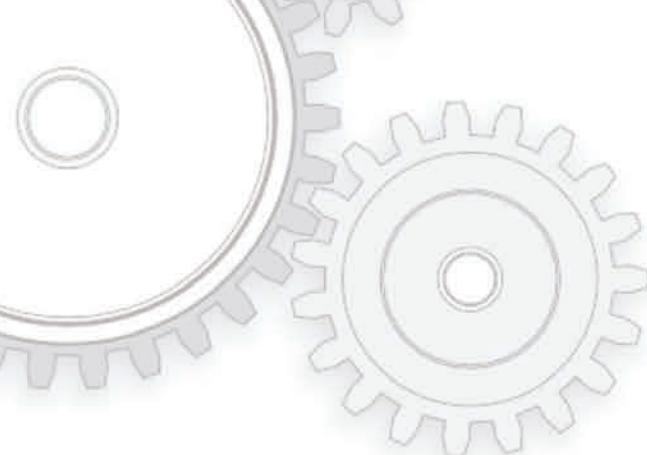
[jlcvalvo@cdf.udc.es](mailto:jlcvalvo@cdf.udc.es)

Profesor de la Escuela Politécnica de Ferrol, Universidad de La Coruña, en el área de Ingeniería de Sistemas y Automática.

### Juan Aurelio Montero Sousa

[jamontero@lugo.uned.es](mailto:jamontero@lugo.uned.es)

Licenciado en historia y derecho y graduado social. Profesor tutor en la Universidad Nacional de Educación a Distancia.



## ■ Campus Virtual: Oferta formativa - Próximos cursos

- Reglamentos de seguridad contra incendios en establecimientos industriales
- Reglamento de baja tensión
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios
- Cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja tensión
- Diseño, montaje y mantenimiento de líneas eléctricas de A.T. y C.T.
- Instalaciones térmicas en edificios: Calefacción y A.C.S.
- Diseño y cálculo de instalaciones de almacenamiento y distribución de gases combustibles
- Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de baja tensión
- Mediación para ingenieros
- Perito judicial en tasación de vehículos
- Perito judicial en valoraciones fiscales
- Perito judicial en PRL
- Dictámenes periciales en edificación
- Cálculo y diseño de instalaciones de energía solar térmica para A.C.S.
- Detección, muestreo y retirada de materiales con amianto (MCA'S)
- Inspecciones mediante termografía infrarroja
- Gestión de cartografía de proyectos con AutoCAD Map 3D
- Interpretación y optimización de tarifa eléctricas
- Eficiencia en el suministro de energía
- Webs dinámicas con base de datos MySQL
- Neumática avanzada
- Hidráulica avanzada
- Ingeniería de salas blancas o salas limpias

*Esto es tan sólo una muestra del catálogo de cursos técnicos que encontrará en nuestra Plataforma online. Los cursos serán constantemente renovados, y adaptados a las necesidades actuales.*

*Ayúdenos a ampliar la oferta formativa con su propuesta de cursos.*

***www.cogitiformacion.es***

## CONSEJO GENERAL

# El Instituto Federal de Empleo Alemán apoya la movilidad internacional del Cogiti y la Acreditación DPC Ingenieros

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, viajó el pasado 7 de diciembre a la ciudad alemana de Bonn para una reunión con el Instituto Federal de Empleo Alemán (ZAV) y el Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE). En este encuentro se acordaron los términos del convenio que firmaron ambas instituciones para lograr la empleabilidad de los ingenieros que deseen desarrollar una carrera profesional en dicho país.

En virtud del acuerdo firmado, las empresas alemanas demandantes de ingenieros publicarán sus ofertas de trabajo en la bolsa de empleo del Sistema de Acreditación DPC (Desarrollo Profesional

Continuo) Ingenieros del Consejo General, y podrán consultar los perfiles de los ingenieros inscritos. Ello permitirá identificar fácilmente los perfiles más idóneos para el puesto de trabajo que necesitan cubrir. En este sentido, el Cogiti apoyará firmemente a las empresas alemanas en la "búsqueda de talento", puesto que al tratarse de "currículos acreditados", el proceso de reclutamiento de personal contará con una garantía de veracidad y fiabilidad de los perfiles profesionales.

Esta importante reunión se enmarca en el Programa de Movilidad Internacional de Ingenieros Técnicos Industriales y el Sistema de Acreditación DPC, puestos en

marcha recientemente por el Cogiti, y supone una colaboración real y directa entre ambas entidades, así como una gran oportunidad de trabajo para los ingenieros españoles.

La colaboración del Consejo General con el Instituto Federal de Empleo Alemán está "apadrinada" también por dos prestigiosas asociaciones profesionales de ingenieros en Alemania: el Verein Deutscher Ingenieure (VDI) y el Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE). Estas instituciones alemanas de ingenieros colaborarán en la canalización de ofertas de empleo para los ingenieros técnicos industriales españoles.

## La formación en certificación energética de edificios ha llegado a casi 2.500 técnicos de los 4.500 previstos

Los cursos se están impartiendo por profesionales de la Organización Colegial de Ingenieros Técnicos Industriales, en las instalaciones de los diferentes colegios territoriales, con el objetivo de capacitar a técnicos que puedan certificar la Eficiencia Energética de los Edificios Existentes.

La celebración de estos cursos se enmarca en el convenio de colaboración suscrito el pasado año entre el Cogiti y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), gracias al cual dicho instituto realizó la formación de formadores (ingenieros técnicos industriales), para que estos a su vez pudieran impartir los cursos sobre los programas informáticos de certificación energética de edificios existentes (CE3 y CE3X). De este modo, el Cogiti elaboró un ambicioso plan de formación en estos nuevos programas, que vendrá a sumarse a la formación adquirida por el colectivo en lo referente a la eficiencia energética, lo cual propiciará la magnífica cualificación de estos profesionales para realizar dicha certificación.

Los cursos han tenido un gran éxito de participación, y ya son casi 2.500 los expertos que han recibido formación en certificación de la eficiencia energética de edificios, en un total de 121 cursos reali-



Un nutrido grupo de técnicos asistentes al curso impartido en Tarragona.

zados en el conjunto de los colegios de ingenieros técnicos industriales. A los cursos ya impartidos hay que sumar los otros 100, aproximadamente, que está previsto realizar. De este modo, una vez finalizados, serán cerca de 4.500 los profesionales que habrán recibido esta formación.

Como continuación del plan formativo emprendido, el pasado 7 de febrero tuvo lugar, en la sede del Cogiti, una reunión del grupo de trabajo Plataforma Certificación Energética para poner en marcha el nuevo proyecto del Consejo General a este respecto. Los cursos comenzaron a primeros de noviembre de 2012 y se han programado hasta el próximo mes de mayo. Se

dirigen a profesionales con cierta experiencia en climatización, energía y eficiencia energética, con el objetivo de capacitarles para poder certificar la eficiencia energética de los edificios, tanto de los existentes como los de nueva construcción. A partir de este año, será obligatorio por ley poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética, que deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios. De esta forma, se podrá valorar y comparar su eficiencia energética, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia y las inversiones en ahorro de energía.

# Los ingenieros técnicos exigen el reconocimiento de la experiencia profesional para el acceso al título de grado

Los presidentes y decanos de los Consejos de Ingenieros Técnicos de Industriales, Telecomunicaciones y Obras Públicas, José Antonio Galdón Ruiz, José Javier Medina y Paloma Gázquez Collado, respectivamente, han presentado 80.000 firmas ante el Ministerio de Educación. Además, han solicitado una entrevista con el ministro, José Ignacio Wert, para que su departamento haga todo lo posible para que los Ingenieros Técnicos accedan más fácilmente al Curso de Adaptación al Grado, considerando su experiencia profesional, en cumplimiento de las premisas que proceden de las directivas europeas basadas en el reconocimiento de las competencias y capacidades adquiridas a lo largo de la vida, al margen de la formación formal que se recibe en la Universidad.

Por medio de esta recomendación, la Comisión Europea insta a los Estados miembros a establecer de aquí a 2018 sistemas nacionales para la validación del "aprendizaje no formal e informal", con objeto de mejorar así las posibilidades de empleo de quienes puedan acreditar una formación al margen de los títulos académicos. Por el momento, solo Finlandia, Francia, Luxemburgo y los Países Bajos disponen actualmente de sistemas completos para la validación de dicho aprendizaje.

El grado es el nuevo título que da acceso a las actuales profesiones reguladas de ingeniero técnico, por lo que es fácil comprender la urgencia de esta petición. Actualmente hay unos 200.000 ingenieros técnicos que pretenden homologar su título, pero las universidades públicas no satisfacen ni el 5 % de esa demanda. Cabe recordar que existe una necesidad imperiosa de obtener el título de graduado en ingeniería para acceder al mundo laboral europeo y a las ofertas del mercado nacional.

Los ingenieros técnicos no pueden permitir que las complicaciones existentes para acceder a un curso de adaptación al grado les cierren las puertas laborales y académicas en España y en la Unión Europea. Esas complicaciones tienen que ver con el altísimo coste económico y personal que conlleva la realización de los cursos de adaptación que proponen las diferentes universidades (privadas y públi-



De izquierda a derecha, José Antonio Galdón Ruiz, José Javier Medina y Paloma Gázquez Collado, responsables de los Consejos de Ingenieros Técnicos de Industriales, Telecomunicaciones y Obras Públicas, respectivamente, ante la entrada del Ministerio de Educación, donde presentaron la reivindicación avalada por 80.000 firmas.

cas), y la gran disparidad de criterios que existe entre ellas.

A todo esto se añade la importancia que otorgan otros países de nuestro entorno a la experiencia profesional de los titulados universitarios. Por todo ello, los responsables de los consejos de ingenieros técnicos exigen soluciones rápidas y ágiles que allanan el desarrollo laboral de miles y miles de ingenieros técnicos con años de experiencia a sus espaldas. Esa experiencia es la que les capacita profesionalmente para acceder al nuevo título de grado.

## Articulación de un real decreto

De forma paralela a la entrega de las 80.000 firmas, los representantes de los citados colegios profesionales han entregado una carta dirigida al ministro, en la que exponen sus reivindicaciones. En primer lugar, solicitan al Gobierno de la Nación la articulación de un real decreto que incluya una disposición transitoria que articule un acceso justo, rápido, económico y basado en la experiencia profesional y la eficiencia que requiere nuestra sociedad, debido a la falta de criterios homogéneos para todo el Estado español, por parte de las universidades y escuelas, y a la escasa oferta de plazas en las universidades públicas.

En segundo lugar, ante las comunicaciones del Ministerio de Educación referentes a la modificación de la duración de las titulaciones de graduado, los citados colegios profesionales manifiestan su disconformidad con el retroceso que supondría la vuelta a las titulaciones de tres cursos académicos. Por ello, desde estas ingenierías técnicas consideran que de acuerdo con la legislación al respecto del EEES, y con la situación en el resto de países europeos, se debe seguir manteniendo la estructura fijada para los graduados en una duración de 4 cursos académicos y 240 ECTS, que mantenga a los ingenieros españoles en los estándares de calidad actuales.

En tercer lugar, las citadas ingenierías técnicas solicitan que, por parte del Ministerio, se inste a las universidades al cumplimiento de la legislación vigente para que sea efectiva la participación de los colegios profesionales en la elaboración de los planes de estudios, así como que sean incluidos en las comisiones de evaluación de ANECA, como representantes reconocidos para el ámbito profesional, teniendo en cuenta que la profesión es el fin último que quiere lograr todo estudiante y, por tanto, se ha de conocer la opinión de las profesiones.

## CONSEJO GENERAL

# Reunión de la comisión mixta Cogiti-Conferencia de directores de escuelas de ingenieros técnicos industriales

El pasado 27 de noviembre tuvo lugar, en la sede del Consejo, una nueva reunión de la comisión mixta Cogiti-Conferencia de Directores de Escuelas Universitarias de Ingenieros Técnicos Industriales de España, en la que se trataron destacados temas relacionados con la profesión y el ámbito universitario. Participaron en la reunión, por parte del Consejo, el presidente, José Antonio Galdón, y el secretario, Gerardo Arroyo Gutiérrez; así como el presidente de la UATIE, Juan de Dios Alférez Cantos. Por parte de la Conferencia de Directores, se contó con la presencia del Presidente, José M. de la Portilla Fernández, director de la Escuela Politécnica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canarias; el vicepresidente, Enrique Ballester Sarrias, director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia, y el tesorero, Jorge J. López Vázquez, director de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla.

Gran parte de la reunión se centró en el Sistema de Acreditación DPC Ingenieros. En este sentido, se acordó la implantación de una asignatura de seis créditos (ECTS) optativa sobre el ejercicio profesional, que dé acceso de forma directa a la Acreditación DPC para el nivel *Junior* al obtener el



De izquierda a derecha, José M. de la Portilla, Jorge J. López Vázquez, Juan de Dios Alférez, José Antonio Galdón, Gerardo Arroyo, y Enrique Ballester.

título. También acordaron el reconocimiento del currículum certificado emitido por el Colegio, a través de la Acreditación, como documento válido para demostrar la experiencia profesional. De este modo, los directores constatan su apoyo a esta iniciativa del Cogiti, y se comprometen a promocionar el Sistema DPC en las escuelas.

Por otra parte, se acordó realizar una solicitud para que la titulación que habilita para la profesión de ingeniero técnico industrial contenga la denominación "industrial", en base a la sentencia 833/2011 del Tribunal Superior de Justicia de Extremadura, que falló a favor del recurso interpuesto por el Cogiti y los colegios de Badajoz y de Cáceres contra el Decreto 214/2009.

Al mismo tiempo, se acordó el posicionamiento conjunto, ante el Ministerio de Educación, sobre la defensa del grado de cuatro años y no de tres como se está valorando en la actualidad. Relacionado también con los estudios, la Comisión Mixta acordó la colaboración en la consecución de prácticas para los alumnos de las escuelas.

En otro orden de cosas, se habló sobre el Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET), que organiza en Valencia, del 10 al 12 de julio de 2013, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, y con el que el Cogiti colaborará como viene haciendo de manera habitual.

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

## UNIÓN INTERPROFESIONAL

# Jornada informativa sobre la certificación de personas

La Unión Interprofesional de la Comunidad de Madrid (UICM) organizó el pasado 20 de noviembre, en el Colegio de Veterinarios, una Jornada informativa sobre la certificación de personas, dirigida a los colegios profesionales y consejos generales. Su objetivo era conocer las iniciativas que existen sobre este particular y ver qué papel pueden desempeñar los colegios profesionales, aprovechando las sinergias existentes.

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, fue invitado a participar como ponente en la mesa redonda sobre estas iniciativas. De esta manera, pudo trasmitir a los presentes la experiencia del Consejo General en relación al Sistema de Acreditación DPC.



Imagen de la mesa presidencial, con el presidente del Cogiti (segundo por la izquierda).

La mesa redonda estuvo moderada por Fernando Chacón Fuertes, secretario general de la UICM y decano del Colegio de Psicólogos. Y contó además con ponencias de José Alfonso Garre Contreras, de la Asociación de Ingenieros Profesionales de España (AIPE); Rafael Fernández Aller, presidente del Comité Español de la FEANI, y Miguel Ángel Carrillo Suárez, decano del Colegio de Ingenieros de Caminos.

## UNIVERSIDAD

# El presidente del Cogiti anima a los universitarios a ser emprendedores y crear su propia 'marca personal'

Más de 400 estudiantes de todos los campus y de varias titulaciones, entre ellas ciencias ambientales, ingeniería industrial o administración de empresas, investigadores, representantes del sector empresarial e instituciones se dieron cita los días 6 y 7 de noviembre en el Campus Tecnológico de la Fábrica de Armas de Toledo de la Universidad de Castilla La Mancha (UCLM), para conocer las diferentes iniciativas que existen en España y en Europa en torno a la denominada "economía verde".

En la inauguración de las III Jornadas sobre Responsabilidad Social Empresarial (RSE), el rector de la UCLM, Miguel Ángel Collado, confirmó la apuesta institucional por la economía. Además de señalar el trabajo de los investigadores de la UCLM en energías renovables, el rector subrayó la importancia de la colaboración con la Administración y con las empresas en iniciativas como este foro, que concluyeron con la intervención del ex director general de la UNESCO, Federico Mayor Zaragoza.

El Presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, que fue invitado a participar en este Foro, aportó una interesante visión sobre las posibilidades laborales que ofrece la "economía verde" y el "papel de los ingenieros en el entorno energético". En este sentido, Galdón habló a los alumnos de la "certificación energética de edificios existentes", que será de obligado cumplimiento a partir del próximo mes de junio, siguiendo las directrices de la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo. Esta Directiva Europea establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética, que deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios. De esta forma se podrá valorar y comparar su eficiencia, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

"En este ámbito se abre, por lo tanto, un mercado de trabajo importantísimo, teniendo en cuenta que hay más de un millón y medio de viviendas a la venta en el mercado inmobiliario", indicó Galdón. También destacó la importancia de fomentar el autoempleo, y de las buenas oportunidades laborales que ofrece en la actualidad el sector de la energía.



Imagen de la mesa presidencial de las III Jornadas sobre Responsabilidad Social Empresarial celebrada en el Campus Tecnológico de la Fábrica de Armas de Toledo de la Universidad de Castilla La Mancha.

nidades laborales que ofrece en la actualidad el sector de la energía.

A continuación, y en relación a la empleabilidad de los Ingenieros Técnicos Industriales, el Presidente del Cogiti dio paso a la presentación del Sistema de Acreditación DPC Ingenieros, que tiene como objeto la certificación de la formación y la experiencia profesional a lo largo de la vida. "El

momento actual, tan competitivo, en el que nos encontramos, hace que sea necesario crear vuestra propia marca personal, que os diferencie del resto de profesionales. Además, debéis avanzar en vuestra carrera profesional, superar etapas y progresar", señaló. Y esto es lo que se pretende con la Acreditación DPC, señaló Galdón.

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

## Los alumnos de ingeniería técnica industrial celebran su XLIX congreso

La Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingeniería Técnica Industrial y grados de ámbito industrial (AERRAAITI) ha celebrado recientemente su XLIX Congreso, en el que los asistentes han podido debatir sobre temas referentes al estado de la profesión de ingeniero técnico industrial, y que ha contado con participación de José Antonio Galdón, presidente del Cogiti, que una vez más aceptó gustoso la invitación de la asociación. Las jornadas han servido, además, para intensificar y potenciar la colaboración presente y futura entre ambas entidades.

Galdón participó en una mesa redonda sobre empleabilidad y actividad profesional, junto a José Carlos Ayats, vicerrector de empleo de la Universitat Politècnica de València (UPV), y Georgina Blanes Nadal, directora del Campus UPV de Alcoy. La intervención del presidente del Cogiti se centró en los temas que más afectan en la actualidad a los ingenieros técnicos industriales, y presentó a los alumnos el Sistema de Acreditación DPC, puesto en marcha

por el Cogiti, incidiendo en la importancia de la formación continua para facilitar la movilidad internacional, la empleabilidad y la competitividad de los ingenieros.

Además, se debatieron aspectos fundamentales de la misma asociación, que han derivado en una intensificación del trabajo conjunto realizado, lo que permitirá de cara al futuro tener una asociación más fuerte y resolutiva. Asimismo, se procedió a renovar la junta de gobierno de la asociación, que quedó constituida por Javier Muñoz González (presidente), Begoña Hernández Solano (vicepresidente), Victoria Lorenzo Gómez (secretaria), Antonio Jesús Marco Molina (tesorero), y Sandra Carrión Satorre (vocal).

Desde hace tiempo, el Cogiti y la AERRAAITI mantienen una estrecha colaboración, que además ha quedado reflejada en la entrega de la insignia de plata a José Antonio Galdón, por parte del presidente de la asociación, Javier Muñoz. Esta distinción se impone a las personas e instituciones que colaboran y mantienen una excelente relación con la AERRAAITI.

# Recientes presentaciones del Sistema de Acreditación DPC Ingenieros en los colegios

## M. R. H.

En anteriores números de Técnica Industrial informábamos de la veintena de actos de presentación del Sistema de Acreditación DPC Ingenieros ([www.acreditacioncogitidpc.es](http://www.acreditacioncogitidpc.es)) que a lo largo de los últimos meses han organizado los distintos colegios de ingenieros técnicos industriales, para explicar a sus colegiados en qué consiste y qué beneficios aporta esta innovadora iniciativa del Consejo General.

Todos estos actos han contado con la presencia del presidente de la Institución, José Antonio Galdón Ruiz, que ha viajado por todo el país para dar a conocer personalmente, acompañado por los decanos de los respectivos colegios, la acreditación DPC y resolver las dudas y cuestiones que pudieran plantear los colegiados. Se trata de una revolucionaria herramienta que permite a los profesionales contar con un certificado, emitido por el Cogiti, que acredita el desarrollo profesional continuo de una persona (experiencia y formación a lo largo de la vida), es decir, un "título profesional" en el que se reconocen las competencias, adaptado a cuatro niveles: junior, senior, advance y expertise. El sistema se sustenta en tres pilares fundamentales: movilidad internacional, competitividad y empleabilidad de los ingenieros, como ha explicado Galdón en los actos de presentación celebrados en los últi-

mos meses y de los que informamos a continuación.

## Santa Cruz de Tenerife

El pasado 15 de noviembre, José Antonio Galdón se desplazó a la isla de Tenerife para presentar allí la acreditación DPC. Este acto estaba incluido en la Jornada técnica sobre la ingeniería técnica industrial en Canarias, organizada por el Coiti de Santa Cruz de Tenerife. La jornada comenzó con unas palabras del presidente de la Fundación Cultural Canaria de Ingeniería y Arquitectura Betancourt y Molina, Francisco José Santos Miñón, y, a continuación, el decano del Coiti, Antonio Miguel Rodríguez Hernández, desarrolló una breve historia del colegio desde su fundación hasta nuestros días. Después presentó a Galdón, quien informó sobre los temas de actualidad que atañen a las profesiones técnicas y procedió a la presentación del Sistema de Acreditación DPC Ingenieros.

## Málaga

El 22 de noviembre, era la Escuela Politécnica Superior de la capital malagueña la que acogía la Jornada de presentación del sistema de Acreditación Profesional, organizada por el Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga, que una vez más corrió a cargo del presidente del Cogiti y contó con una asistencia de unos 200 colegiados. Al acto asistieron

también el secretario del consejo general, Gerardo Arroyo Gutiérrez, y el director de la Escuela Politécnica Superior, Alejandro Rodríguez Gómez, quien realizó una pormenorizada "exposición del estado, muy avanzado, en el que se encuentra el curso de nivelación para acceso al grado por la Universidad de Málaga (UMA)". También estuvo presente el decano del Coiti, Antonio Serrano Fernández, que habló sobre los temas de actualidad del colegio.

## Santiago de Compostela

El Consello Galego de Enxeñeiros Técnicos Industriais, del que forman parte los cuatro colegios gallegos, celebró el pasado 29 de noviembre un acto institucional en su sede de Santiago de Compostela para difundir el Sistema de Acreditación DPC. Al acto fueron invitados tanto los ingenieros técnicos industriales de Galicia como los agentes sociales, profesionales y educativos vinculados a la profesión y su ejercicio.

Durante su intervención, el presidente del Cogiti estuvo acompañado en la mesa presidencial por el decano del Coiti de Lugo, Jorge Rivera Gómez; el decano del Coiti de A Coruña, Edmundo Varela Lema; el presidente de Coeticor en la delegación de El Ferrol, Olegario Míguez Freire, y el presidente de Coeticor en la delegación de Santiago de Compostela, Manuel López García.



Santa Cruz de Tenerife.



Málaga.

## Ourense

Al día siguiente, el 30 de noviembre, el presidente de consejo general se desplazó hasta Ourense para presentar también allí el Sistema de Acreditación DPC, en un acto organizado por el Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Ourense, cuyo decano es Santiago Gómez-Randulfe. La jornada informativa tuvo lugar en el salón de actos de la Cámara de Comercio e Industria de dicha ciudad, y a ella acudieron también representantes de empresas e instituciones relacionadas con la ingeniería, que manifestaron su interés por la iniciativa.



Santiago de Compostela.

## Alicante

La Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Alicante acogió el pasado 11 de diciembre la jornada Ingenius. Ingeniería, emprendimiento y banca sostenible. La actividad estaba incluida entre las iniciativas de colaboración que la EPS está realizando con el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante. La jornada estuvo abierta al público general, profesionales y todo el alumnado de la citada escuela que estuviera interesado.

La universidad colaboraba en la actividad, que organizó el Coiti de Alicante, junto al Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial (Cogiti), Caja de Ingenieros, CMI Gestión y Beautifulmondays. El director de la EPS, Fernando Llopis Pascual, y el decano de Coiti Alicante, Antonio Martínez-Canales, fueron los encargados de presentar la jornada, que contó con la participación de José Antonio Galdón, quien pronunció la conferencia titulada *Ingeniería y Acreditación Profesional DPC*.



Navarra.



Gipuzkoa.



Ourense.



Alicante.

## Gipuzkoa

El presidente del Cogiti retomó la ronda de presentaciones del Sistema de Acreditación DPC Ingenieros el pasado 11 de febrero, en un acto organizado en esta ocasión por el Coiti de Gipuzkoa. El aula magna del colegio se llenó al completo de colegiados interesados en conocer a fondo la iniciativa. José Antonio Galdón estuvo acompañado por el decano del colegio, Ramón Martínez de Murguia Urreta, los miembros de la junta de gobierno, y el secretario del consejo general, Gerardo Arroyo Gutiérrez. Durante su intervención, habló también de otros temas de interés, como la Ley de Servicios Profesionales, la plataforma de formación online del Cogiti, la situación del acceso de la titulación de ingeniero técnico industrial a ingeniero de grado en ingeniería y la certificación de personas.

## Navarra

Al día siguiente, el 12 de febrero, el presidente y el secretario del Consejo General se desplazaron hasta el Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Navarra (CITI Navarra), con sede en Pamplona, donde asistieron tanto colegiados como estudiantes universitarios para conocer el Sistema de Acreditación DPC y participar en el turno de preguntas que se abrió posteriormente. Entre los asistentes al acto estuvo también el director de la Escuela Superior de Ingeniería Técnica Industrial y de Telecomunicaciones de la Universidad Pública de Navarra, Ignacio Matías, quien manifestó su apoyo a esta iniciativa.

Durante su intervención, Galdón destacó: "Queremos hacer brillar al ingeniero técnico industrial y ponerlo en valor en la sociedad, a través de un título profesional completamente objetivo", para subrayar la importancia de la diferenciación. "Se trata de un compromiso con la formación continua de reconocer las competencias adquiridas", añadió. Además, recordó que el desarrollo de este modelo está basado en tres principios fundamentales: empleabilidad, movilidad y competitividad de los ingenieros.

Por su parte, el decano de CITI Navarra, Gaspar Doménech, destacó el hecho de que este sistema podrá ser utilizado por la Administración y las empresas a la hora de contratar a un ingeniero "y servirá de guía a la sociedad cuando se disponga a elegir el profesional más adecuado para la realización de un determinado trabajo o proyecto de ingeniería".



De izquierda a derecha, Gerardo Arroyo, Antonio Marrero Nieto y José Antonio Galdón.

# Presentación de la Acreditación DPC en Las Palmas de Gran Canaria

### Juan Santana

El 14 de noviembre del pasado año, el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, acompañado del secretario, Gerardo Arroyo Gutiérrez, visitó la sede de este colegio, que abarca el ámbito territorial de las islas Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura. Ambos fueron recibidos por el decano de la corporación, Antonio Marrero Nieto, asistido por otros miembros de su junta de gobierno, que le mostraron las dependencias e instalaciones del colegio.

Haciendo un pequeño paréntesis, resulta interesante añadir algunos datos históricos: el solar donde se ubica el citado edificio fue adquirido bajo la presidencia de Manuel Santaandreu León. La construcción del mismo se realizó siendo presidente Octavio Pulido Castro y la inauguración de dicho edificio se llevó a cabo el 19 de noviembre 1985, por el alcalde de la ciudad, Juan Rodríguez Doreste; posteriormente se realizó una ampliación, siendo decano el que suscribe, y su inauguración tuvo lugar el 3 de abril de 2002, por el alcalde de Las Palmas de Gran Canaria, José Manuel Soria López, actual ministro de Industria y Turismo.

Tal y como estaba programado, a las 19.30 horas se celebró en el salón de actos la presentación de sistema de acreditación DPC, a cargo del presidente del Cogiti. El acto congregó a casi un centenar de colegiados, a pesar de coincidir con una huelga general. José Antonio Galdón señaló, entre otras cosas, que "la implantación del sistema de acreditación DPC Ingenieros es un proyecto innovador, que está motivado por la situación actual, en la que las empresas y los usuarios, así como la sociedad en general, exigen cada vez más profesionales altamente cualificados y comprometidos en el ejercicio de la profesión".

El presidente explicó los aspectos más destacados del proyecto, indicando tam-

bien que, debido al entorno cada vez más competitivo, es necesario disponer de nuestra propia marca personal, que es lo que aporta la acreditación DPC Ingenieros, ofreciendo un certificado emitido por el Cogiti que acredita el desarrollo profesional continuo, formado por experiencia y formación. Se trata, en su conjunto, de un certificado profesional en el que se reconocen las competencias, adaptado a cuatro niveles: *junior, senior, advance* y *expertise*. El desarrollo de este modelo está basado en tres principios fundamentales: empleabilidad, movilidad y competitividad de los ingenieros.

En este contexto, José Antonio Galdón destacó la necesidad de llevar a cabo un reciclaje continuo, y la gran diversidad de tareas en las que puede verse implicado un ingeniero, siendo la formación continua una de las principales demandas del colectivo de la ingeniería técnica industrial.

Cabe destacar que el Cogiti es una corporación de derecho público que representa a más de 93.000 colegiados, que vienen desarrollando su actividad profesional en la práctica totalidad de los sectores productivos de nuestro país. Teniendo en cuenta que el cumplimiento de sus funciones del Cogiti, tanto a nivel legal como estatutario, le confiere llevar a cabo iniciativas –conjuntamente con los colegios– para una mejor organización de la ingeniería y mejor servicio a la sociedad, conviene destacar el esfuerzo que se viene realizando desde las citadas instituciones.

Tras conocer los detalles del sistema de acreditación DPC, después de mi larga experiencia de más de 40 años como directivo, decano del Coiti de Las Palmas, miembro del Cogiti y actualmente gerente de la fundación, me atrevo a manifestar que es, tal vez, la propuesta más interesante planteada en la última década para el colectivo.



UNIÓN DE ASOCIACIONES  
DE INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE ESPAÑA

## Representa a la Ingeniería Técnica Industrial en...



El Instituto de Ingenieros Técnicos de España (INITE), organización que agrupa más de 300.000 profesionales comprendidos en las Ingenierías y Arquitectura Técnicas de ámbito nacional.



La Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Ingenieros (FEANI), que agrupa a 80 Asociaciones Nacionales de Ingenieros de 32 países europeos, entre ellos España y representan los intereses de más de 3,5 millones de profesionales de la Ingeniería en Europa.

## Servicios para Ingenieros Técnicos Industriales...



Acreditación EUR ING, credencial europea cuyo objetivo es facilitar la libre circulación de los profesionales dentro de los países miembros de FEANI. Gracias a la Ingeniería Técnica Industrial, España ocupa la 2ª posición europea después de Reino Unido, en el número de estas acreditaciones.



ENGINEERING CARD, proyecto original de 4 países (Alemania, Austria, Holanda y Suiza) que posteriormente ha sido ampliado a la totalidad de países integrados en FEANI, entre ellos España, encontrándose en período de implantación. Este título tendrá el reconocimiento oficial de la comisión europea.



Colaboración con la Oficina Europea para la defensa del reconocimiento de nuestros títulos en países comunitarios, como Reino Unido, Grecia, entre otros.



Oferta formativa de la Asociación Española para la Calidad (AEC) gracias a convenio suscrito entre esta entidad y la UAITIE.



Convenio de colaboración UAITIE - MICHAEL PAGE INTERNATIONAL, empresa líder enclavada en la sección de profesionales, cuya finalidad es atender las necesidades de empleo de nuestro colectivo en el ámbito europeo.



Reconocimiento Honorífico a través de las distinciones dirigidas a premiar a nuestro Asociados y a aquellos que prestigian a la profesión por sus singulares reconocimientos en el ámbito corporativo y en el ejercicio profesional.

Acceda a [www.uaitie.es](http://www.uaitie.es) e infórmese



## ALMERÍA

# Acuerdo con el Ayuntamiento para la inspección de edificios



Antonio Martín (en el centro) y el alcalde Luis Rogelio Rodríguez-Comendador (izquierda), firman el acuerdo.

El Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Almería (Coital) colaborará con el Ayuntamiento de la capital en la inspección técnica de la edificación (ITE), gracias a un acuerdo firmado entre el decano de Coital, Antonio Martín, y el alcalde, Luis Rogelio Rodríguez-Comendador. El convenio establece que los ingenieros elaborarán informes sobre los edificios con más de 50 años de antigüedad, tal como indica la ordenanza municipal sobre la ITE.

En este sentido, Martín ha señalado: "nos ponemos a disposición del Ayuntamiento para emitir los informes técnicos, a través de los cuales se revisan aspectos de los edificios como la cimentación, la estructura, la medianería, las fachadas y las instalaciones". Una vez realizado el informe, este se entregará a la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Almería y al propietario, a quien se le dará un plazo para que arregle los posibles problemas.

El alcalde de Almería ha expresado su satisfacción por el acuerdo y ha manifestado su deseo de que los ingenieros técnicos industriales empiecen ya a realizar sus primeros informes. No en vano, los propietarios de edificaciones de más de 50 años pueden desde este momento dirigirse directamente a Coital, donde un técnico competente realizará la inspección y les preparará un informe técnico.

Por su parte, el decano de Coital ha explicado los siguientes pasos: "Vamos a invitar a todos los ingenieros técnicos industriales interesados en la ITE a que formen parte de un turno de trabajo especializado. Además, vamos a ofrecerles formación para que conozcan bien el modelo de informe con el que van a tener que trabajar". De esta forma, según explica, cuando un ciudadano recurra al colegio buscando un ingeniero técnico industrial para una ITE, se recurrirá al turno de trabajo y se seleccionará al que reúna los mejores requisitos para cada caso.

## MÁLAGA

# El colegio gestionará una 'incubadora de empresas'

"En tiempos de crisis los ingenieros debemos abrir nuevas vías profesionales para evitar la fuga al extranjero de talentos emprendedores y de patentes". Con estas palabras iniciaba el decano del Colegio de Málaga, Antonio Serrano, su intervención para presentar la *incubadora* de empresas (Factoría de Aceleración de Empresas) que se está proyectando en el Parque Tecnológico de Andalucía (PTA) en Málaga. El Ayuntamiento de Málaga, la Diputación provincial, la Universidad y el PTA se han adherido a este proyecto que tiene el objetivo de posicionar a los ingenieros técnicos industriales en la vanguardia de la I+D+i en los próximos años aprovechando el tirón de

Málaga como una de las *smartcities* de referencia internacional.

Esta novedosa plataforma de las ingenierías tendrá su sede en el número 16 de la calle de Marie Curie del parque empresarial, un edificio con 750 metros cuadrados por planta en la que ya se han habilitado nueve aulas, siete despachos, recepción, archivo, sala técnica y plazas de aparcamiento. El colegio se encargará de la gestión de la *incubadora* a través de convenios multidisciplinares que ya se están suscribiendo con varias facultades, entidades financieras y empresas.

Se trata de una iniciativa de gran calado para el colectivo y para la ciudad de Málaga,

ya que esta incubadora de empresas facilitará a los alumnos de la Escuela Politécnica Superior (EPS) realizar sus trabajos de fin de carrera y desarrollar sus patentes en un entorno innovador ligado a la sociedad del conocimiento. Para el director de la EPS, Alejandro Rodríguez, "es fundamental que la formación de nuestros ingenieros continúe con el impulso de ideas y proyectos que contribuyan al desarrollo del tejido productivo y tecnológico de nuestro entorno".

El concejal de Nuevas Tecnologías del Ayuntamiento de Málaga, Mario Cortes, destacó que "el primer proyecto que le hemos encargado al colegio es la creación de una *urbanlab*. Es decir, un laboratorio urbano real en la vía pública en el que testar y comercializar unidades fotovoltaicas de eficiencia energética, puntos de carga eléctrica rápida para vehículos, sonómetros, censores de aparcamiento, etcétera.

Por su parte, el presidente del PTA, Felipe Romera, afirmaba: "Yo me apunto a este proyecto como si fuera mío, ya que los ingenieros técnicos industriales son el colectivo mejor posicionado para emprender y aquí van a trabajar en un entorno innovador que les ayudará a mejorar sus empresas".



Presentación de la Factoría de Aceleración de Empresas en el Parque Tecnológico de Andalucía.

# Nuevo procedimiento para la puesta en servicio de las instalaciones industriales en el País Vasco

El pasado 4 de diciembre entró en vigor el Decreto 229/2012 (publicado en el Boletín Oficial del País Vasco el 3 de diciembre de 2012), por el que se simplifica el procedimiento para la puesta en servicio de las instalaciones industriales. Entre estas instalaciones se incluyen gran parte de las desarrolladas por nuestros colegiados: eléctricas, de almacenamiento y receptoras de gas, térmicas, de protección contra incendios, fontanería, recipientes de presión, de almacenamiento y distribución de combustibles líquidos, etcétera.

## Recorrido histórico

Las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria (ACS) en la comunidad autónoma de Euskadi tuvieron su primera regulación específica con el Real Decreto 1618/1980, por el que se aprobara el reglamento de las instalaciones señaladas y con la Orden de 16 de julio de 1981, en la que se fijaban las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) con el fin de racionalizar su consumo energético. Tras las citadas reglamentaciones, las empresas instaladoras realizaban las documentaciones técnicas, las registraban ante las delegaciones de Industria y se presentaban en las empresas suministradoras.

Con la Orden del Gobierno Vasco de fecha 25 de mayo de 1994, las documentaciones de las instalaciones de potencia de hasta 70 kW se tramitaban directamente ante las empresas suministradoras de energía, sin intervención de la Administración. La tramitación de las instalaciones que requerían proyecto para su legalización se modificó por Orden de 26 de diciembre de 2000.

De acuerdo con esta orden, se presentaba conjuntamente, una vez finalizada la instalación, la siguiente documentación: solicitud de puesta en servicio; proyecto suscrito por un técnico titulado competente; certificación, expedida por un técnico competente, del cumplimiento reglamentario en conformidad con el proyecto citado, y otros documentos complementarios.

La Delegación Territorial de Industria emitía el documento de puesta en servicio de la instalación o, transcurridos 15 días

desde su presentación sin existir requerimiento para la subsanación de defectos, se entendía acreditado el cumplimiento de los trámites reglamentarios establecidos. Con alguno de dichos documentos, la empresa suministradora de energía procedía al suministro definitivo.

## Documentación necesaria

La nueva regulación viene con el actual Decreto 229/2012, que se aplica a las instalaciones industriales tanto nuevas como a las modificadas, que necesiten proyecto o documentación técnica.

**Entre las instalaciones sometidas al nuevo procedimiento, hay muchas de las desarrolladas por nuestros colegiados: eléctricas, de almacenamiento y receptoras de gas, térmicas, de protección contra incendios, de fontanería, de almacenamiento y distribución de combustibles líquidos**

Las que requieran proyecto para su legalización se deberán presentar en la Delegación Territorial en soporte papel o por medios telemáticos, cuando se hayan establecido los mismos, la siguiente documentación:

- Comunicación para la puesta en servicio.
- Proyecto suscrito por un técnico competente.
- Certificación expedida por un técnico competente, en la que se ponga de manifiesto la adaptación de la instalación industrial a la documentación indicada en el apartado anterior y el cumplimiento de las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias que, en cada caso, correspondan.

– Otros documentos exigibles en virtud de lo establecido en la reglamentación específica aplicable.

Para las que no requieran proyecto,

la documentación que se precisa es:

- Memoria o documentación técnica, cuando así se establezca en la reglamentación específica.
- Certificado de instalación expedido por la empresa instaladora habilitada, en el que se ponga de manifiesto el cumplimiento de las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias que, en cada caso, correspondan.
- Otros documentos exigibles en virtud de lo establecido en la reglamentación específica aplicable.
- Para las instalaciones de ascensores y depósitos de GLP de hasta 13 m<sup>3</sup>, deberá presentarse la comunicación para la puesta en servicio del anexo.
- En los supuestos en los que reglamentariamente se establezca, deberá aportarse la certificación expedida por un organismo de control autorizado.

A los efectos del decreto se entenderá como esenciales el proyecto o memoria técnica, el certificado de dirección de obra, el certificado de instalación o el informe de organismo de control si se requiere y el resto de documentos que se puedan declarar esenciales por la reglamentación específica.

La incorrección o falta de algún documento esencial impedirá el suministro definitivo de energía.

## Justificación del cumplimiento de obligaciones administrativas

Para las instalaciones industriales con proyecto, el documento de *Comunicación para la puesta en servicio* presentado, una vez diligenciado por la Administración, servirá para acreditar el cumplimiento de las obligaciones administrativas establecidas para la puesta en servicio.

A los mismos efectos, para las instalaciones industriales sin proyecto, el certificado de instalación presentado, una vez diligenciado por la Administración, servirá para acreditar el citado cumplimiento. El suministro provisional para pruebas no podrá durar más de 30 días.

**Txema Ruiz Echeverría**

Ingeniero técnico industrial,  
colegiado en el COITI de Gipuzkoa

## FUNDACIÓN

# Fallo del concurso de artículos de 'Técnica Industrial'

De los 33 artículos técnicos publicados en *Técnica Industrial* durante 2011 (números 291, 292, 293, 294, 295 y 296), una vez realizada evaluación por parte de los colegios e instituciones que patrocinan estos premios y reunido el jurado calificador el 14 de diciembre de 2012, se acordó premiar a los siguientes artículos en las distintas modalidades:

### Mejores artículos técnicos

**Premio Fundación Técnica Industrial**, dotado con 1.000 € y diploma acreditativo, bajo el patrocinio de la FTI, a María Martín Chivelet (Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, Ciemat) por el artículo *Los módulos fotovoltaicos en la edificación. Posibilidades y directrices de diseño*.

**Premio Unión de Asociaciones**, dotado con 1.000 € y diploma acreditativo, bajo el patrocinio de la UATIE, a Manuel Solaguren-Beascoa Fernández (Universidad de Burgos) por el artículo *Diseño de una plantadora mecánica de patatas*.

### Innovación tecnológica

**Premio Principado de Asturias**, dotado con 1.200 € y diploma, subvencionado por el Colegio del Principado de Asturias, a Miguel Verdeguer Cuesta (Colegio de Valencia) por el artículo *Orientaciones para la realización de planes de movilidad y seguridad vial en las empresas*.

**Premio Valencia**, dotado con 600 € y diploma acreditativo, subvencionado por el Coiti de Valencia, a Francisco Aguayo González (Coiti de Sevilla), Elías Zarzuela Roldán (COITI Sevilla), Juan R. Lama Ruiz (COITI Sevilla) y Antonio Córdoba Roldán (COITI Sevilla) por el artículo *Técnicas y aplicaciones de la microingeniería y la nanoingeniería*.

### Ingeniería y medio ambiente

**Premio Canarias**, patrocinado por los Colegios de Las Palmas y Santa Cruz de Tenerife, dotado con 1.200 € y diploma acreditativo, otorgado a Fernando Blanco Silva (Universidad de Santiago de Compostela), Alfonso López Díaz (Universidad de Cantabria), Álvaro Piñeiro Fernández (Empresa Daviña, Santiago de Compostela), por el artículo *Mejora de las instalaciones y de la eficiencia energética en el alumbrado de un aparcamiento público*.

**Premio Baleares**, dotado con 600 € y diploma, subvencionado por el COITI de Baleares, a Manuel Burrel Mur (COITI de Aragón)



por el artículo *Cálculo de la producción anual de una instalación fotovoltaica en cubierta*.

### Empresa y calidad

**Premio Héctor Arias**, dotado con 500 € y diploma, patrocinado por el Colegio de Valladolid, otorgado a Ruth Arrechea Enériz (COITI de Aragón), Ángel Aldea Jimeno (Hospital de Calahorra), Rodrigo González Gutiérrez (COITI de La Rioja), Pablo Jimeno Llerena (COITI de La Rioja) y Pedro Peñalva Segura (Hospital de Calahorra), por el artículo *Mantenimiento y gestión ambiental en un hospital*.

**Premio Mastia**, del Colegio de la Región de Murcia, dotado con 600 € y diploma acreditativo, a Beatriz Hernández Cembellín (COITI de Madrid) y María Jesús Valero Pérez Pañamaria, por el artículo *Due Diligences, la auditorías técnicas de edificios para el mercado inmobiliario*.

### Industria y sociedad

**Premio Aragón**, dotado con 1.000 € y diploma acreditativo, patrocinado por el Colegio de Aragón, otorgado a Marta Mendoza Belio por el artículo *Prevención de riesgos en el manejo de sustancias químicas*.

**Premio Madrid**, dotado con 600 € y

diploma acreditativo, patrocinado por el COITI de Madrid, otorgado a Manuel Ramírez Velasco (Universidad Europea de Madrid) por el artículo *Almacenamiento de energía en infraestructuras eólicas para la optimización del sistema eléctrico*.

**Premio Gipuzkoa**, dotado con 600 € y diploma acreditativo, patrocinado por el Coiti de Gipuzkoa, otorgado a José María Valera Barea (COITI de Jaén), por el artículo *Sistema de protección contra la caída de altura*.

**Premio El Cid**, del Colegio de Burgos, dotado con 600 € y diploma acreditativo, a Ferrán Vigón Bel (EUITI de Barcelona) y Joan Domingo Peña (EUITI de Barcelona) por el artículo *Los nuevos estudios de ingeniería industrial en el marco de Bolonia*.

Aprovechamos esta reseña para resaltar que en los diplomas acreditativos que se entregarán a los autores premiados se hará una referencia especial al 60º aniversario de la revista *Técnica Industrial*. Asimismo, queremos felicitar a todos los autores premiados por su colaboración y dejar constancia del agraciamiento a las instituciones y colegios que vienen patrocinando los premios correspondientes a los concursos de artículos técnicos en sus distintas ediciones. J. S. A.

## José Alejandro Reveriego Martín

Ingeniero técnico industrial y profesor titular de la Universidad de Salamanca

### “Los convenios entre la Universidad y las empresas hacen que el conocimiento fluya”

**Mónica Ramírez**

Inauguramos una nueva serie de entrevistas con la intención de dar a conocer el incesante trabajo que desempeñan cada día los profesionales que conforman el colectivo de ingenieros técnicos industriales. Como entrevistarlos a todos sería una misión imposible, pretendemos al menos reflejar la importante labor que realizan en la sociedad con una selección de estos profesionales, propuestos por los distintos colegios de ingenieros técnicos industriales.

José Alejandro Reveriego Martín ha dedicado la mayor parte de su vida profesional a la docencia y la investigación. Profesor titular de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar (Universidad de Salamanca), director del Departamento de Ingeniería Mecánica, e incansable investigador, este ingeniero técnico industrial colegiado en Salamanca ha participado en destacados proyectos de I+D, y ha abierto interesantes líneas de investigación, que no han pasado inadvertidas en el ámbito académico y empresarial: asesoramiento y diseño de estructura industrial para el soporte de sistemas ópticos y electrónicos, diseño de paneles sándwich para naves industriales o caracterización mecánica de pieza de composite para automoción, entre otros interesantes proyectos.

**-La evolución de la mayor parte de las profesiones, y particularmente en el caso de las técnicas, está condicionada por el contexto económico, social y tecnológico del momento, ¿Cómo valora la profesión de ingeniero técnico industrial en la actualidad?**

No hace mucho tiempo tuve la ocasión de conversar con un compañero de profesión que celebraba sus bodas de oro en la misma. En el transcurso de la conversación me recordó la importancia de los ingenieros técnicos en otras épocas de la historia, fundamentalmente en la revolución industrial de nuestro país, que a él le tocó vivir. Por eso, creo que en la situación de crisis en la que vivimos,



José Alejandro Reveriego Martín.

la profesión de ingeniero técnico industrial debería ser una de las más valoradas por nuestra sociedad.

**¿Y en el ámbito académico, como profesor de ingeniería mecánica?**

En el ámbito universitario estamos viviendo unos tiempos de cambio muy importantes para la profesión del ingeniero técnico industrial. Los nuevos planes de estudio adaptados a Bolonia aportan un valor añadido a los futuros graduados en ingeniería. Los actuales estudiantes van a adquirir nuevas competencias en materias comunes a la rama industrial que les van a dar una formación mucho más sólida, dejándoles en una mejor situación en el mercado laboral.

**El mercado laboral actual es muy competitivo para todos los profesionales y especialmente en el ámbito de la ingeniería. ¿Cómo preparan en la Universidad a los alumnos para enfrentarse a esta situación?**

En el entorno universitario que más conozco, el estudiante de ingeniería recibe una formación básica muy sólida, que es común para todas las especialidades durante los dos primeros años. Esto permitirá al futuro ingeniero adqui-

rir unas competencias que a la larga le van a facilitar una mayor versatilidad laboral. Esta formación se acompaña de una especialización, lo suficientemente amplia, como para que el alumno/a pueda especializarse en aquel sector tecnológico que mejor se adapte a sus intereses profesionales. La realización de prácticas de empresa, algo habitual ya en el mundo universitario, y la formación continua hacen que el profesional sea mucho más competitivo en el mercado laboral actual.

**¿Cree que es necesario mejorar la colaboración entre el mundo de la Universidad y el de la empresa para desarrollar nuevos proyectos que, sin duda, revertirán en la sociedad?**

Por supuesto, no solo lo creo necesario sino imprescindible en el mundo de la ingeniería industrial. Creo, sinceramente, que el conocimiento que tenemos es útil mientras lo podamos transmitir. Los convenios de colaboración Universidad-empresa son esas vías de comunicación que hacen que el conocimiento fluya y todos podamos ser mucho más competitivos en nuestros respectivos ámbitos.

**En su afán por adaptarse a los nuevos tiempos, los colegios de ingenieros técnicos industriales están realizando un gran esfuerzo por ofrecer más y mejores servicios a sus colegiados, como la formación continua. ¿Qué opina de este tipo de iniciativas?**

Dentro de las colaboraciones de la Universidad, en el ámbito de la ingeniería industrial, se encuentra la colaboración de las escuelas de ingeniería con sus respectivos colegios profesionales. Durante ocho años he formado parte del equipo directivo de la ETSII de Béjar y, durante ese tiempo, esa dirección potenció la formación continua en colaboración con los colegios, especialmente los de su zona de cobertura. Por tanto, no solo estoy de acuerdo con este tipo de formación, sino que creo que debería potenciarse más. Los ingenieros necesitamos estar en continua formación.

**BADAJOZ**

# El colegio celebra su encuentro anual con el nombramiento de Manuel León Cuenca como 'decano honorífico'

El Colegio de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Badajoz (Copitiba), celebró el pasado 17 noviembre su tradicional encuentro anual de hermandad, en el Parador de Mérida, con la asistencia de numerosos colegiados y la presencia de diversas autoridades relacionadas con el mundo colegial y la política.

El encuentro se inició con un acto institucional, el cual estuvo presidido por la decana del colegio, Vicenta Gómez Garrido, acompañada por Francisco Quintana Gragera, director de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura; Gerardo Arroyo, secretario del Cogiti, y por Fernando Molina Alen, portavoz del equipo de gobierno del Ayuntamiento de Mérida, quien clausuró el acto.

La decana del colegio, en la apertura del acto institucional, manifestó su gran preocupación por la actual situación de crisis por la que están pasando las economías de Europa, España en general y Extremadura en particular. "No nos podemos abstraer de la situación, ni mirar para otro lado, la crisis la vemos, la oímos, la leemos en todos los medios de comunicación y está presente en todas partes. Cifras de paro creciendo de una forma imparable, cierre de empresas, ERE, desahucios, subida de impuestos, jóvenes sin salidas laborales, primas de riesgo, deuda nacional, huelgas y un largo etcétera de situaciones cada vez más preocupantes", indicó.

## La situación de Extremadura

Dentro de la actual situación y en el contexto de Extremadura, Vicenta Gómez hizo un extenso y detallado análisis de esta situación económica y la relacionó con temas fundamentales de la región, como son las energías renovables, el eje 16, así como la negativa, bajo criterios medioambientales, a la ejecución de la refinería Balboa. La decana expresó su confianza en el potencial que tiene la región y el de sus ciudadanos, empresas y profesionales para superar la actual situación. "El sector agroindustrial puede impulsar en un futuro el desarrollo económico de Extremadura, pero para ello es necesaria una buena legislación que



El secretario del Cogiti, Gerardo Arroyo Gutiérrez, impone la insignia de oro a Manuel León Cuenca, exdecano del Colegio de Badajoz y expresidente del Cogiti y la UATIE en reconocimiento a su gran labor institucional.

facilite la competitividad y los apoyos institucionales precisos".

La incidencia de la situación económica es manifiesta en todos los ámbitos de la sociedad; en el caso de los ingenieros técnicos industriales, aunque comparativamente con otras profesiones es menor, se ha experimentado un incrementado considerable de las cifras del paro entre nuestro colectivo. En este sentido, Vicenta Gómez apuntó: "Quizás los más afectados sean los compañeros más jóvenes, y también aquí se repite la historia, en el sentido de que muchos de ellos se están viendo obligados a emigrar a otras regiones, a otros países. Solo en Alemania se cifra el número que se necesita de ingenieros en varios miles".

"Desde el colegio somos conscientes de todas estas circunstancias, y en la medida de nuestras posibilidades se están realizando actuaciones encaminadas, aunque no podamos solucionar todos los problemas, ya que no está en nuestras manos, si a realizar actuaciones que allanen el camino a nuestros compañeros en la búsqueda de posibilidades, mejorando y actualizando la propia infraestructura del colegio, para así poder prestar más y mejores servicios a los colegiados", añadió.

## Entrega de distinciones

Este año tuvo lugar uno de los momentos destacados en la historia de estos encuentros anuales, ya que, por primera vez, se concedió la máxima distinción honorífica –la de decano honorífico– que otorga este colegio. La decana del colegio, Vicenta Gómez Garrido, entregó la distinción de decano honorífico del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos de Badajoz a su colegiado Manuel León Cuenca.

Se reconoce así "de forma muy especial la defensa y promoción de nuestra profesión, junto al desarrollo, consolidación y engrandecimiento de nuestro colegio, así como su especial dedicación a las tareas corporativas dentro de los órganos de gobierno colegiales, a lo largo de su dilatada vida profesional".

Además, en este acto institucional, y siguiendo con los reconocimientos del Copitiba a los ingenieros técnicos industriales, se hizo entrega de las distinciones a los colegiados que han cumplido los 25 años profesionales, así como la insignia de oro a los colegiados que cumplen 50 años, y que este año ha correspondido también a Manuel León Cuenca, colegiado número 21. El secretario del Cogiti, Gerardo Arroyo Gutiérrez, fue el encargado de imponerle la insignia de oro.



# técnica undación industrial

La Fundación "Técnica Industrial" es una organización sin ánimo de lucro, creada por el COGITI y la UAITIE, cuyo patrimonio se halla afecto, de forma permanente, a la realización de fines de interés general, como son el impulso y desarrollo, a nivel profesional e institucional, de la Ingeniería Técnica Industrial y la formación permanente de los Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales.

El constante cambio y transformación de las tecnologías que demanda la actual sociedad del conocimiento en su entorno globalizado hacen necesaria una especial atención a los beneficiarios de la

Fundación y a tal fin esta orienta su objeto primordial "la formación y desarrollo cultural de los Ingenieros Técnicos Industriales", editando la Revista "Técnica Industrial", colaborando con los distintos Colegios que componen el Patronato en la realización de publicaciones, seminarios, conferencias y cuantas actividades se consideran necesarias para la mejor formación de los colegiados, dotándolos del oportuno y adecuado fondo documental que les permita afrontar los retos que el nuevo milenio ofrece en los distintos sectores en que desarrollan su actividad profesional.



## Premios y Becas Fundación Técnica Industrial



## Publicaciones y Normas UNE



## Revista “Técnica Industrial”

Acceda a [www.fundacionindustrial.es](http://www.fundacionindustrial.es) e infórmese

## Cristina Aldamiz-Echevarría Rubio

Directora de Responsabilidad Civil de la correduría de seguros Adartia

### “El Sistema de Acreditación DPC es una garantía para los ingenieros que permite reforzar su posición y su papel en la sociedad”

#### Ana P. Fraile

El sistema de acreditación DPC (Desarrollo Profesional Continuo) para ingenieros introduce importantes novedades, entre las que destaca poder ofrecer a los colegiados condiciones especiales en la contratación del seguro de responsabilidad civil. Por su parte, las aseguradoras valoran muy positivamente este innovador sistema de acreditación que califican de gran avance. La directora de Responsabilidad Civil de la correduría de seguros Adartia, Cristina Aldamiz-Echevarría, señala que la acreditación permitirá medir mejor el riesgo, teniendo en cuenta criterios tales como la formación continuada, experiencia y capacitación del profesional. Es una práctica que ya se emplea en otros países y que, en su opinión, contribuirá a la mejora continua del seguro y a su adaptación a las necesidades de los colegiados.

**Adartia ha firmado un convenio de colaboración con el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial (Cogiti), en el marco del sistema de acreditación DPC para ingenieros, para lograr sinergias respecto del seguro de responsabilidad civil de los ingenieros y la acreditación. Como directora de Responsabilidad Civil de la correduría, ¿podría explicarnos qué supone este acuerdo? y ¿cuál es su valoración del sistema de acreditación?**

El sistema de acreditación DPC es una garantía para los ingenieros que permite reforzar su posición y su papel en la sociedad. Asimismo, y en los tiempos que vivimos de gran movilidad geográfica en el terreno profesional, permite proporcionar una información sobre la cualificación del ingeniero, su formación y experiencia, datos de gran valor y relevancia para su adecuado reconocimiento en los distintos ámbitos de su vida profesional. Además, permite avanzar en el ámbito de la flexibilidad labo-

ral y en la línea que siguen el resto de países. En este sentido, en Adartia, como correduría líder en el aseguramiento de la ingeniería técnica industrial, trabajamos siempre en la mejora continua del seguro y su adaptación a las necesidades de los colegiados y colegios.

**“En Adartia nuestra prioridad es el cliente y su beneficio y esto hace que nuestra actividad siga comercialmente muy activa y en crecimiento”**

**Como acaba de señalar, Adartia está especializada en colectivos técnicos. ¿Qué aspectos destacaría del seguro de responsabilidad civil suscrito por aquellos ingenieros que hayan accedido al sistema de acreditación? ¿Obtendrán ventajas comerciales adicionales?**

Efectivamente, somos especialistas y expertos conocedores de los seguros de responsabilidad civil colectivos, seguros muy avanzados que hemos ido desarrollando conjuntamente con los colegios profesionales. Con el sistema de acreditación que se está poniendo en marcha, el seguro podrá ir midiendo el riesgo teniendo como referencia nuevos aspectos que hasta ahora no se tienen en cuenta como son la formación continuada del profesional y su experiencia. En función de eso, los seguros colectivos deberán irse adecuando a esta nueva realidad con precisión y rigor, diferenciando nuevas categorías y ofreciendo ventajas a aquellos que por su capacitación, experiencia y formación puedan acceder a distintos niveles de aseguramiento, dentro siempre de lo que supone trabajar en el ámbito de pólizas colectivas.

**El acuerdo con el Cogiti permitirá a Adartia realizar un análisis más categorizado de los profesionales, que se traducirá en primas y condiciones de cobertura distintas en función de los diferentes niveles de acreditación (*junior, senior, advance y expertise*). ¿Significa esto que ustedes podrán medir mejor el riesgo y trabajar con criterios que ya se venían empleando en otros países? ¿Qué beneficios reportará a los ingenieros asegurados?**

Sí, efectivamente, y en teoría los diferentes niveles de acreditación permiten medir el riesgo de forma individualizada y con ello categorizar a los profesionales, trabajando con criterios que vienen empleando otros países. Pero no hay que olvidar que trabajamos en el marco de seguros colectivos, y no sobre la base de seguros individuales, como en otros países, por lo que los diferentes niveles de cobertura y primas, en función de los niveles de acreditación, deben plasmarse adecuadamente en estas pólizas colectivas, analizando con precisión y en colaboración con los tomadores del seguro y esta es la línea de trabajo que estamos siguiendo.

**“No creo que exista desconfianza de la sociedad hacia los seguros. De hecho, hoy por hoy creo que el sector asegurador ha demostrado ser uno de los más solventes y serios”**

**En cuanto a la actividad comercial de Adartia, en general ¿podría deciros cuál está siendo el comportamiento de la correduría en estos difíciles momentos que atraviesa nuestra economía?**



Cristina Aldamiz-Echevarría Rubio.

Seguimos trabajando con mucha ilusión y siendo fieles a los valores que nos hicieron nacer, de cercanía al cliente. En Adartia nuestra prioridad es el cliente y su beneficio y esto hace que nuestra actividad siga comercialmente muy activa y en crecimiento.

**Tradicionalmente, los hogares españoles han tenido una media de tres seguros contratados: salud, hogar y automóvil. ¿Continúa siendo así o han aparecido nuevas coberturas que los desbanca?**  
Sí, aunque han aparecido seguros muy novedosos que dan respuesta a nuevas necesidades como pueden ser los seguros que protegen efectos personales (sustracción o avería de móvil, Ipad, tabletas, etcétera), los seguros tradicionales de autos, previsión social y hogar siguen siendo los más contratados.

**En la batalla por captar clientes, las empresas aseguradoras ofrecen cada vez mejores ofertas. ¿Cuál es la política de Adartia a la hora de enfrentarse a ese cliente que amenaza a su compañía con las**

**“El diferencial de una empresa no está en su tamaño, sino en su especialización y en la generación de valor al cliente”**

**mejores ofertas de la competencia?**  
Simplemente, ofreciendo nuestra especialización, nuestro servicio, nuestra cercanía y nuestros productos.

**¿Cómo se puede conseguir mantener e, incluso incrementar, el valor añadido de un seguro en un entorno cada vez más competitivo y más presionado por el precio?**

Nuestro modelo de negocio se basa en que el producto es la suma de la cobertura y el servicio, y ese es nuestro diferencial y valor y lo que nos está permitiendo crecer y diferenciarnos en un entorno tan competitivo.

**¿Por qué cree que se ha perdido la fidelidad que caracterizaba la relación entre los asegurados y su compañía aseguradora?**

**¿Piensa que existe desconfianza por parte de la sociedad hacia los seguros?**

El comportamiento no es idéntico en todos los ramos, ni en todos los perfiles de cliente. Quizá en seguros como autos y hogar, la extensa oferta que existe facilita el cambio de una compañía a otra en determinados segmentos de población. Sin embargo, hay otros seguros, como es el de responsabilidad civil o salud que se caracterizan por la fidelidad del cliente a la compañía aseguradora. Respecto a la segunda cuestión, no creo que exista desconfianza de la sociedad hacia los seguros. De hecho, a día de hoy creo que el sector asegurador ha demostrado ser uno de los más solventes y serios.

**¿Qué ha supuesto la llegada de Internet y la irrupción de las redes sociales para una empresa como Adartia? ¿Cómo valora la presencia del sector asegurador en este nuevo mundo? ¿Piensa que el cara a cara continúa siendo necesario?**

Sí, Adartia, como empresa joven e innovadora, cree en el futuro de Internet y de las redes como nuevo modelo de negocio para determinados perfiles de clientes y ramos del seguro. El nuevo modelo debe convivir con el tradicional de venta y posventa, en concreto para seguros que precisan un alto grado de conocimientos y especialización.

**Con la crisis, ¿han aumentado los intentos de fraude a las compañías de seguros?**

Sí, claro que han aumentado los intentos de fraude.

**¿El futuro de las empresas de seguros pasa por procesos de concentración que permitan a las compañías adquirir grandes dimensiones y tamaño o es posible subsistir siendo pequeño?**

En mi opinión, el diferencial de una empresa no está en su tamaño, sino en su especialización y en la generación de valor al cliente.

**¿Existe mucha diferencia de funcionamiento entre las aseguradoras españolas y las de los países europeos?**

No, no existen grandes diferencias en lo que a su funcionamiento se refiere. Su sistema de trabajo es similar y así lo podemos apreciar en nuestro mercado, en el que conviven compañías aseguradoras nacionales con aseguradoras multinacionales.

**Y por último, ¿cuáles son los retos a los que se enfrenta el sector en los próximos años?**

La innovación, la adaptación a las nuevas tecnologías y la adaptación a las directivas europeas.



# COGITI

Consejo General de la  
Ingeniería Técnica Industrial

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial es una corporación de Derecho Público que integra 50 Colegios que desarrollan su profesión en los distintos sectores de la industria, la Administración, la docencia y el ejercicio libre.

Desde el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial se ofrecen servicios y actuaciones en el ámbito corporativo, profesional y social a Colegios y Colegiados.

## ■ Servicios ofrecidos por el COGITI a Colegios y sus Colegiados



**Legislación y jurisprudencia**  
Bases de datos de legislación, jurisprudencia y reglamentos técnicos.



**Real Casa de la Moneda**  
Fábrica Nacional de Moneda y Timbre



España

Part of the  
EUGO Network

**Ventanilla Única**  
Ventanilla Única de la Ingeniería Técnica Industrial.



**Acreditación DPC Ingenieros**  
Tu experiencia y formación tienen un valor.

**AENOR**

Asociación Española de Normalización y Certificación



**COGITI-EUROPA**  
Oficina europea del COGITI en Bruselas.



**Certificación de personas**  
Entidad de Certificación de personas del COGITI.



**Formación on-line**  
Plataforma de formación on-line del COGITI.



**Central de compras**  
Condiciones ventajosas en la compra de material de oficina y en la reserva de hoteles y restaurantes.



**Asesoría Jurídica**  
Asesoramiento jurídico a Colegios.



**Asesoría Técnica**  
Asesoramiento técnico a Colegios.

Infórmese sobre los  
servicios a Colegiados en

*www.cogiti.es*

# Adaptándonos para el futuro

Sirvan estas breves líneas, escritas desde el máximo respeto y cariño hacia nuestras instituciones, para animarnos a todos los que las integramos a seguir luchando por ellas, por nuestra profesión, por nosotros en definitiva.

Desde los colegios debemos mantener nuestro compromiso de, a pesar de la difícil situación económica que vivimos todos, y sobre todo para ayudar a sobreponernos a la misma, ofrecer a nuestros colegiados —por extensión a toda la sociedad de nuestro ámbito— unos servicios de interés con actuaciones que vayan desde el visado de los trabajos profesionales, con la consiguiente cobertura de nuestra póliza colectiva de seguro de responsabilidad civil, hasta una amplia oferta formativa no centrada solamente en la técnica, sino con referencias también por ejemplo a aspectos de gestión, tan importantes en nuestros días.

**“La mejor forma de minimizar los efectos de esta situación de incertidumbre en la ingeniería técnica industrial es mantener un Cogiti fuerte, sólido, plural pero unido en los temas verdaderamente importantes”**

En la línea de la oferta formativa, la plataforma de formación *online* puesta en marcha desde nuestro Consejo General, presenta una alternativa muy valiosa, que hay que unir a la exitosa propuesta del sistema de acreditación de desarrollo profesional continuo DPC Ingenieros. La puesta en marcha de este sistema pionero se ha traducido en una herramienta de gran valor para favorecer aspectos fundamentales como el de facilitar la movilidad de nuestros profesiona-

les en el exterior, algo tan importante en estos tiempos.

Y es que, aunque sea duro de asumir para las familias y para la propia sociedad, que después de invertir ingentes recursos en la formación de los nuevos profesionales, a estos no les quede casi otra salida mejor que marcharse al extranjero, la realidad es que en este mundo cada vez más globalizado, internacionalizarse puede ser una alternativa.

## Reforma de la enseñanza superior

A la difícil situación económica comentada, hay que añadir la incertidumbre que en las instituciones de la ingeniería técnica industrial provocan cambios como la reforma de las enseñanzas superiores, que al amparo de la autonomía universitaria han derivado en algunos casos en un auténtico caos de nombres para un mismo título de grado en ingeniería.

Con la reforma de las enseñanzas técnicas se pretendía acabar con esa especificidad anacrónica española, en virtud de la cual en nuestro país, carreras universitarias distintas, de duración distinta, permiten “trabajar de lo mismo”. Tristemente la realidad es otra, y después de planificar durante muchos años el cambio, parece que desde algunos ámbitos se quiere imponer un inmovilismo que siga manteniendo los niveles anteriores.

Contra ese inmovilismo, y esa tendencia retrógrada, la ingeniería técnica industrial española plantea verdaderas alternativas de cambio, de adaptación, de futuro, como un proceso de homologación de títulos justo, aplicando criterios de racionalidad y proporcionalidad frente a otras propuestas que parecen diseñadas más desde una posición elitista y mercantilista.

Otra lucha en la que “bregamos”, como decimos en Canarias, son los procesos ultra-liberalizadores puestos en marcha desde las instituciones gubernamentales, preten-

diendo dejar de lado la figura de los colegios profesionales, corporaciones de derecho público fundamentales para garantizar principios de calidad y seguridad en el servicio a los ciudadanos.

## Un Cogiti fuerte

La mejor forma de minimizar los efectos de esta situación de incertidumbre en la ingeniería técnica industrial es mantener un Consejo General fuerte, sólido, plural pero unido en los temas verdaderamente importantes, de manera que afrontemos las reformas aún por venir con las máximas garantías de éxito para nuestra profesión, para nuestros profesionales, en definitiva.

La realidad es que, en una sociedad cada vez más globalizada, quien crea que por libre puede obtener algún rédito está, creo, equivocado. Y es que por venir tenemos algo tan trascendental para como la *Ley de Servicios profesionales*, que ineludiblemente marcará nuestro futuro.

Dice Sun Tzu en *El Arte de la Guerra*, que “evitar la confrontación contra formaciones de combate bien ordenadas y no atacar grandes batallones constituye el dominio de la adaptación”. Extrapolando e interpretando un texto de más de 2.500 años a nuestros días, nuestras instituciones están ahora mismo inmersas en ese proceso de adaptación del que seguro y con el apoyo de todos saldremos adelante.

En cualquier caso, los ingenieros técnicos industriales tendremos, por tanto, que adaptarnos a los nuevos y difíciles tiempos, sacando el máximo provecho de los mismos, igual que lo hicieron los peritos industriales e igual que esperemos lo harán los graduados en ingeniería. A todos se lo debemos.

**Antonio Miguel Rodríguez Hernández**

Decano del Colegio Oficial  
de Ingenieros Técnicos Industriales  
de Santa Cruz de Tenerife



## VALENCIA

# Actividades corporativas y sociales

### Juan Santana

Del amplio informe remitido por el COITI de Valencia a la Secretaría de la Fundación Técnica Industrial, sobre las actividades corporativas y sociales llevadas a cabo a finales del pasado año y a comienzos de 2013, resaltaremos, a modo de resumen, los aspectos más relevantes del desarrollo de las citadas actividades en el ámbito corporativo, cultural y social. La programación y ejecución de estas actividades han estado bajo la gestión y coordinación del decano, José Luis Jorrín Casas, y de su junta de gobierno.

### Cursos de certificación energética

En el mes de diciembre del pasado año finalizó con éxito la primera edición de los cursos de formación en el manejo de los programas CE3X y CE3, para la certificación energética de edificios existentes. Esto ha sido posible gracias al convenio suscrito entre el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y el Cogiti. El Colegio de Valencia adquiere de este modo el compromiso formativo para el mayor número posible de colegiados, basado en la necesidad de generar trabajo en nuevos nichos de mercado, responsabilidad compartida con el colectivo de la ingeniería técnica industrial en su ámbito territorial.

### Desarrollo profesional con la acreditación DPC

El Colegio de Valencia figura entre los primeros colegios profesionales de España en implantar e impartir el sistema de Acreditación DPC (Desarrollo Profesional Continuo) para el ingeniero. Como ya se

ha informado en anteriores números de *Técnica Industrial*, se trata de un modelo diseñado por el Cogiti, implantado a través de los colegios para optimizar la realidad profesional del ingeniero.

En el Colegio de Valencia ha sido adoptado y desarrollado a través de la Mesa de Acreditación Profesional. El sistema DPC certifica la competencia profesional, compuesta por formación y experiencia adquirida a lo largo de la vida, en un contexto de confianza y credibilidad para las empresas y la sociedad. Según el nivel de experiencia y formación del ingeniero, la acreditación se divide en cuatro niveles: *junior*, *senior* y *advance* o *expertise*.

**Plataforma de ingenierías técnicas**  
El Club Diario Levante acogió el pasado 18 de enero una mesa redonda de la Plataforma de Ingenierías Técnicas, coordinada por miembros del Colegio de Valencia. En este grupo de trabajo participaron también los colegios profesionales de ingenieros técnicos de telecomunicación, minas, topografía, obras públicas e ingenieros técnicos agrícolas, que representan en total a más de 20.000 profesionales. En el seno de la citada plataforma, se debatieron los aspectos más significativos sobre la situación en que sus colegiados, profesionales con experiencia acreditada, se han visto inmersos, debido a las obligaciones impuestas por el Plan Bolonia, de homologar su titulación, para lo cual tendrán que pasar por la Universidad, independientemente de la experiencia demostrada.

### Adhesión a Alumni UPV

El pasado 20 de diciembre, el colegio formalizó su adhesión al servicio Alumni UPV, de la Universidad Politécnica de Valencia, que conlleva la formación de posgrado y el uso de otros servicios como son biblioteca, área de deportes, cursos de idiomas, jornadas y exposiciones, área de empleo, bolsa de trabajo y otras tantas prestaciones que pueden ser de gran utilidad para la ingeniería técnica industrial. Al acto de adhesión asistieron el rector de la Universidad Politécnica de Valencia, Juan Juliá; el vicerrector de Empleo y Acción Social, Carlos Ayast; el vicerrector de Relaciones Internacionales, Juan Miguel Martínez; el director de la ETS de Ingeniería de Diseño, Enrique Ballesster, y el decano de Valencia, José Luis Jorrín.

### 50 años de colegiación

El pasado 18 de enero, el colegio celebró un emotivo acto para homenajear a los compañeros que han cumplido los 50 años de colegiación y, por supuesto, por su dilatada vida profesional en las diferentes áreas de la ingeniería. Este acto tuvo lugar en el marco de la antigua escuela de peritos industriales, actualmente Instituto Blasco Ibáñez. El acto, que congregó a 140 colegiados, estuvo presidido por el decano, José Luis Jorrín Casas, acompañado de su junta de gobierno, y por el director del Instituto Blasco Ibáñez, Juan Cuenca. En la parte solemne del acto, se homenajeó a los 80 compañeros que han cumplido los 50 años de colegiación, a quienes se les entregó la correspondiente insignia y diploma oficial del colegio, en reconocimiento de la trayectoria de cada uno de ellos, y del servicio a la sociedad de este grupo de ingenieros. Los asistentes al acto pudieron ver también un interesante vídeo conmemorativo de los primeros años de la corporación.



A la izquierda, imagen del acto de adhesión del Colegio de Valencia a Alumni UPV. A la derecha, imagen del homenaje a los ingenieros con 50 años de colegiación.



MÁLAGA

## Convenio con el Ayuntamiento y entrega de becas



El decano y algunos miembros de la junta de gobierno posan con los becados este año.

### J. S. A.

A lo largo de 2012, el colegio de Málaga ha continuado con el desarrollo de sus distintas actividades, en lo que se refiere fundamentalmente a las áreas corporativas, culturales y sociales, en las que viene siendo pionero desde hace muchos años.

El citado convenio de colaboración abarca distintos apartados, destacando los de auditorías y mediciones medioambientales, fomento para la implantación del documento de revisión técnica de calidad

(DRTC), formación a funcionarios en materia medioambiental y organización de jornadas de concienciación medioambiental.

### Becas y concurso navideño

En otro orden de cosas, queremos destacar también el tradicional encuentro de Navidad, que tuvo lugar el pasado 24 de diciembre en el restaurante Pórtico de Velázquez y que contó con la asistencia, en esta ocasión, de 400 personas, en el que tuvo lugar un concurso de postales navideñas. En el mismo acto, se hizo entrega de las becas de estudio para los hijos de los compañeros que cursan estudios de ingeniería técnica industrial, grado o diseño industrial, y que este colegio viene otorgando desde hace más de 25 años. Durante el evento, se aprovechó también para departir entre los colegiados, las familias y las autoridades, en un ambiente distendido de cortesía y amistad.

### Convenio sobre contaminación acústica

El 12 de diciembre tuvo lugar en la Escuela Politécnica Superior de Málaga la *Jornada técnico-divulgativa sobre contaminación acústica*, como culminación al convenio que el pasado año suscribieron el colegio y el Área de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Málaga. La inauguración de esta jornada corrió a cargo de la concejal del Área de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Málaga, Ana Navarro Luna. Además, intervinieron, por parte del Ayuntamiento, el director de la citada área municipal, Luis Medina-Montoya; el director de la escuela, Alejandro Rodríguez, y el decano del colegio, Antonio Serrano. Las jornadas contaron también con la participación de las asociaciones de empresarios y de vecinos, así como con otros expertos en esta materia.

Al finalizar el acto, se hizo entrega de los premios del concurso de videocreación, convocado por el colegio con la denominación Con100ciat, y con una dotación económica de 1.500 €, 1.000 € y 500 € a los mejores cortos presentados, proyectándose los tres premiados, cuyos autores son Sergio Avilés Fernández, Miguel Madrid López y Esther Rubio González, correspondientes al primer, segundo y tercer premio, respectivamente.

## SEVILLA

## Número 40 de la revista *Sevilla Técnica*

### J. S. A.

A finales del pasado año, esta gerencia recibió un ejemplar de la revista del Colegio de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Sevilla. Se trata del número 40 de *Sevilla Técnica*, dirigida por el ingeniero técnico industrial, Francisco Aguayo González, profesor universitario y experto en el campo de la comunicación, muy vinculado al Consejo General por su frecuente colaboración con la Fundación Técnica Industrial, a través de la revista *Técnica Industrial*, en la que ha publicado innumerables artículos y que han sido premiados en varias ocasiones. Por eso queremos divulgar lo que significa *Sevilla Técnica* como medio de comunicación de la ingeniería técnica industrial de Sevilla, promovida por su decano, Francisco José Reyna Martín, y su Junta de Gobierno, y que han venido potenciando para la difusión entre sus colegiados, las instituciones públicas y las empresas.

Del número 40 de *Sevilla Técnica* cabe destacar, de entrada, su vanguardista diseño, así como las imágenes, gráficos y fotografías que ilustran adecuadamente los contenidos de la misma. Se inicia con un editorial dedicado a los directores de proyectos *Pilotos del*



caos, seguido de un interesante artículo sobre *El mal llamado ingeniero de la edificación*, del que es autor el decano de este colegio.

La revista dedica un espacio importante a las noticias corporativas y de carácter social, y continúa con una importante sesión de formación y cultura. Se insertan también los convenios de colaboración con instituciones públicas, concretamente con el Ayuntamiento de Sevilla. También se incluye el diseño de un prototipo de analizador de señales para la medida de la calidad de la potencia eléctrica en regímenes no senoidales, una entrevista al ingeniero técnico industrial Andrés Pastor Fernández sobre la dirección profesional de proyectos, el artículo *Dirección de proyectos LEAN*, trabajos sobre formación e innovación y otros temas relacionados con la tecnocultura, entre otros interesantes contenidos.

# Nuevas oportunidades profesionales en Sudamérica y África

**Los países sudamericanos y africanos presentan enormes posibilidades de desarrollo profesional para los ingenieros técnicos industriales y son a la vez un excelente marco para establecer relaciones comerciales con las empresas exportadoras españolas. El autor analiza algunas de estas oportunidades**

## Santos Lozano Palomeque

En los tiempos actuales, la ingeniería técnica industrial está sometida a profundos cambios, entre los que podemos destacar la necesidad de adaptarse a modelos más competitivos y abrirse hacia nuevos mercados que demandan servicios de ingeniería. En la profesión se respira actualmente pesimismo, aunque el potencial de nuestro colectivo es enorme y con un prometedor futuro en un mundo superpoblado en el que escasean cada vez más los recursos naturales, el agua y la energía. Hay que destacar también que la capacidad técnica en esta profesión es elevada, superior a la que pensamos nosotros mismos si lo comparamos con el nivel medio de la mayoría de los países. Buena prueba de ello es que fuera de España se nos ve mayoritariamente como profesionales altamente cualificados y la salida de ingenieros técnicos industriales (ITI) para trabajar en el extranjero es un fenómeno en auge.

Pero ante la idea de trabajar fuera de España surgen incertidumbres al preguntarse hacia dónde dirigirse, cómo hacerlo y en qué sectores centrar los esfuerzos. También es importante que los profesionales que salgan al exterior mantengan relaciones con las empresas que quedan en nuestro país y sus prescripciones técnicas actúen también como catalizador de las exportaciones españolas. Este nuevo fenómeno se está produciendo también y es un nuevo nicho de mercado interesante para un sector como el de las instalaciones eléctricas devastado por la crisis y en el que los ITI tienen uno de sus principales campos de trabajo.

Si nos planteamos salir de Europa, y eludir una mayor competencia en otros países desarrollados, podemos encontrar países muy pujantes económicamente, con grandes oportunidades, y una elevada demanda de profesionales de la ingeniería: Sudamérica y África son regiones que presen-

tan enormes posibilidades de desarrollo de la ingeniería y un excelente marco para establecer relaciones comerciales con las empresas exportadoras españolas, sus países han esquivado la crisis financiera y el crecimiento sostenido crea una demanda real importante. Sudamérica y África son mercados que ya están comprando de forma creciente productos como el material eléctrico a empresas españolas. Esta tendencia va a estar en auge en el futuro, pues Europa y América del Norte tienen ya desarrolladas sus infraestructuras mientras que las economías emergentes que crecen al 5-8% están en pleno proceso de expansión, y los retornos de las inversiones realizadas son altos (en torno al 11,79% anual según S&P Global Infraestructura).

Respecto a la demanda de ITI en Latinoamérica, mencionamos como anécdota que el pasado mes de diciembre el presidente de Panamá, Ricardo Alberto Martinelli, se rasgó las vestiduras al enterarse del despido de los 500 ingenieros de Iveco. "Por favor, tráigamelos, que los contrato a todos. Aquí necesitamos a miles de ellos". Y es cierto, los países del sur tienen una imperiosa necesidad de ingenieros y capacidad para absorber todos los excedentes. Con poco esfuerzo técnico pueden resolverse importantes problemas técnicos que se presentan en la vida cotidiana. Nuestra capacidad competitiva es también elevada si se centra en aportar soluciones de ingeniería.

## Escenarios muy diferentes

Pero donde más demanda existe en extensas regiones o incluso en países prácticamente vírgenes para la ingeniería, también podemos encontrar dificultades de movilidad, condiciones ambientales complicadas, insalubridad o inseguridad. Para personas sin experiencia, es complicado desenvolverse en escenarios muy diferentes de los conocidos en Europa. Decimos que puede ser complicado, pero ni mucho menos imposible; la clave está en el apren-

dizaje y la experiencia para desenvolverse en estos escenarios. Según mi experiencia, con el apoyo logístico local adecuado pueden desarrollarse proyectos en cualquier escenario por inhóspito que parezca a primera vista.

Con estas premisas, acepté gustosamente la invitación de la revista *Técnica Industrial* para transmitir mis experiencias desarrollando trabajos de ingeniería en Latinoamérica como profesional libre y viajando por gran parte de la región desde 1995. El principal objetivo es explorar las perspectivas de la ingeniería más allá de la que desarrollan las grandes empresas mineras o energéticas o del desarrollo técnico que se ha alcanzado en las regiones costeras. ¿Puede un profesional libre realizar trabajos con éxito en estas regiones? Hasta ahora se conoce muy poco en España para responder a esta pregunta.

Ya desde aquel primer viaje a regiones remotas del interior de Venezuela hace 17 años pude detectar interesantes oportunidades de actuación tecnológica en disciplinas como la energía, el agua y la refrigeración. Las oportunidades son obvias para cualquiera que viaje por la región; el problema está en cómo concretarlas y en que las regiones más ávidas de ingeniería suelen encontrarse apartadas de las grandes metrópolis locales. Pongamos como ejemplo Brasil, donde todo el desarrollo se concentra en las ciudades costeras, mientras que en el interior sólo las compañías mineras y madereras se adentran. La Amazonia es un mundo inexploreado para la tecnología que, sin embargo, es una de las regiones del mundo con mayor crecimiento y recursos. Pongamos un ejemplo: también en Brasil, en el estado amazónico de Para hay 2,5 millones de personas diseminadas en pueblos del interior.

Otra cuestión importante que conviene destacar es que muchas regiones de Latinoamérica presentan un crecimiento demográfico literalmente exponencial y eso genera



Hotel JW Marriott en Lima, un ejemplo de los edificios ultramodernos que han surgido tras el *boom* de la construcción del Perú. / Foto: S.L.P.

una increíble demanda de productos básicos esenciales, especialmente alimentos y energía. De lo populoso de estas ciudades cualquiera puede darse cuenta, pero en mi último viaje a Bolivia analicé el crecimiento demográfico de Santa Cruz de la Sierra. Esta ciudad tenía 57.000 habitantes en 1955; hoy es la ciudad más importante de Bolivia, pero según los estudios llevados a cabo puede llegar a tener entre tres y cuatro millones de habitantes en 2020. Un crecimiento tan rápido hace que sea imposible un desarrollo consistente de la ingeniería local y, por tanto, se generan enormes oportunidades en este ámbito.

Pero pese a que las perspectivas son óptimas, no olvidemos que se requiere integrar nuevas tecnologías en condiciones ambientales muchas veces inhóspitas, trabajando con personas que no están habituadas a la técnica moderna, con pocos medios para ejecutar las obras y sin disponibilidad de personas que conozcan los equipos con los que trabajamos para dar soporte posventa. En estas condiciones, el 75% de los proyectos fallarán en menos de un año. Existen dificultades operativas serias y problemas de diseño que deben

resolverse para aspirar al éxito, y ello conlleva un enorme esfuerzo de adaptación de las tecnologías existentes a las requeridas localmente.

Con los años pude también establecer contactos interesantes con personas que trabajan en lugares más vírgenes aún: Camerún, Congo, Guinea Ecuatorial... Y con ellas pude darme cuenta de que África necesita aún más personal técnico especializado en las mismas disciplinas que se demandan en Latinoamérica. Más desolador es incluso el panorama en África. Si salimos de las grandes ciudades, y especialmente de la costa, la ingeniería es prácticamente inexistente si hablamos de prestar servicios a la población local. Y existe demanda, ya que en todos los sitios se ha desarrollado una clase media-alta que utiliza sistemas modernos.

En los últimos años, de la mano de Mensajeros de la Paz, pude descubrir *in situ* el apasionante trabajo de las misiones. Allí donde nadie llega, a los lugares más remotos y peligrosos, allí donde enfermedades como la malaria, el hambre y el abandono hacen estragos en la población local, se encuentran las misiones en primera línea.

Más allá de la labor evangelizadora, las misiones realizan mayoritariamente labores educativas y de desarrollo incipiente de infraestructuras básicas imprescindibles. Se trata de una labor que, a mi juicio, es importante conocer y divulgar. La madre Nuria Meroño me dijo un día en Haití que había una verdadera necesidad de apoyo técnico en cuestiones como el agua, mejora de los cultivos y dotación de energía para necesidades básicas. Muy poco han trabajado las organizaciones de ayuda al desarrollo en esas disciplinas hasta ahora y, en mi opinión, ese es el camino que se debe seguir para conseguir un desarrollo real: asistencia técnica especializada y creación de infraestructuras incipientes que permitan el nacimiento de actividades productivas microindustriales. A mi parecer este es un camino vital para el desarrollo que se requiere tanto en Haití como en muchos otros países.

### Áreas de actividad

Otra cuestión importante que debemos preguntarnos en un artículo introductorio como este es en qué nichos de mercado pueden encontrar los ITI en estas regio-

nes. Hay que advertir de que descubrirlo no es nada fácil. Se trata realmente de una pregunta sobre lo que vengo trabajando desde hace años, muchas veces infructuosamente. Sudamérica y África son regiones donde China ha extendido sus redes de comercialización hasta los lugares más remotos y en la mayoría de los segmentos de mercado encontraremos difícil introducir productos de mayor valor añadido porque la población está acostumbrada a unas soluciones más básicas pero que no dejan de funcionar. Los productos europeos no siempre tienen mercado y para encon-

trar los nichos en los que realmente somos competitivos hay que trabajar mucho el acondicionamiento de la técnica a las necesidades reales.

Cuando se requieren conocimientos de cálculos de ingeniería relativamente sofisticados (el software convencional no servirá) sí que podremos encontrar interesantes oportunidades. Según mi experiencia de campo en muy diversos escenarios el mercado local es tremadamente receptivo al desarrollo de trabajos que requieren determinadas actuaciones de ingeniería. Algunas de las más interesantes las

describimos a continuación, centrándonos especialmente en los proyectos especializados a nivel "micro", un campo sin desarrollar aún en gran parte del mundo. Pensemos que el concepto de "ingeniería" que conocemos en Occidente no existe en el sur; o mejor dicho, está aún por desarrollar en la mayoría de los países. Contribuir a su desarrollo es un apasionante reto que, sin duda, se producirá en las próximas décadas.

Como veremos, algunas de las actuaciones de ingeniería más demandadas se caracterizan por necesitar un *know-how* relativamente avanzado pero sin dificultades técnicas serias.

**Proyectos de reconstrucción en grandes catástrofes y la experiencia con Mensajeros de la Paz en Haití.** Las grandes catástrofes o los conflictos bélicos son cada vez más nocivos en un mundo superpoblado y se están produciendo en países donde no se ha desarrollado la ingeniería en cuestiones como la energía o las instalaciones básicas (Haití, Somalia, Libia, etcétera). Mi sorprendente experiencia en Haití es que se invierten ingentes cantidades de dinero en la reconstrucción, pero nadie se preocupa de desarrollar diseños adecuados de instalaciones básicas, no se resuelven los problemas locales de ingeniería derivados de condiciones ambientales particulares y no se prevé el mantenimiento de las pocas instalaciones que funcionan y el soporte posventa. En la reconstrucción de Haití se preparó un proyecto piloto para averiguar si era posible crear estructuras locales para ejecutar instalaciones en ambientes especialmente difíciles capacitando personal local sin experiencia previa alguna. Los resultados los expondremos en un artículo posterior.

**Oportunidades de la generación distribuida en Sudamérica y África.** Salvo Chile, donde la electrificación rural es de alrededor del 95%, en el resto de los países del sur la cobertura es muy inferior a la conocida en Europa. Las líneas eléctricas pueden estar disponibles, pero suelen carecer de potencia o ser inestables hasta el punto de que sólo suministran energía muy pocas horas al día. Eso por no hablar de la calidad de la energía (especialmente caídas de voltaje) intolerables por los equipos eléctricos modernos. El diseño y la construcción de instalaciones de generación distribuida es, a mí parecer, uno de los campos de desarrollo más interesantes en la región, especialmente los sistemas híbridos.

Figura 3. Aerogeneradores para una instalación rural aislada en construcción en Santa Cruz de la Sierra, motor económico de Bolivia y una de las ciudades con mayor crecimiento demográfico de América del Sur. / Foto: S.L.P.





Zona industrial de Herrera, uno de los lugares económicamente más activos de Santo Domingo en la República Dominicana. / Foto: S.L.P.

dos con generadores diésel. Pensemos que en territorios del interior de Sudamérica o África son frecuentes densidades poblacionales de alrededor de 2 habitantes/ km<sup>2</sup>. Con estas densidades es imposible desarrollar infraestructuras eléctricas convencionales y sólo la generación distribuida podrá conseguir el desarrollo de extensas regiones en un escenario de encarcamiento progresivo de los combustibles fósiles. Sobre este campo llevo trabajando desde 2007 y dedicaremos un artículo a exponer algunas de las conclusiones más relevantes. La más importante de todas es que la implantación masiva de esta tecnología en la región solo es posible si se estudian en detalle las cargas y se solucionan los problemas que surgen con las cargas más complejas. La técnica actual permite resolver estos problemas con facilidad, pero queda mucho trabajo por hacer, por lo que aparecen interesantes oportunidades de negocio en este mercado.

**Aplicaciones de la refrigeración a pequeña escala en el trópico.** En Sudamérica la refrigeración industrial solamente se ha desarrollado en las grandes factorías costeras; el resto del continente está virgen e inexplicado para la refrigeración.

ración industrial. En gran medida esto se debe a la inestabilidad o inexistencia de redes eléctricas convencionales. La existencia de ciudades pujantes económicamente de más de 130.000 habitantes y sin una sola cámara frigorífica pude verificarlo personalmente en una expedición organizada con FELCODES a la ciudad amazónica de Trinidad (Bolivia). He trabajado sobre este mercado y merece la pena hablar de las posibilidades del mercado del frío en Sudamérica en un artículo monográfico. Si conseguimos dominar el frío en ambientes tropicales de alta productividad estaremos dando un increíble apoyo al desarrollo de la región.

**Proyectos de distribución de agua para desarrollo rural.** La cuenca del Amazonas es también la cuenca hidrográfica de mayor superficie del planeta, y se caracteriza por un intenso cambio en los niveles del agua a lo largo del año. En mi primer viaje por la región amazónica en 1995 recorrió los Llanos Altos Occidentales en Venezuela ya pude percibirme de la importancia de introducir sistemas de regulación de agua para conseguir un mejor aprovechamiento de los recursos y aumentar la productividad de enormes extensiones agrícolas y ganan-

deras. Es otro de los campos en los que trabajo y dedicaremos también un artículo para exponer las conclusiones más interesantes.

La conclusión tras estos años de estudio de las posibilidades de implantar tecnologías modernas en el trópico es que en muchos países del sur ya se ha alcanzado un grado de madurez económica suficiente como para ser receptivos a la implantación masiva de muchas tecnologías modernas. En algunas tecnologías, como la telefonía celular, esto ya se ha producido, pues de ello se han encargado las multinacionales del sector. Pero son muchos los campos que pueden desarrollarse y la ingeniería técnica industrial es, sin ningún género de dudas, la profesión que mayor impulso puede dar a la implantación masiva de las tecnologías que se vienen demandando para el crecimiento económico local más allá de los grandes proyectos de explotación de recursos naturales.

**Santos Lozano Palomeque** es ingeniero técnico industrial especialista en diseño de aplicaciones que integran el uso de la energía y las máquinas. En los últimos años centra su trabajo en el desarrollo de soluciones de generación distribuida en nuevas aplicaciones en las que las energías renovables son ya competitivas. tecnoce@telefonica.net

# PUBLICACIONES

## Evaluaciones de impacto ambiental y autorización ambiental integrada. Doctrina, textos legales anotados y jurisprudencia

Blanca Lozano Cutanda, Ana Sánchez Lamelas y Juan José Pernas García

La Ley, Madrid, 2012, 848 pág.  
ISBN 978-84-9020-114-5

Las leyes que regulan las evaluaciones de impacto ambiental y la autorización ambiental integrada imponen a los planes, programas, obras o instalaciones sujetos a las mismas un control previo dirigido a analizar y minimizar sus efectos negativos sobre el medio ambiente. El propósito de este libro es que, con un manejo sencillo, pueda disponerse de un análisis exhaustivo de estas técnicas jurídicas, a las que dedica tres grandes bloques temáticos: evaluación de impacto ambiental de proyectos de obras y actividades; evaluación de planes y programas con incidencia ambiental o evaluación ambiental estratégica, y autorización ambiental integrada. Cada una de estas técnicas se aborda, con una finalidad didáctica y práctica, desde tres perspectivas: en primer lugar, se acomete un estudio preliminar explicativo de cada una de ellas; en segundo lugar, se recogen las normas reguladoras de cada técnica, y, por último, la obra se cierra con la transcripción de los párrafos con mayor relevancia de más de cien sentencias del Tribunal de Justicia de la Unión Europea, del Tribunal Supremo, de la Audiencia Nacional y de los Tribunales Superiores de Justicia de las comunidades autónomas, con una valiosa labor de sistematización de las resoluciones judiciales por fechas y por contenidos.

## Instalaciones eléctricas en baja tensión. Diseño, cálculo, dirección, seguridad

Antonio Colmenar Santos y Juan Luis Hernández Martín,

Ra-Ma, Madrid, 2012, 964 págs.  
ISBN 978-84-9964-202-4

Este libro ofrece los contenidos necesarios para realizar proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión: concepción, dimensionado, documentación, ejecución, tramitación y puesta en servicio. En esta segunda edición se han actualizado a las nuevas normas UNE de aplicación en las instalaciones de enlace y de distribución, se han unificado las expresiones de las fórmulas, se ha modificado y ampliado su contenido para hacerlo más completo y entendible y se ha mejorado algunas imágenes y esquemas. La obra ofrece una visión de conjunto de las instalaciones eléctricas de baja tensión mediante una descripción sencilla, gráfica y práctica. El texto se ha estructurado en 14 capítulos y 5 anexos, con gran cantidad de gráficos, tablas, ejemplos y problemas resueltos de acuerdo con el REBT. El último capítulo integra, a modo de guía, los contenidos expuestos en los cálculos propios de un proyecto de aplicación práctica.

## Atmósferas explosivas. Riesgos derivados y protección de los trabajadores

Aenor, Madrid, 2012, CD-ROM  
ISBN 978-84-8143-718-8

Los mapas son consustanciales a la cultura humana. Existen desde tiempos inmemoriales porque tenemos necesidad de orientarnos en el territorio. ¿Por qué nos fascinan tanto los mapas? Este es un libro único y sorprendente sobre las curiosidades, historias y anécdotas presentes en los mapas y en la capacidad que ha tenido la cartografía para transformar el mundo. En el libro se encuentran todas las rarezas relacionadas con mapas: los cartógrafos de tierras imaginarias, los roadtrippers, los amantes de la latitud, los afines a la longitud, la vida de los tipos que se dedican a Google Maps...

Este libro divulgativo sobre los mapas y la geografía está trufado con cientos de anécdotas sobre los mapas del pasado, su imprecisión, su utilidad, su exhibición como medio de prestigio, las técnicas de elaboración y conservación, y la aplicación de la fotografía y de las matemáticas.



## Juntos

Richard Sennet

Anagrama, Barcelona, 2013, 440 págs.  
ISBN 978-84-339-6348-2

Después de *El Artesano*, una erudita reflexión sobre el trabajo manual y la ética del trabajo bien hecho, se publica ahora este segundo volumen de la trilogía del *Homo faber* proyectada por Richard Sennett. Si el primer volumen era un documentado elogio de la artesanía y del espíritu artesanal, y el tercero se ocupará de las ciudades, *Juntos* aborda la naturaleza de la cooperación,



## Juntos

Rituales, placeres y política de cooperación

ANAGRAMA Colección Artesanía

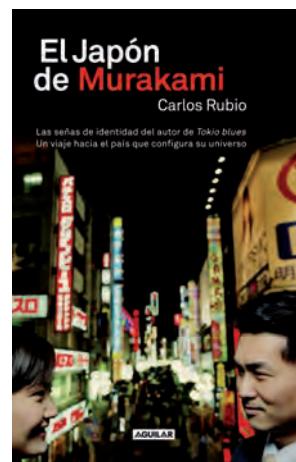
explica sus características y estudia sus problemas, desde los rituales de las Iglesias y los gremios medievales hasta las aparentes formas de cooperación en Internet, pasando por los nuevos estilos de la diplomacia de la edad moderna, los conflictos étnicos, etcétera. Sennet acaba denunciando el carácter poco cooperativo de la sociedad capitalista de hoy y explica cómo descalifica a las personas para la cooperación.

## El Japón de Murakami

Carlos Rubio

Aguilar, Madrid, 2012, 550 pág. ISBN 978-84-03-01308-7

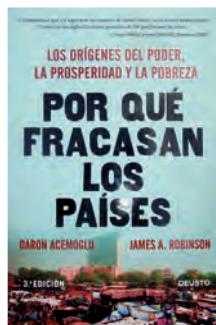
Comúnmente se tiene a Harumi Murakami como el más occidental de los escritores japoneses contemporáneos. Sin embargo, para el profesor Carlos Rubio (Cazalegas, Toledo, 1950) Murakami es, en realidad, tan japonés como el sushi. Esta aparente paradoja es el punto de arranque de este interesante ensayo que hará las delicias de los muchos seguidores de Murakami, pero también de aquellas personas interesadas en la cultura japonesa. Para los occidentales, Japón es la quintaesencia del exotismo: las gheisas, los samuráis, el sushi, la ceremonia del té, etcétera, lo que le hace más atractivo. Sin embargo, este "efecto kimono" impide apreciar un Japón que late bajo estos tópicos. Por eso, para Rubio, detrás de los personajes de Murakami, aparentemente occidentalizados, que beben cerveza y escuchan jazz, late una sensibilidad claramente japonesa, como no podía ser de otra manera. Carlos Rubio, que ha sido profesor de lingüística en Irak, Japón y Estados Unidos, nos ofrece al mismo tiempo una guía cultural del Japón actual. Los primeros capítulos del libro están dedicados a la geografía, que tanto ha marcado el carácter de los japoneses, tal vez porque la realidad geográfica es el aspecto más permanente de una cultura. También hace un repaso de la historia japonesa desde la revolución Meiji de 1868, para explicarnos las características de la mentalidad japonesa, y la ausencia de la noción de individuo, tan común en Occidente. En diferentes capítulos nos va desgranando otros aspectos de la vida nipona, como la lengua japonesa y su escritura, la literatura, la estética, la religión, los mitos, la gastronomía, las supersticiones, todo ello salpicado con citas de las obras de Murakami. El estilo de Rubio es claro, conciso, propio de un profesor universitario, sin divagar. Es un libro que deleitará a los amantes de la obra de Murakami, pero que también será una grata sorpresa para los que quieran adentrarse en la cultura japonesa.



### ¿Por qué fracasan los países?

Daron Acemoglu y James A. Robinson  
Deusto, Barcelona, 2012, 589 págs.  
ISBN 978-84-234-1266-2

ENSAYO. ¿Qué determina que un país sea rico o pobre? ¿Cómo se explica que, en condiciones similares, en algunos países haya hambrunas y en otros no? ¿Qué papel tiene la política en estas cuestiones? Estos son algunos de los

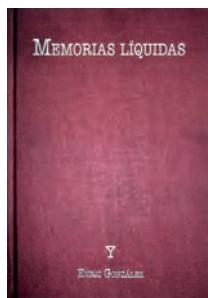


interrogantes que tratan de responder Acemoglu y Robinson en esta obra elogiada por siete premios Nobel. Para los autores, la respuesta está en el proceso político que determina instituciones extractivas, que perjudican el desarrollo económico, o inclusivas, que lo favorecen. Es un libro que se lee bien y que tiene el aroma de las grandes obras.

### Memorias líquidas

Enric González  
Jot Down, Madrid, 2013, 181 págs.  
ISBN 978-84-616-2397-6

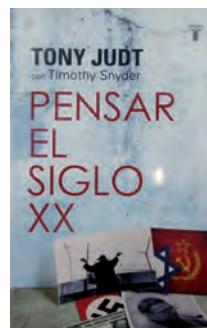
ENSAYO. El periodista Enric González, corresponsal en París, Londres y Nueva York, entre otros destinos, nos ofrece unas memorias personales que son, al mismo tiempo, las de una época y un modo de entender el periodismo. Con un estilo ágil, irónico y preciso, trata de evitar la nostalgia de un tiempo pasado, que indudablemente fue mejor. Enric González nos explica las relaciones entre la economía y los poderes financieros, las guerras, las dificultades de un corresponsal y la crisis de un periodismo que corre el riesgo de caer en la irrelevancia. Al final, deseamos que este libro no sea tan corto.



### Pensar el siglo XX

Tony Judt y Timothy Snyder  
Taurus, Madrid, 2012, 480 págs.  
ISBN 978-84-306-0910-9

ENSAYO. Este es a la vez un libro de historia, una biografía y un tratado de ética. El siglo XX ha sido, según el historiador británico Tony Judt, recientemente fallecido, la edad de las ideas, un tiempo en el que, para bien o para mal, el pensamiento de unos pocos se impuso sobre la vida de muchos. Elaborado como una conversación con el también historiador Timothy Snyder, *Pensar el siglo XX* es el testamento de uno de los más sugestivos intelectuales de los últimos años. No es casualidad que haya sido elegido como *libro del año* por el suplemento literario *Babelia*.



## CONTRASEÑAS Gabriel Rodríguez

### Desayuno sin periódicos

Café, tostadas y un periódico. Esta trilogía que ha acompañado nuestros desayunos durante décadas tiene los días contados, y no precisamente por cambios dietéticos. La prensa escrita tal como la conocemos tiene fecha de caducidad. La desaparición de cabeceras periodísticas, la vertiginosa caída de las ventas de periódicos y la fuga de la publicidad a otros lugares más atractivos está planteando de manera acuciante el fin de la prensa. Y no se trata de una cuestión coyuntural, provocada o agravada por la crisis económica, ya que no es la primera vez que la prensa vive una crisis de grandes dimensiones. Esta vez es distinto: para algunos solo se trata de poner una fecha a la defunción; otros ya han compuesto el canto fúnebre de la prensa.

Si bien, en el pasado, la prensa pudo resistir los embates de la radio y la televisión, que ofrecían información más rápida, en este caso los cambios introducidos por las nuevas tecnologías de la información hacen casi obsoleto el periódico. Si antes se decía que no había nada más viejo que el periódico del día anterior, ahora ya es viejo cuando llega al quiosco. El acceso gratuito y la inmediatez de Internet son duros competidores para un producto que llevaba más de un siglo sin apenas cambios: noticias y publicidad. Si a esto le sumamos la pérdida de credibilidad de la prensa, muy vinculada a las instituciones políticas y a la democracia, la situación se torna dramática. Como los activos inmobiliarios, el valor de las noticias ha caído en picado.

El hombre es un animal de costumbres, y nos habíamos habituado al ceremonial diario de la lectura de prensa. El periódico no es solo un contenido informativo, es también un objeto que se dobla cui-

dadosamente, que tiene olor y tacto y que una vez leído puede servir para muchos usos domésticos. Más que un mero objeto, siempre ha sido un fetiche. O también una bandera que nos identifica ideológicamente ante los demás. Precisamente, la prensa es la institución más vinculada a la democracia a través de eso que se dio en llamar opinión pública. Siempre se ha dicho que no podía existir una democracia sin prensa libre. ¿Tendremos que cambiar de opinión o solo de paradigma?

Una de las consecuencias de la desaparición de las cabeceras periodísticas es que puede suponer también el final del rigor informativo. Las noticias cuestan dinero porque los periodistas, los profesionales quiero decir, no viven del aire. La idea de que todos podemos hacer el periódico con las noticias procedentes de Internet, y además gratuitamente, puede parecernos fascinante, salvo en una cosa: si no hay periódicos ¿quiénes buscarán y contarán las noticias? Si todo es gratis, ¿quién se va a molestar en buscar un *scoop* o primicia? Y sobre todo: ¿quién se responsabiliza de la veracidad de la información?

La participación de los ciudadanos en la difusión de las noticias y la libertad para opinar al instante puede resultar muy atractiva, pero esconde muchas trampas. La más clara es que basemos nuestras opiniones en bulos, rumores y noticias sin contrastar, en medio de un ambiente de demagogia y confusión. Y desde luego, una democracia no puede subsistir sin una opinión pública bien informada. Camus definía al hombre moderno como un ser que "lee periódicos y hace el amor". Ahora nos van a quitar el periódico del desayuno. Tal vez sea un buen momento para dejar también el café.

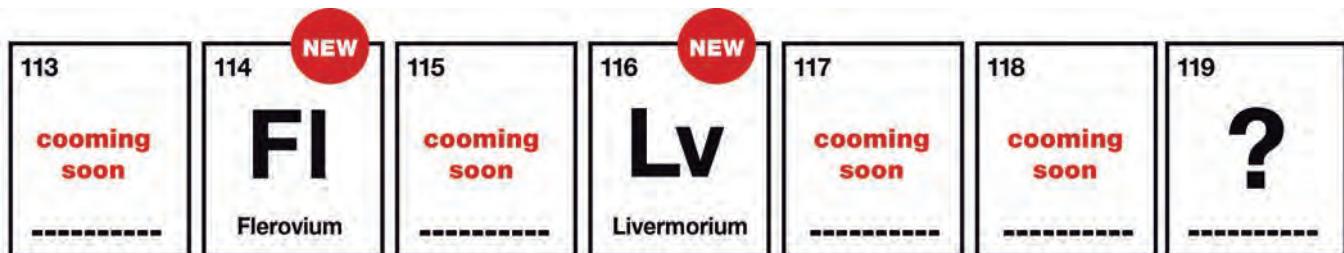
# En los confines de la tabla periódica

El pasado verano la tabla periódica de los elementos químicos creció al integrar dos nuevos nombres, flerovio y livermorio, que ocupan las casillas 114 y 116, respectivamente, y que pueden abreviarse con los símbolos Fl y Lv. El reconocimiento oficial lo otorga la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, en sus siglas en inglés), tras un largo y exigente procedimiento.

Estos dos nuevos elementos, como la veintena que les preceden, no existen en la naturaleza, ni probablemente en todo el universo, sino que han sido creados en laboratorio, haciendo chocar átomos

cortísimas, de entre unos pocos segundos y algunas milésimas de segundo, porque son tremadamente inestables y se desintegran formando una cascada de núcleos cada vez más pequeños.

En sus inicios, hubo también una explicación política al interés por llenar nuevos huecos en la tabla. Las investigaciones realizadas desde finales de la década de 1930 en física nuclear y el proyecto Manhattan, que llevó al desarrollo de las primeras bombas atómicas, tuvieron continuidad en la Universidad de Berkeley y en el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore, creado en 1952,



MARGOT

de tamaño medio y pesado para conseguir que sus núcleos se unan y formen un átomo nuevo y superpesado. Por ejemplo, para obtener el livermorio se bombardearon átomos de californio-249 con otros de calcio-48, hasta conseguir que algunos se fusionaran para formar átomos del elemento 118, que se convirtieron, casi instantáneamente, en otros del 116, y este a su vez en otros menores.

**“LO QUE CABE PREGUNTARSE ES SI MERECE LA PENA SEGUIR BUSCANDO NUEVOS ELEMENTOS MÁS ALLÁ DEL 118, PORQUE TEÓRICAMENTE LA LISTA NO TIENE FIN”**

Con el reconocimiento de estos dos nuevos elementos, la tabla se queda con algunos huecos pendientes de llenar. Los elementos 113, 115, 117 y 118 han sido ya anunciados, pero la IUPAC exige aún que se acumulen nuevas pruebas, mediante la reproducción de los experimentos en otros laboratorios, antes de darles oficialmente la bienvenida. Mientras tanto, tienen un nombre provisional de acuerdo con una norma fija, que es la denominación de sus números en latín. Así, el 113 es el ununertio, el 115 el ununpentio, el 117 el ununseptio y el 118 el ununoctio. De momento, duermen en el limbo, a la espera de que en alguna de sus reuniones, la IUPAC acceda a darles carta de naturaleza.

Para la ciencia básica, crear nuevos elementos artificiales permite disponer de una herramienta valiosa para conocer mejor el comportamiento de los núcleos atómicos y de explorar nuevas formas de la materia. Pero la aplicabilidad práctica de estas investigaciones no es mucha, ciertamente, debido a su inestabilidad. Los elementos generados tienen la particularidad de ser enormemente pesados, ya que tienen, aproximadamente, el 50% más de masa que el plomo. Esta cualidad los haría interesantes para crear nuevos materiales de propiedades insospechadas; el problema es que tienen unas vidas

y así nacieron 11 elementos nuevos (10 de ellos de la mano del químico Glenn Seaborg), desde el 94 hasta el 103, más el 106. El enfrentamiento que en tantos ámbitos científicos y tecnológicos surgió entre EE UU y la Unión Soviética llevó a esta a crear un centro de investigación que rivalizase en este terreno con los estadounidenses. Así, en 1957 nació el Instituto para la Investigación Nuclear, ubicado en Dubna, donde consiguieron fabricar los elementos 104 y 105. A los dos grupos enfrentados se unió por sorpresa el Centro de Investigación en Iones Pesados de Darmstadt (Alemania), donde lograron sintetizar los elementos del 107 al 112.

Hoy, la confrontación está superada. Científicos estadounidenses, rusos y de otras nacionalidades trabajan conjuntamente, sobre todo en el laboratorio de Dubna, rebautizado ahora como Instituto Conjunto de Investigación Nuclear, y comparten los honores de los descubrimientos. Lo que cabe preguntarse es si merece la pena seguir buscando nuevos elementos más allá del 118, porque teóricamente la lista no tiene fin. Siempre habrá la opción, aunque solo sea mental, de seguir juntando protones y neutrones para formar núcleos cada vez más grandes y pesados. El único resquicio de aplicación práctica es la posibilidad de conseguir algún isótopo más estable, con el que fabricar un material nuevo y quién sabe si portentoso. La teoría indica que en el entorno de estos elementos podría haber una “isla de estabilidad”, con núcleos de masa atómica 298 (por ejemplo, con 114 protones y 184 neutrones), ya que ese número de partículas formaría una esfera perfecta y, por tanto, muy estable.

La tabla periódica de los elementos químicos, creada por Mendeleiev en 1869, es uno de los logros más señeros de la historia de la civilización humana, que explica y sintetiza en sí misma buena parte de los fundamentos de la química. Intentar explorar sus confines, a pesar de las dificultades que entraña, es una muestra del eterno afán humano de desvelar lo desconocido por el simple placer de saber. Es difícil aventurar si, además, algún día esos elementos efímeros tendrán alguna utilidad práctica, pero vale la pena intentarlo.



# MUPITI PROFESIONAL

## La alternativa al RETA de Mupiti

Aprovecha las ventajas de optar por tu Mutualidad como alternativa al Reta

- a) Permite compatibilizar el cobro de la pensión de jubilación del Régimen General de la Seguridad Social, a la vez que realizas el ejercicio de la actividad profesional por cuenta propia.
- b) En caso de que compagines la actividad por cuenta ajena y la actividad por cuenta propia, la opción por MUPITI evita que tengas que cotizar doblemente al sistema público de Seguridad Social. En el momento de la jubilación dispondrás de dos prestaciones, la de MUPITI y la del sistema público que pueda corresponderse por la cotización al Régimen General de la Seguridad Social.
- c) Las cuotas aportadas tienen la consideración de gasto deducible de los ingresos de actividades económicas, con los límites legales establecidos.

## Sistema de Coberturas de “Mupiti Profesional”

### COBERTURAS Y PRESTACIONES:

#### • Jubilación:

Capital constituido hasta la fecha de solicitud, que no puede ser anterior a la edad legalmente establecida para el acceso a la jubilación.

El capital constituido resulta de acumular el importe de la cuota destinado a Jubilación + interés garantizado del 1% + Participación en Beneficios que corresponda.

#### • Incapacidad Permanente Total:

50.000 euros + el capital constituido en la cobertura de jubilación a la fecha de solicitud.

#### • Incapacidad Permanente Absoluta:

100.000 euros + el capital constituido en la cobertura de jubilación a la fecha de solicitud.

#### • Incapacidad Temporal:

30 €/día x N° de días que figura estipulado como de IT en el Baremo para la enfermedad o lesión correspondiente.

#### • Fallecimiento:

50.000 euros + el capital constituido en la cobertura de jubilación a la fecha de solicitud.

## Cuota

La cuota mínima, de conformidad con la Ley 27/2011, es el 80% de la cuota del **RETA**. La cuota es mensual y, para el ejercicio 2013, el importe mínimo es de 205,38 euros/mes.

La cuota para **años sucesivos** se determina mediante un **incremento del 3%** sobre la cuota del ejercicio anterior.

El colegiado puede decidir aumentar el importe de la cuota mínima mensual a pagar, indicando las coberturas a las que desea destinar el aumento de la cuota.

Los menores de 31 años, podrán beneficiarse de una **reducción del 30% de la cuota mínima**, durante los 30 meses inmediatamente siguientes a la fecha de efecto del alta, reduciéndose en el mismo porcentaje sus prestaciones. La reducción de la cuota deberá solicitarse expresamente por el mutualista.