REVISTA CUATRIMESTRAL DE INGENIERÍA, INDUSTRIA E INNOVACIÓN

NOVIEMBRE 2019 / 6€

Técnica Industrial 324

RETOS DE LA INGENIERÍA

INFORME NACIONAL DEL III BARÓMETRO INDUSTRIAL
LA MOVILIDAD URBANA DEL FUTURO MIRA AL CIELO
LOS INGENIEROS ANTE LOS NUEVOS RETOS TECNOLÓGICOS

LA INDUSTRIA EUROPEA DEL ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO
ENTREVISTA CON LA ASOCIACIÓN EMPRESARIAL DE PILAS, BATERÍAS Y ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO (AEPIBAL)

> ¿POR QUÉ ES NECESARIO SEGUIR DESARROLLANDO MOTORES DE COMBUSTIÓN PARA LUCHAR CONTRA LA CRISIS CLIMÁTICA GLOBAL DESDE LA PERSPECTIVA DEL TRANSPORTE?

> CÓMO MEJORAR EL FUNCIONAMIENTO Y EL MANTENIMIENTO EN UN SISTEMA INDUSTRIAL CRÍTICO

> DISEÑO DE UN JUGUETE ADAPTATIVO INTELIGENTE DE ESTIMULACIÓN PSICOMOTORA

> FUENTES Y ESTANQUES ORNAMENTALES. DIRECTRICES Y ESPECIFICACIONES DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN

> ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE YESO EN ESPAÑA

dmELECT

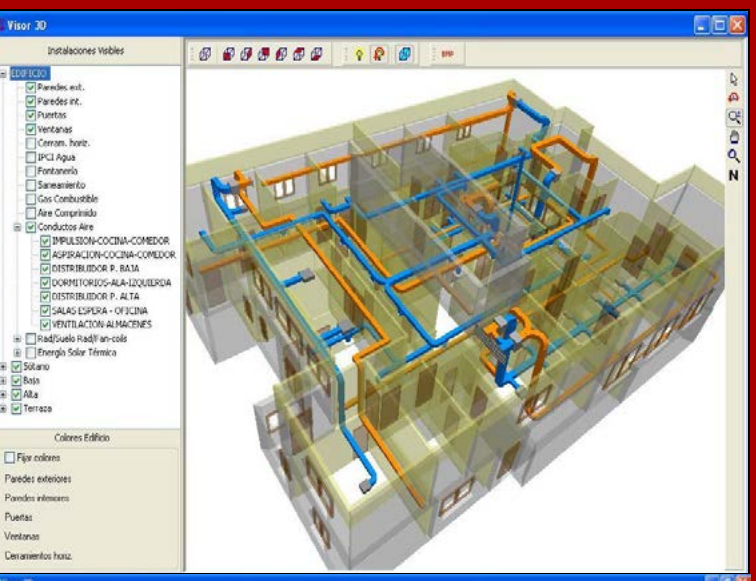
Software de Instalaciones
para Ingeniería, Arquitectura y Construcción

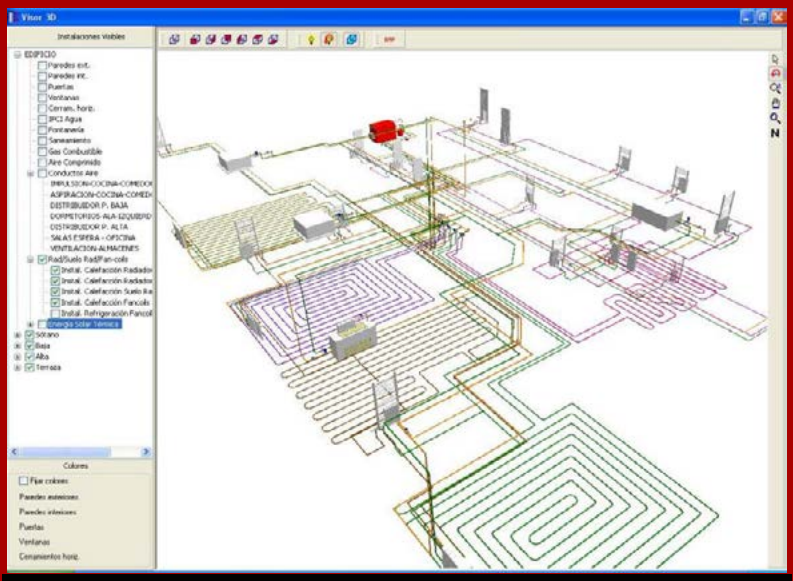
Edificación

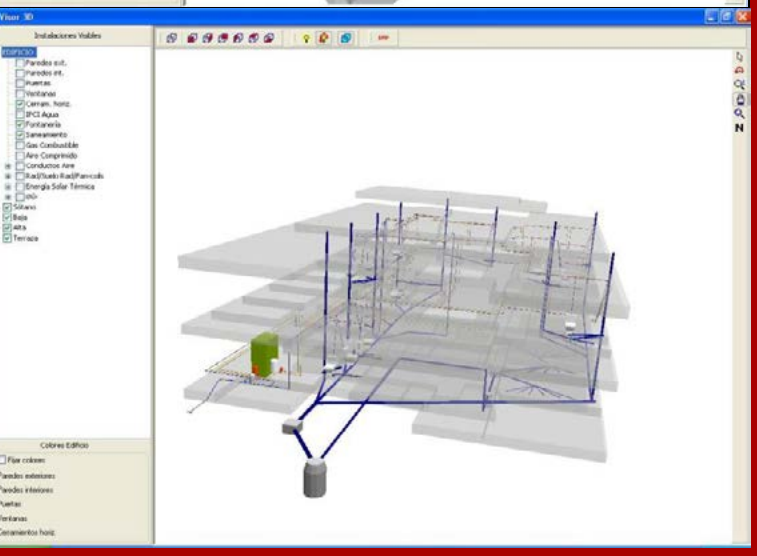
CIEBT: Instalaciones Eléctricas BT
VIVI: Instalaciones Eléctricas en Edificios de Viviendas
IPCI: Protección contra Incendios por agua
FONTA: Fontanería: Agua fría y agua caliente sanitaria
SANEA: Instalaciones de Saneamiento
GASCOMB: Instalaciones Receptoras de Gases Combustibles
AIRECOMP: Aire Comprimido y Gases Industriales
CATE: Cargas Térmicas de Invierno y Verano
CONDUCTOS: Conductos de Aire para Ventilación y Climatización
RSF: Radiadores, Suelo Radiante y Fancoils
SOLTE: Energía Solar Térmica
REFRI: Cálculo de tuberías y equipos de expansión directa

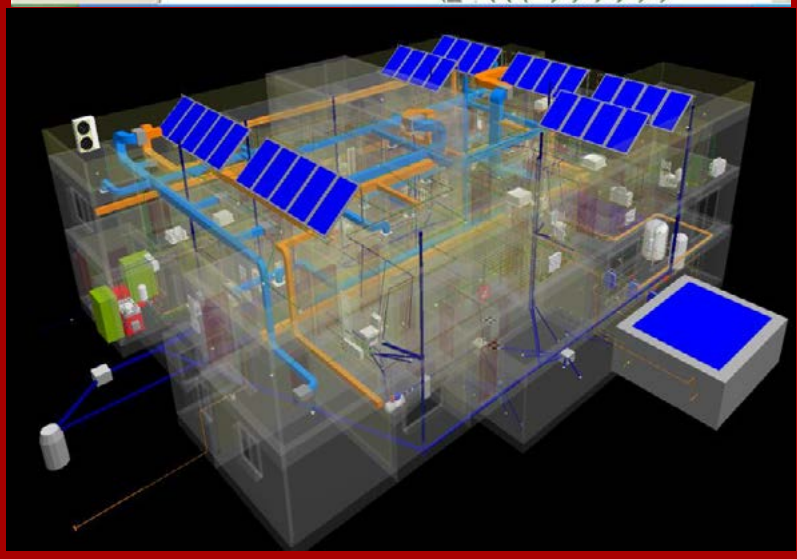
Urbanización

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









CTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

RITE

RBT

Nuevo Reglamento AT (RD 223/2008) RLAT

Reglamento Combustibles Gaseosos (RD 919/2006) RCG

SENCILLEZ EN EL MANEJO, POTENCIA EN EL CÁLCULO

dmELECT, S.L. - Telf: 950 120757 · www.dmelect.com · e-mail:info@dmelect.com

Pasos firmes

Comprueba cómo los estándares ayudan a tu empresa

www.pasosfirmes.es

UNE
NormalizaciónEspañola

Asociación Española de Normalización
une@une.org - www.une.org -

Organismo de normalización español en

ISO IEC cen CENELEC ETSI COPANT

EN PORTADA Nuevos retos tecnolólgicos

08 Los ingenieros de la rama industrial ante los nuevos retos tecnológicos La era de la industria 4.0 y la transformación digital en la que estamos inmersos suponen en sí mismas un gran reto para la ingeniería. Los ingenieros tendrán que aportar todo su talento para propiciar un amplio desarrollo de competencias y aptitudes que les lleven hacia el camino de la innovación, el emprendimiento y la creatividad.
Mónica Ramírez

12 ENTREVISTA **Leyre Olavarría** Responsable de coche conectado de SEAT: "El coche conectado y autónomo hará que la conducción sea diez veces más segura".

14 Retos de la industria europea del almacenamiento energético para 2050 La transición energética europea supone la descarbonización de los sistemas eléctricos de aquí a 2050. Para ello, los estados miembros deberán aumentar el porcentaje de energía renovable en sus sistemas de generación eléctrica.
Marita Morcillo

18 ENTREVISTA **Agustí Robirosa** Clúster manager en AEPIBAL (Asociación Empresarial de Pilas, Baterías y Almacenamiento Energético): "España tiene potencial para dar respuesta a los retos del sector del almacenamiento energético".

Foto de portada: Shutterstock.

ACTUALIDAD

04 La movilidad urbana del futuro mira al cielo
Dominar el cielo de las ciudades con la circulación de coches autónomos voladores. Parece ciencia ficción, pero podría ser una realidad dentro de dos décadas, aunque para ello es necesario superar todavía algunos escollos importantes, como la adaptación de esta tecnología al espacio aéreo urbano.
Mónica Ramírez

20 Barómetro Industrial 2019: La situación de la industria en España
El pasado mes de octubre se presentaba oficialmente el informe nacional del Barómetro Industrial del COGITI - Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2019, que este año ha cumplido su tercera edición.
Mónica Ramírez

ARTÍCULOS

24 ORIGINAL
Estado actual de la producción de yeso en España
Actual state of plaster production in Spain.
Luis M. Serna Jara, Joaquín J. Pastor Pérez, José A. Flores Yepes

32 ORIGINAL
Cómo mejorar el funcionamiento y el mantenimiento en un sistema industrial crítico. Aplicabilidad en el sistema de achique de un grupo hidroeléctrico de una central en cavern
How to improve operation and maintenance in a critical industrial system.
Francisco Javier Martínez Monseco

48 ORIGINAL
¿Por qué es necesario seguir desarrollando motores de combustión para luchar contra la crisis climática global desde la perspectiva del transporte?
The real necessity of Internal Combustion Engines development for fighting against climatic change crisis from the point of view of Road Transport.
José Ramón Serrano, Raúl Payri, Bernardo Tormos, Alejandro Gómez Vilanova

56 ORIGINAL
Fuentes y estanques ornamentales. Directrices y especificaciones de proyecto y construcción
Fountains and ornamental ponds. Guidelines and specifications of proyect and construction.
Carlos de la Fuente Borreguero

64 ORIGINAL
Diseño de un juguete adaptativo inteligente de estimulación psicomotora
Design of an adaptative intelligent toy of psychomotive stimulation
Sara Álvarez Argüelles

INTERNACIONAL

90 Toda una vida en Suiza: mis retos desde el 64
José María Boada

INGENIERÍA Y HUMANIDADES

92 Un ingeniero español en la corte del Zar
Agustín de Betancourt y Molina, nacido en el Puerto de la Cruz (Tenerife) en 1758, está considerado como uno de los ingenieros más prestigiosos de Europa. Su prolífico trabajo varió desde las máquinas de vapor y los globos aerostáticos hasta la ingeniería estructural y el planeamiento urbanístico.

94 Publicaciones

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

Directora: Mónica Ramírez Helbling
Secretario de redacción: Enrique Soriano Heras (Universidad Carlos III de Madrid). **Consejo de redacción:** Alessandro Ruggiero, Petr Valášek, Juan Antonio Monsoriu, Rubén Puche Panadero, Roberto D´Amato, Manuel Islán Marcos, Jesús Manuel García Alonso, Higinio Rubio Alonso y Fernando Blaya Haro. **Consejo asesor:** Jorge Arturo Ávila Rodríguez (México), Manuel Campo Vidal (España), Nuria Martín Chivelet (España), Sara Nauri (Reino Unido), Jerry Westerweel (Holanda).
Redacción, administración y publicidad: Avda. Pablo Iglesias, 2, 2°. 28003 Madrid. Tel: 915 541 806 / 809. revista@tecnicaindustrial.es
Impresión: Alprint. Orilla del Azarbe, 24. 30140 Murcia. **Depósito legal:** M. 167-1958 **ISSN:** 0040-1838. **ISSN electrónico:** 2172-6957.

PROFESIÓN

03 Editorial **En apoyo de la industria**
Luis Francisco Pascual Piñeiro

74 El COGITI, anfitrión de la Asamblea General de la Asociación de Jóvenes Ingenieros Europeos
Madrid acogió, del 17 al 20 de octubre, la Asamblea General de la Asociación de Jóvenes Ingenieros Europeos (European Young Engineers-EYE), donde se dieron cita unos 150 ingenieros (entre 20 y 35 años) procedentes de toda Europa.

75 III Barómetro Industrial: Urge un pacto de Estado para dotar al sector industrial de mayor peso

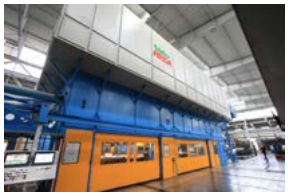
77 TRIBUNA **Morir de necesidad**
José Luis Langa Bañegil

78 Campaña: Sí, Seguridad Industrial, siempre
El Consejo Valenciano de Colegios de Ingenieros Técnicos industriales conciencia sobre la importancia de la Seguridad Industrial en toda la Comunidad Valenciana. La campaña Sí, Seguridad Industrial, siempre, está activa durante todo este año en las tres provincias de la Comunitat.

80 ENTREVISTA **Julio Amador Guerra** Catedrático en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid: "Nuestra Escuela es un centro de referencia para la formación en energías renovables".

82 ENTREVISTA **Mariel Díaz Castro** CEO y cofundadora de Triditive S.L.: "Pensar en grande es la manera de crear empresas tecnológicas disruptivas".

84 NIDEC ARISA, una historia de innovación
Tomás Ariznavarreta Ruiz



86 TRIBUNA **El valor de la actividad forense del siglo XXI**
Emilio Blanco Rodríguez

88 Norma UNE 197001:2019
Criterios generales para la elaboración de informes periciales. Elaborada por el Comité Técnico de Normalización CTN 197 Informes periciales.
Luis Francisco Pascual Piñeiro

89 Welcome to standardization
Francesc Amer Novau

95 Engineida

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

Fundación Técnica Industrial

Comisión Permanente
Presidente José Antonio Galdón Ruiz
Vicepresidenta Ana Mª Jáuregui Ramírez
Secretario Jesús E. García Gutiérrez
Tesorero Fernando Blaya Haro
Interventor José Luis Hernández Merchán
Vocales Antonio Miguel Rodríguez Hernández y Angélica Gómez González
Gerente Luis Francisco Pascual Piñeiro

Patronos
Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales de España (UAITIE), Cogiti y Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales, representados por sus decanos:
A Coruña Macario Yebra Lemos
Álava Alberto Martínez Martínez
Albacete Emilio Antonio López Moreno
Alicante Antonio Martínez-Canales Murcia
Almería Francisco Lores Llamas
Aragón Enrique Zaro Giménez
Ávila Fernando Martín Fernández
Badajoz Vicenta Gómez Garrido
Illes Balears Juan Ribas Cantero
Barcelona Miquel Darnés i Cirera
Bizkaia Alberto García Lizaranzu
Burgos Agapito Martínez Pérez
Cáceres Fernando Doncel Blázquez
Cádiz Domingo Villero Carro
Cantabria Enrique González Herbera
Castellón José Luis Ginés Porcar
Ciudad Real José Carlos Pardo García
Córdoba Manuel Caballano Bravo
Gipuzkoa Santiago Beasain Biurrarena
Girona Jordi Fabrellas Payret
Granada Isidro Román López
Guadalajara Juan José Cruz García
Huelva David Muñoz de la Villa
Jaén Rafael Fernández Mesa
La Rioja Jesús Velilla García
Las Palmas José Antonio Marrero Nieto
León Miguel Ferrero Fernández
Lleida Ramón Grau Lanau
Lugo Jorge Rivera Gómez
Madrid José Antonio Galdón Ruiz
Málaga José B. Zayas López
Manresa Àngel Vilarasau Soler
Región de Murcia César Nicolas Martinez
Navarra Luis Maestu Martínez
Ourense Santiago Gómez-Randulfe Álvarez
Palencia Jesús de la Fuente Valtierra
Principado de Asturias Enrique Pérez Rodríguez
Salamanca José Luis Martín Sánchez
S. C. Tenerife Antonio M. Rodríguez Hernández
Segovia Fernando García de Andrés
Sevilla Ana Mª Jáuregui Ramírez
Soria Levy Garijo Tarancón
Tarragona Antón Escarré Paris
Toledo Ángel Carrero Romero
Valencia Angélica Gómez González
Valladolid Francisco Javier Escribano Cordovés
Vigo Jorge Cerqueiro Pequeño
Vilanova i la Geltrú Xavier Jiménez García
Zamora Jose Luis Hernández Merchán

En apoyo de la industria

Sin olvidar que nuestro apellido profesional es industrial, es oportuno también recordar unas máximas muy claras que no por conocidas, tiempo ha, dejan de ser actuales y reales, como 'sin industria no hay desarrollo'.

Porque verdaderamente, ¿cuándo hemos visto en la historia reciente el crecimiento de un país sin el desarrollo de su industria?, pocas veces, por no decir ninguna, pues aún en los casos de rápido crecimiento económico por el descubrimiento de riqueza natural en el subsuelo, caso de minerales, gas o petróleo, el descubrimiento lleva inmediatamente aparejado el crecimiento de la correspondiente industria extractiva.

El número de TÉCNICA INDUSTRIAL, que ahora poseen en sus manos nuestros amables lectores, tiene por tema central los *Retos de la Ingeniería*. Entre esos retos de la ingeniería y del ingeniero a nadie le cabe ninguna duda que está, en el corto plazo, la reindustrialización, considerada como la recuperación, al menos en parte, del amplio tejido industrial que disponía solamente unos pocos años atrás nuestra España.

Tejido industrial del que el sector primario ha sido sin duda el más afectado; recursos naturales y energéticos, industrias de bienes de equipo, con industrias de tamaño que, por circunstancias primero del mercado y los costes de producción, fueron pasando a grandes corporaciones y ahora por la globalización se están deslocalizando. Todos conocemos, y algunos sufrido, los avatares de la industria minera-extractiva, de la industria aeronáutica y de la naval; o los devenires medioambientales que han hecho que desaparezcan prácticamente las industrias de la madera en toda Europa, cuando en EEUU sigue siendo un sector productivo de gran importancia.

Hemos pasado de un país bastante industrializado a ser mayoritariamente de servicios, gracias a que aún conservamos del sector industrial primario, industrias de automoción, aunque de multinacionales extranjeras, industrias ferroviarias, en gran parte nacionales, algunas industrias de construcción naval de embarcaciones deportivas y recreativas, y mantenemos en un nivel importante, considerado y reconocido, gran parte de nuestra industria textil, sector que fue motor de la primera revolución industrial.

Atrás han quedado muchas, muchas industrias, demasiadas. De todas aquellas florecientes en los años 60, permanece y ha crecido la industria turística, del sector servicios, que durante años ha impulsado la construcción, como industria madre de muchas otras que necesita para su desarrollo; pero no son pocas las industrias y los sectores industriales que o han desaparecido o su presencia actual ha pasado a testimonial hoy, cuando era importante.

Es evidente que no podemos ni podremos recuperar lo perdido en todos estos años, pero sí debemos y podemos apoyar y fomentar el desarrollo de otras industrias del sector secundario productivo, como energías renovables en el que sí somos referente internacional, como también del sector primario con el de grandes infraestructuras civiles, que igualmente arrastran e incluyen un sinfín de otras industrias de todo tipo.

Algo debemos y tenemos nosotros como ingenieros que desarrollar todavía, las Ingenierías del sector servicios profesionales, de las que tenemos muchas, algunas muy importantes y reconocidas internacionalmente; otras demasiado pequeñas, en las que deberíamos fomentar la cooperación, en cualquiera de sus formas asociativas, para hacerlas más multiservicios y pluriactivas, ampliando el ya por sí amplio abanico de actividades.

Hay figuras asociativas de características especiales, incluso temporales, complementarias de la conocida unión temporal de empresas, como son las agrupaciones de interés económico que tienen su base en el desarrollo comercial encaminado a los mercados exteriores, en las que varias industrias o empresas de un sector se agrupan para desarrollar estrategias de mercado básicamente internacional, pero también nacional.

Y, recordando igualmente aquella otra máxima conocida 'sin ingenio no hay industria', ahí estamos nosotros los ingeniosos ingenieros para hacer ver y demostrar que el ingenio crea industria. Tenemos el ejemplo de una multitud de compañeros, que haciéndose eco de nuestro apellido industrial se han dedicado a ser industriales, calificación profesional que antes era signo de lo que es, algo identificativo del ingenio emprendedor.

Éste es nuestro reto actual, reto de la ingeniería, apoyar la industria, sus sistemas productivos, su rentabilidad económica y su ayuda a la sociedad a la que servimos por principio inalienable de nuestra profesión.

Luis Francisco Pascual Piñeiro
Gerente de la Fundación Técnica Industrial

Revisores de la revista Técnica Industrial

Los siguientes expertos son revisores de la revista Técnica Industrial (artículos técnicos) en sus correspondientes áreas de especialidad:
Ramón Barber Castaño (Universidad Carlos III de Madrid), Alejandro Bustos Caballero (Universidad Carlos III de Madrid), Higinio Rubio Alonso (Universidad Carlos III de Madrid), Fernando Blaya Haro (Universidad Politécnica de Madrid), Raúl Key Sanchez (Universidad Carlos III de Madrid), Jesús Manuel García Alonso (Colegio Salesianos Atocha-Formación Profesional), Manuel Islán Marcos (Universidad Politécnica de Madrid), Roberto D´Amato (Universidad Politécnica de Madrid), Gerardo Pelaez Lourido (Universidad de Vigo), Alessandro Ruggiero (Universidad de Salerno), Juan Manuel Orquín Casas (Universidad Politécnica de Madrid), José Antonio Galdón Ruiz (COGITI), Francisco Reyes Tellez (Universidad Rey Juan Carlos), Silvia Nuere Menéndez-Pidal (Universidad Politécnica de Madrid), Francisco Fernández Martínez (Universidad Politécnica de Madrid), Juan Antonio Monsosiu Serra (Universidad Politécnica de Valencia), Francesc Estrany Coda (Universidad Politécnica de Cataluña), Petr Valášek (Czech University of Life Sciences Prague) y Enrique Soriano Heras (Universidad Carlos III de Madrid).

El equipo de Tecnalia presenta su prototipo de “air taxi”.

La movilidad urbana del futuro mira al cielo

Dominar el cielo de las ciudades con la circulación de coches autónomos voladores. Parece ciencia ficción, pero podría ser una realidad dentro de dos décadas, aunque para ello es necesario superar todavía algunos escollos importantes, como la adaptación de esta tecnología al espacio aéreo urbano

Mónica Ramírez

Buscar una alternativa al transporte terrestre, debido sobre todo a la congestión del tráfico que sufren numerosas ciudades en todo el mundo, es un tema que preocupa desde hace años. La movilidad urbana, por tanto, tiene sus ojos puestos en el cielo.

Un reciente estudio realizado por analistas de la entidad financiera estadounidense Morgan Stanley, calcula que en 2040 este tipo de transporte generará un mercado global de entre 615 billones de dólares, unos 534.000 millones de euros, y 2,9 trillones de dólares, unos 2,5 billones de euros. El informe se refiere tanto al transporte de personas, como al de mercancías y las empresas de reparto.

Sin embargo, tampoco conviene lanzar las campanas al vuelo en lo que respecta al hecho de que cualquier persona pueda comprarse un coche volador y lo pilote sin más. La industria avanza, más bien, hacia la era de los denominados “taxis voladores”, es decir, drones autónomos capaces de transportar a los usuarios de un lugar a otro.

Algunas compañías automovilísticas ya están desarrollando estos vehículos para convertirlos en realidad dentro de unos años. No obstante, aún queda mucho camino por recorrer, ya que además de la gran inversión que tienen que realizar las empresas en el desarrollo de la tecnología necesaria para llevarlo a cabo, las ciudades deberán adaptarse a este nuevo tipo de transporte.

Grandes compañías como Airbus, Audi, Rolls-Royce, Geely, Aston Martin o Uber, entre muchas otras, están desarrollando prototipos de coches voladores que podrían usarse como taxis voladores autónomos. A ello hay que añadir el impulso que algunos Gobiernos quieren dar a este tipo de transporte en las ciudades. Es el caso de Japón, que ha aprobado una hoja de ruta para logar que un proyecto de tal envergadura sea una realidad en 2023. La iniciativa cuenta con una financiación de 4,4 millones de euros, y son varias las empresas, entre las que destacan Uber, Boeing o Toyota, las que colaboran con Skydrive en la ejecución del proyecto.

Si todo sale según lo esperado, este coche volador (fácil de conducir y mucho más asequible que un helicóptero) se dará a conocer en la ceremonia de apertura de los Juegos Olímpicos que tendrán lugar en Tokio en 2020, y saldrá a la venta tres años después. Sin embargo, los promotores señalan también que para que el proyecto evolucione de manera exitosa, será necesaria la implantación de nuevas leyes de circulación.

Por su parte, el CEO fundador de Skydrive, Tomohiro Fukuzawa, en unas declaraciones recientes dejó claro que, aunque la intención es comercializar este vehículo, se espera que se le dé un uso principalmente como servicio público de transporte, para que la inversión consiga ser rentable desde el principio.

Los “taxis voladores” podrían solucionar problemas como la congestión del tráfico y la contaminación de las grandes ciudades. No obstante, hay muchos retos que superar más allá del desarrollo y la producción de estos modelos.

Según el citado estudio de Morgan Stanley, la tecnología autónoma para estos vehículos es mucho más sencilla de desarrollar que para los coches autónomos, ya que no solo entran en juego menos factores a controlar en el aire, sino que además ya se cuenta con la experiencia de varios años en el uso

de drones autónomos en el ámbito militar y, más recientemente, en programas piloto de reparto. También hay que tener en cuenta que una vez desarrollada esta tecnología, los taxis voladores deberán ganarse la confianza de los ciudadanos, demostrando que son seguros y que se adaptan a sus necesidades cotidianas.

Otro gran reto será precisamente la adaptación de la tecnología a las necesidades de la población para solucionar problemas como una autonomía reducida, que no permita realizar distancias largas o ejecutar varios viajes sin tener que parar a recargar, así como que el tiempo de carga sea demasiado largo o que alcance una velocidad lenta. Además, esta tecnología se enfrenta también a la adaptación del espacio aéreo de las ciudades y a la habilitación de los espacios donde efectuar los despegues y aterrizajes en vertical.

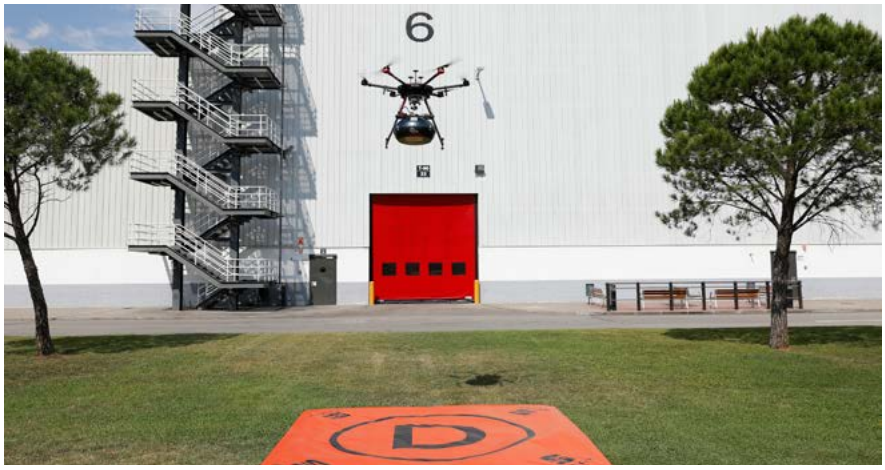
El tema económico será, sin duda, otro punto a tener en cuenta para la implantación de los taxis aéreos entre la población, ya que si el precio es demasiado elevado, quedará reducido a un uso escaso, y por tanto su expansión no será como la esperada.

Primer prototipo presentado en España

Un estudio de Porsche Consulting estima que en 2035 el negocio de "air taxi" alcance los 32.000 millones de euros. Actualmente, existen 6 prototipos, a nivel mundial, de este tipo de transporte. En fechas recientes se presentaba en Donostia-San Sebastián el primero de ellos en España, a cargo del centro de investigación y desarrollo tecnológico Tecnalia.

Se trata de un prototipo diseñado para el traslado de una persona o cargas de hasta 150 kilogramos, y para cubrir en aproximadamente 15 minutos distancias urbanas de hasta 15 kilómetros, con lo que se cubrirían las necesidades de transporte del centro urbano del 85% de todas las ciudades del mundo. La velocidad durante los trayectos sería de 90km/h, aunque la arquitectura podría permitir velocidades de hasta 190 km/h, y la altura del vuelo se encontraría entre los 100 y los 300 metros, a expensas de cómo evolucione la legislación vigente.

El aerotaxi de TECNALIA está compuesto por una cabina aerodinámica de 1.8 metros por 2 metros, con puerta y ventana, y por cuatro drones colocados en la parte superior e inferior de la nave, que permiten el desplazamiento de ésta.



El proyecto conjunto entre SEAT y el Grupo Sesé permitirá el suministro de componentes mediante la utilización de drones.

Y aquí es donde reside su principal innovación: gracias a un sistema de control avanzado, estos drones se mueven de forma independiente, pero coordinada entre sí, lo que favorece la estabilidad, eficiencia, precisión y controlabilidad de la cabina y, por tanto, el confort en su interior.

"Es un hito en el campo de la movilidad aérea urbana, que nos posiciona como pioneros en Europa junto a Alemania, y nos convierte en un referente mundial. Se trata de un nuevo concepto de aeronave que se podría escalar desde uno hasta cuatro pasajeros en función de la integración demandada en cada ciudad y servicio", explica Agustín J. Sáenz, subdirector general de Mercado de Tecnalia.

Por su parte, Joseba Lasa, uno de los responsables del desarrollo, señala que "la principal novedad de la aeronave de Tecnalia reside en que por su arquitectura permite que la cabina pueda mantener su propia orientación independientemente de la velocidad, una ventaja clara frente a los drones convencionales y las actuales aplicaciones tipo *air taxi*. Esta característica mejora la experiencia de vuelo, permitiendo una sensación similar a la de un automóvil o un autobús, desde el punto de vista dinámico".

El producto final será autónomo, e incorporará las tecnologías de posicionamiento y comunicación del resto de vehículos autopilotados. También tendrá capacidades de aterrizaje y despegue precisos en espacios reducidos, como una plaza de aparcamiento, y podrá soportar condiciones ambientales adversas, tales como fuerte viento y lluvia, así como minimizar el flujo de aire molesto a la hora de despegar y aterrizar.

Como explica Agustín J. Sáenz, "una de las formas de explotación posibles para este tipo de vehículos es la de un servicio compartido que permita acceder a estas aeronaves cuando se necesita un desplazamiento de forma autónoma hasta otro punto de la ciudad. Asimismo, pueden ser utilizadas como vehículos de transporte urbano de mercancías o para accesos rápidos en caso de emergencia". Este amplio rango de uso es posible gracias a los diversos desarrollos que han sido necesarios en este prototipo, y que pueden ser reutilizados total, o parcialmente, para otras aplicaciones en el ámbito de la movilidad basada en drones.

Desde Tecnalia indican que la compañía se encuentra actualmente en fase de negociación con distintos socios industriales para el desarrollo e industrialización del producto final, y prevé que este tipo de aeronaves podrían ser una realidad en un plazo de cinco años. En paralelo, está trabajando con las diferentes autoridades involucradas en los cambios legislativos necesarios para que esta realidad sea posible. No obstante, países como Alemania y Francia ya se están posicionando con proyectos piloto, y en 2020, Los Ángeles, Dallas, Dubai, Singapur y Tokio realizarán los primeros vuelos experimentales en sus ciudades.

En la actualidad, hay 17 iniciativas que compiten por ser la primera en tener uno de estos vehículos operativos. Uno de ellos es el que está desarrollando la compañía aeronáutica estadounidense Boeing, que ya ha realizado su primer vuelo de prueba.

Este prototipo, al que ha llamado PAV, que son la siglas en inglés de Passenger Air Vehicle, y que mide 9,1 metros de lar-

go y 8,5 de ancho, tiene capacidad para transportar a dos pasajeros. La nave está propulsada por motores eléctricos, y diseñada para volar de forma totalmente autónoma, con un alcance de hasta 80 kilómetros.

El desarrollo del PAV está a cargo de Boeing NeXt, la división de Boeing que impulsa los esfuerzos en movilidad aérea urbana de la compañía, y cuya ingeniería desarrolla Aurora Flight Sciences, empresa convertida en filial tras su compra por parte de Boeing en 2017.

Seguridad y convivencia de aparatos

La seguridad y la convivencia con otros aparatos son las grandes incógnitas a las que se enfrenta este nuevo panorama. Sea cual sea la compañía que arranque de forma definitiva con la puesta en marcha de este nuevo medio de transporte, tendrá por delante la ardua tarea de convencer a las autoridades de que es posible la convivencia entre naves tripuladas y otras sin piloto y, sobre todo, que es segura.

Además, la congestión y la gestión del espacio aéreo es otro de los puntos que hay que tener en cuenta, y a lo que ya se están dedicando gran parte de los esfuerzos en lo concerniente al ámbito de la inteligencia artificial, en el sector aeronáutico.

A pesar de las incertidumbres que se plantean, el tema de la movilidad urbana aérea será uno de los principales retos que habrá que abordar en los próximos años, a la vista de cómo está evolucionando el desarrollo demográfico en la mayoría de los países. Y es que según las estimaciones de las Naciones Unidas, en 2030, el 60% de la población mundial vivirá en ciudades, y para esa fecha se prevé que habrán surgido media docena más de nuevas megaciudades. Los urbanistas se enfrentarán al desafío de asegurar que la movilidad en estas megalópolis siga siendo posible. Asimismo, el hecho de que nos encontremos ante vehículos que no utilizan combustibles fósiles puede jugar a su favor, pues ayudará a mejorar la contaminación de las grandes ciudades.

A todos estos factores, hay que añadir el componente económico. El desarrollo de este tipo de transporte puede ser un buen negocio. Los cálculos más optimistas los aportan los analistas de la entidad financiera estadounidense Morgan Stanley, cuyas estimaciones predicen que dicha tecnología podría hacer florecer una industria valorada en 2,5 billones de euros en el año 2040. Por el contrario, su visión más pesimista fija su valor alrededor de los 542.000 millones de euros.

Drones mensajeros

La utilización de drones como medio de transporte público supone un gran reto para la sociedad, pero por supuesto no es el único uso que se le puede dar. Un dron podría ser, en el futuro, nuestro repartidor a domicilio. De hecho, la empresa Amazon ya ha entregado mediante drones sus primeros paquetes en Inglaterra, concretamente en la zona de Cambridge. Por ahora, el sistema es una prueba permitida por el Gobierno británico, y sólo se ha llevado a cabo para la distribución de paquetes en casas aisladas y alejadas de núcleos urbanos. Esta innovación aumentará la eficiencia y permitirá mayor flexibilidad en las cadenas de suministro en un futuro cercano.

En otros países también se han realizado ensayos similares. En Estados Unidos, la entrega de paquetería mediante drones es una actividad todavía en ciernes. Por el momento, sólo se ha experimentado con algunos programas piloto. El pasado mes de junio, durante la conferencia 're:MARS', Amazon anunció una nueva versión del dron mensajero de su servicio Prime Air, autónomo y dotado de inteligencia artificial. No obstante, según ha publicado el periódico Financial Times, ha sido la compañía Walmart la que ha logrado superar a Amazon en número de patentes aprobadas, vinculadas con el desarrollo de drones de reparto.

Sin embargo, en la escalada para liderar este sector tecnológico, y como suele suceder en numerosas ocasiones, China es el país que lleva la delantera, donde los drones han logrado tener una presencia cotidiana. En este sentido, las empresas JD.com y Alibaba comenzaron en 2016 a utilizar drones como medio habitual para transportar mercancías a las zonas interiores del país.

Suministro de componentes

En lo que respecta a España, dos compañías han conectado sus instalaciones a través de drones que garantizarán el suministro de piezas en sólo 15 minutos. Se trata de SEAT y el Grupo Sesé, cuyo proyecto conjunto permite el suministro de componentes desde el centro logístico de Sesé en Abrera hasta la fábrica de SEAT en Martorell, cubriendo una distancia de poco más de 2 kilómetros.

Este proyecto supone la incorporación de "drones para el suministro de componentes", que mejorarán la flexibilidad de las líneas de producción al conectar ambas instalaciones en un cuarto de hora. Hasta ahora, cuando un volante o un airbag en la línea de montaje tenían algún defecto, se comunicaba al centro logístico de Sesé. El coche se sacaba de la línea de montaje hasta que llegase un recambio a través de un camión, y el proceso duraba alrededor de 90 minutos. Con esta nueva solución, no será necesario sacar el vehículo de la línea en ningún momento.

El proyecto arrancó el pasado mes de julio en fase de pruebas, con circulaciones puntuales de drones en caso de urgencia. El proyecto piloto se realiza bajo la supervisión de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), y continuará de manera experimental con varias circulaciones al día.

Sin embargo, la puesta en marcha de esta iniciativa también ha conllevado sus dificultades. Una de ellas fue el hecho de que entre ambas instalaciones hay una carretera de polígono industrial, y no tenían permiso para sobrevolarla. De manera que las primeras pruebas de vuelo se realizaron sin cruzar esta calle durante varias semanas. Una vez dentro, en el recinto de SEAT, hubo que determinar el recorrido más óptimo, y por el que menos personas transitaran. Otros obstáculos que hubo que sortear fueron los cables de alta tensión, que podían causar interferencias con los sistemas del dron.

Por otro lado, en cuanto a los requisitos técnicos, para este operativo se precisaba un dron profesional, capaz de levantar una cantidad determinada de Kilogramos (> 15). El dron cuenta con 6 hélices, diferentes sistemas de redundancia para dotarlo de mayor seguridad, sistema anticolisión, etc. Asimismo, su tiempo en vuelo es más duradero, lo que permite realizar viajes de ida y vuelta sin tener que preocuparse por el consumo de las baterías.

Además de las ventajas técnicas que comporta este suministro con drones, supone también una reducción de emisiones de CO_2 con respecto al camión, a lo que hay que añadir que las baterías del dron se recargan con energías renovables.

ELIMINE LAS CADENAS DE SUS OPERACIONES

Las cadenas de rodillos siguen siendo una solución muy utilizada. Sin embargo, existen otras que pueden sustituir a esta desfasada opción. Hay una alternativa mejor en el mercado que puede hacer que su vida sea más sencilla. Las correas son una alternativa sin óxido ni aceite que ofrece un rendimiento superior al de las cadenas de rodillos, además de durar hasta tres veces más y pesar hasta un 96 % menos. Descubra las ventajas de las correas de Gates en términos de funcionalidad, tiempo de actividad y rendimiento.

SOLUCIONES DE TRANSMISIÓN POR CORREA DE GATES

LIBERE SU NEGOCIO DE LAS OBSOLETAS CADENAS DE RODILLOS

GATES.COM

3X MÁS VIDA UTIL | **SIN OXIDO NI ACEITE** | **UN PESO UN 96% INFERIOR**

Gates® | **DRIVEN BY POSSIBILITY™**

© Gates Corporation 2019 - Todos los derechos reservados.

Pantalla frontal y velocímetro digital en vehículo autónomo. Foto: Shutterstock.

Los ingenieros de la rama industrial ante los nuevos retos tecnológicos

La era de la industria 4.0 y la transformación digital en la que estamos inmersos suponen en sí mismas un gran reto para la ingeniería. Los ingenieros tendrán que aportar todo su talento para propiciar un amplio desarrollo de competencias y aptitudes que les lleven hacia el camino de la innovación, el emprendimiento y la creatividad

Mónica Ramírez

La tecnología evoluciona a un ritmo acelerado y las empresas deberán adaptarse a los cambios lo antes posible para seguir el ritmo. La digitalización de la industria es una revolución que cambiará, y de hecho ya lo está haciendo, el paradigma de la fabricación industrial, los entornos de trabajo y la forma de relacionarse tanto con proveedores como con clientes.

De esta forma, aquellas empresas que logren subirse al carro de la Industria 4.0 tendrán más posibilidades de alcanzar el éxito en sus respectivos sectores. Y las que no, podrían verse en una difícil situación en el futuro, como auguran los expertos en la materia.

En los últimos años, se han generado un gran número de empleos relacionados con la tecnología y la robótica, y se prevé que esta cifra vaya en aumento en los próximos años. Y es que actualmente los perfiles más demandados por las empresas son aquellos relacionados con las disciplinas STEM (Science, Technology, Engineering y Mathematics).

> El sector de la ingeniería está en constante evolución para adaptarse a las nuevas necesidades que van surgiendo

Estas cuatro ramas del conocimiento abarcan un número considerable de carreras universitarias, entre las cuales destacan Física, Robótica, Ingeniería, Electrónica, Arquitectura, Matemáticas, Economía, Estadística, Desarrollo de Aplicaciones Web, Nanociencia, Medicina, Enfermería, Genética, o Química, entre otras. En relación a las necesidades futuras de profesionales, que aseguren un buen desarrollo a los países, los expertos coinciden en vaticinar un mayor incremento de las profesiones STEM, del orden de un 14% en Europa para el año 2020, frente a un 3% de incremento del total de ocupaciones. En concreto, en España, Randstad Research prevé que hasta el año 2022 podrían generarse 390.000 puestos STEM, con mejores salarios, y otros 168.000 puestos indirectos.

Los ingenieros tendrán que desafiar a esta nueva era, utilizando sus habilidades para lograr una gestión más eficaz

I Congreso Nacional de Movilidad, celebrado en la Feria de Madrid (IFEMA), donde expertos en conducción autónoma explicaron los avances logrados y los desafíos para la implantación total del vehículo autónomo.

de los recursos, mejorar todos los procesos de producción y aumentar la rentabilidad. Para ello, tendrán que apoyarse en una gran variedad de tecnologías que se están desarrollando de forma vertiginosa, y que facilitará la realización de todo este trabajo. En los próximos años, asistiremos, además, a la implantación de nuevas herramientas, procesos y productos, que nos harán la vida más fácil, y en cuyo desarrollo e innovación tendrán mucho que decir los ingenieros de la rama industrial.

El sector de la ingeniería, al igual que cualquier otro, se enfrenta a una constante evolución para adaptarse a las nuevas necesidades que van surgiendo en la sociedad y en el panorama laboral. La era digital trae consigo nuevos procedimientos, herramientas y metodologías que habrán de tener en cuenta los entornos de trabajo de las empresas de ingeniería, y los equipos de profesionales tendrán que estar preparados para adaptarse a ellos: integración en los entornos digitales, implantación BIM (especialmente en empresas relacionadas con la construcción, la edificación y la gestión de proyectos de base técnica), desarrollo de infraestructuras inteligentes (para mejorar la eficiencia energética, funcionalidad y comodidad de edificios, carreteras, o estaciones de tratamiento de agua), y la incorporación de herramientas tecnológicas a las labores de trabajo. La formación de los profesionales en estos aspectos es una pieza fundamental.

La movilidad en las grandes ciudades y los problemas de contaminación que genera supone todo un reto para los ingenieros

Hacia la nueva movilidad urbana

La movilidad en las ciudades es un tema que suscita una gran preocupación en la actualidad, y que unido a los problemas que causa la contaminación y a la necesidad de optar definitivamente por las energías limpias, supone todo un reto para los ingenieros.

Se estima que dentro de 30 años, dos tercios de la población mundial vivirán en grandes ciudades. Las urbes crecerán en población y serán más extensas. La mejora en los desplazamientos urbanos será, por tanto, una necesidad cada vez más primordial para los ciudadanos.

En este sentido, tanto los Gobiernos de las naciones como las industrias tendrán que desarrollar soluciones para poder atender el aumento de la movilidad urbana, que además tendrán que ser seguras y sostenibles, teniendo en cuenta los altos índices de contaminación que sufren las grandes ciudades. En este sentido, será necesario reducir al máximo el impacto ambiental. Toda apunta a que las soluciones de movilidad serán cada vez más complejas.

El pasado mes de abril tuvo lugar en la Ciudad Politécnica de la Innovación de Valencia la primera edición del Smart Mobility Summit, organizado por la plataforma Smart Mobility. Políticos, expertos en movilidad y urbanismo, CEO del sector de la movilidad urbana sostenible, abogados y periodistas se dieron cita para analizar desde distintos prismas los retos del sector y las herramientas que ofrecen los nuevos modelos de movilidad para las grandes urbes.

Con respecto a estas jornadas, José Luis Zimmermann, director general de Adigital, asociación integrada en la plataforma Smart Mobility, achacó la nece-

sidad de soluciones de movilidad "más eficientes y sostenibles" al "gran crecimiento de las ciudades y los nocivos efectos de su congestión sobre el medio ambiente". Por ello, explicó que "realizar este tipo de encuentros en el que participan entidades públicas y privadas nos ayuda a pensar esas soluciones de manera más realista y adaptada a las necesidades de nuestros centros urbanos y, sobre todo, de las personas que viven en ellos".

En este marco, los participantes apuntaron cuáles podrían ser las nuevas alternativas ante este gran desafío: una movilidad sostenible, digital, compartida y eléctrica. A pesar de que España es uno de los países que apuestan por el cambio energético, la venta de coches eléctricos no termina de despegar. Tanto es así, que en 2018 este tipo de coches apenas supusieron el 1% de las matriculaciones, con un total de 11.814 vehículos, según reflejan los datos del estudio "La reinvención del automóvil. Claves para entender una revolución sin precedentes", publicado por EAE Business School. Es más, todo apunta a que todavía les queda tiempo a los combustibles fósiles, tal y como señalan los expertos, que incluso aseguran que no llegarán a desaparecer del todo.

El citado estudio indica también que en 2030 los vehículos híbridos y eléctricos tomarán el relevo de las motorizaciones convencionales, a nivel mundial. Además, se prevé que en 2025 el tamaño del mercado de vehículos eléctricos habrá crecido un 79% en comparación con los datos registrados en 2017. Según las estimaciones recogidas en el estudio, Europa englobaría el 44% de la ventas proyectadas de vehículos eléctricos en todo el mundo, China el 34%, Estados Unidos el 6,5% y Japón el 4,4%.

Respecto a los coches híbridos, que se han desarrollado en gran parte gracias al esfuerzo investigador de Japón y sobre todo de la marca Toyota, se calcula una proyección de la producción mundial de 5,4 millones de vehículos, un 77% más con respecto a 2015. En cuanto a los coches autónomos, se estima que China liderará su venta con 5,7 millones en 2025, seguido de Estados Unidos con 4,5 millones y Europa oriental con 3 millones.

Coche autónomo

Los coches autónomos ya se están probando en ciudades como Nueva York, y los expertos del Salón del Automóvil que se celebra en dicha ciudad vaticinan que en diez años viajaremos en coches autónomos; opinión que comparte el presidente de la compañía automovilística Seat, Luca de Meo, quien augura que los coches autónomos circularán de forma generalizada por las calles en la próxima década, y que los vehículos eléctricos serán accesibles "a todo el mundo" en dos o tres años.

Los coches autónomos circularán de forma generalizada en la próxima década y China liderará su venta

Además, el máximo responsable de la automovilística española ha explicado que su marca trabaja de forma intensiva en el desarrollo de tres nuevas tecnologías que ya son una realidad, pero que vivirán un 'boom' en los próximos años, como son el coche conectado, el eléctrico y el autónomo.

En su opinión, los automóviles sin conductor, que ya se están testando en países como Estados Unidos y en los que trabajan desde hace años compañías como Tesla, serán un elemento habitual de las calles de las ciudades "en un máximo de diez años".

La Industria 4.0 y sus tecnologías posibilitan la aparición de nuevos modelos de negocio

De igual manera, tan sólo tendrán que pasar "dos o tres años" para que los ciudadanos puedan tener acceso de forma generalizada a los automóviles eléctricos, que actualmente presentan dos grandes retos: su elevado coste, aún no al alcance de todos los bolsillos, y la falta de una infraestructura adecuada en las calles u otros emplazamientos para realizar las cargas.

Luca de Meo señala que los coches conectados, aquellos equipados con tecnología 5G y que se pueden conectar a infraestructura y otros vehículos, irrumpirán en el mercado de forma masiva en cinco o seis años. Además, afirma que hasta ahora la industria automovilística estaba enfocada en la producción y la distribución, pero que ahora hay "un mundo totalmente diferente", ya que se ha producido una "aceleración brutal de las inversiones en nueva tecnología" para afrontar los nuevos retos del mercado.

Por su parte, Leyre Olvarría, responsable de coche conectado de Seat, indicaba en una entrevista publicada en TÉCNICA INDUSTRIAL que "nuestro objetivo es crear vehículos y soluciones de movilidad que evolucionen al mismo ritmo que el mercado de la electrónica de consumo. Seat fue la primera empresa en lanzar al mercado la tecnología de Integración de smartphones compatible con iOS (Car-Play), Android (AndroidAuto) y Mirror-Link". En cuanto al papel de los ingenieros de la rama industrial en el desarrollo del coche conectado en Seat, señala que "para desarrollar los sistemas de entretenimiento, hasta ahora hemos contado principalmente con ingenieros electrónicos. Sin embargo, estamos viviendo un cambio. El desarrollo de funcionalidades del coche conectado está cambiando los requerimientos de incorporación hacia perfiles más informáticos. Con el coche conectado entramos en la era del *software* en la automoción y, por lo tanto, perfiles como arquitectos de *software* o *scrum masters* son clave para los nuevos desarrollos de I+D". La evolución del automóvil hacia la integración con la electrónica y los componentes digitales representa ya el 45% del valor del producto, cuando hace tan solo 10 años, era del 20%.

Además, la Industria 4.0 y sus tecnologías también posibilitan la aparición de nuevos modelos de negocio, al cambiar el modo en que se pone a disposición del cliente un producto o servicio. La transformación digital permite, por ejemplo, incorporar sensores a los vehículos, habilitando un nuevo modelo de negocio que consiste en alquilar automóviles por horas ("coche compartido").

Escollos por solucionar

Leyre Olavarría, responsable de coche conectado de Seat, señala que "si queremos afrontar con éxito los retos a los que nos enfrentamos en materia de movilidad, debemos trabajar mano a mano con las administraciones públicas, empresas y otros agentes para establecer un marco regulatorio que se adapte a esta nueva realidad".

Por ello, para lograr la implantación definitiva del coche autónomo es necesario llevar a cabo un ajuste de diversos aspectos derivados de la seguridad vial

y en materia de seguros. En este sentido, se plantea una dicotomía entre fabricantes y conductores en lo que respecta a la responsabilidad en caso de accidente. Mientras que los primeros consideran que será del propietario de uno de estos vehículos sin conductor de quién dependa la póliza en caso de accidente, los conductores estiman que al no tener el control de la conducción será el propio fabricante quien solicite la cobertura de daños a terceros obligatoria.

En el ámbito legislativo, el código de circulación deberá adaptarse a este tipo de vehículos. Uno de los aspectos más complejos de solucionar del coche autónomo es el conjunto de normas que regulen su funcionamiento en las vías públicas, o determinen la responsabilidad en caso de siniestro. Y todo ello, con la dificultad añadida de la no existencia de un marco normativo común, pues no existe una regulación mundial homogénea a este respecto.

Otro escollo que se tendrá que salvar es el de las infraestructuras: para llevar a cabo un proyecto de tales dimensiones se requerirán de sistemas instalados en la calzada. El software ya es capaz de detectar la proximidad y los movimientos de objetos y vehículos a su alrededor.

> Uno de los aspectos más complejos del coche autónomo es el conjunto de normas que regulará su funcionamiento

Acuerdo de colaboración

En enero de 2018 conocíamos la noticia de que la Dirección General de Tráfico (DGT) y Mobileye, compañía perteneciente a Intel, habían firmado un acuerdo de colaboración con el objetivo de mejorar la seguridad vial y adaptar la normativa española a la circulación de vehículos autónomos. Según un estudio del organismo público, la incorporación de esta tecnología a la flota de vehículos de nuestro país podría haber evitado o mitigado 4.000 atropellos en el último año; además de haber reducido un 54% los accidentes por colisión frontal y disminuido 19.000 siniestros relacionados con salidas involuntarias de carril.

Asimismo, la DGT y la empresa de Intel anunciaron también su colaboración en la normalización de la conducción autónoma, definiendo la hoja de ruta reglamentaria requerida e incorporando el modelo de Seguridad Sensible de Responsabilidad (RSS), que proporciona parámetros específicos y medibles para garantizar que un vehículo autónomo circule de manera segura y responsable.

"Este acuerdo de colaboración nos permite entender y situar mejor a España en una posición líder para los cambios y las oportunidades a los que nos estamos enfrentando en cuanto a seguridad vial y movilidad", apuntó el subdirector general de Gestión de Movilidad de la DGT, Jaime Moreno.

Según el Informe Global sobre Automoción 2018 de KPMG, Holanda es el país más preparado para la llegada del coche autónomo. Su Consejo de Ministros aprobó en 2015 las primeras pruebas de esta tecnología en las vías pública, y puso en marcha el primer autobús autónomo del mundo, en Gelderland. Le siguen Singapur y Estados Unidos. Por su parte, España ocupa la 15º posición del ranking, según el citado informe.

¿Cómo funciona un vehículo autónomo?

Un vehículo autónomo tiene la capacidad de percibir el entorno que le rodea mediante técnicas complejas como láser, radar, lidar (dispositivo que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado), sistema de posicionamiento global y visión computarizada. Se trata de convertir un vehículo convencional en autónomo instalando todos los equipos, sensores y sistemas informáticos capaces de darle esa independencia en la conducción.

Los sistemas avanzados de control interpretan la información para identificar la ruta más apropiada, con el fin de llegar al destino seleccionado, así como los obstáculos y la señalización relevante que encontrará el vehículo en su camino. Para una máquina no existe la ambigüedad en la toma de decisiones. La navegación del coche autónomo se rige en función de unas directrices previamente establecidas. De este modo, en una carretera con límite de velocidad a 100 km/h, el coche autónomo jamás excederá ese límite a no ser que se alteren sus parámetros de funcionamiento predefinidos.

Con el objeto de poder tomar decisiones acertadas, el coche necesita recopilar toda la información disponible en su entorno. Para ello, los coches autónomos cuentan con una serie de sensores y cámaras que permiten la captación de información. Más concretamente, cada vehículo suele estar equipado con una unidad GPS, un sistema de navegación inercial, y una serie de sensores: medidores láser, un radar, un lidar y vídeo.

Los datos de cada sensor se filtran para eliminar ruido y se combinan para aumentar el conocimiento del entorno y actualizar el mapa, con el fin de evitar obstáculos. Los datos se recogen de forma periódica, ya que el proceso de localización, mapeo del entorno, y detección de obstáculos se produce continuamente. Para ello, se emplean cámaras y medidores láser. Este último escanea el entorno haciendo sucesivas pasadas y calcula la distancia a los objetos cercanos en base al tiempo que el haz de luz tarda en volver. La combinación de toda esta información, junto con la recopilada por la cámara, permite construir un modelo tridimensional de todo el entorno.

Para situar el vehículo en el mapa se utiliza el GPS y el sistema de navegación inercial. Este último (*INS de inertial navigation system*), es un sistema de ayuda a la navegación que usa acelerómetros y sensores de rotación para calcular continuamente una estimación de la posición, orientación y velocidad del movimiento del coche. Al combinarlo con la posición del GPS es preciso obtener una posición con mayor exactitud.

Leyre Olavarría

Responsable de coche conectado de SEAT

"El coche conectado y autónomo hará que la conducción sea diez veces más segura"

Leyre Olavarría

Mónica Ramírez

"El sector de la automoción se enfrenta a la mayor revolución que ha vivido la industria a lo largo de su historia, y si queremos afrontar el futuro con optimismo, debemos estar preparados". Con estas palabras, la responsable de coche conectado de SEAT, Leyre Olavarría, describe la situación en la que se encuentra dicho sector en la actualidad. En la siguiente entrevista desgranamos con ella las claves y los desafíos que afrontan las nuevas tecnologías.

Su marca trabaja de forma intensiva en el desarrollo de tres nuevas tecnologías que ya son una realidad, pero que vivirán un 'boom' en los próximos años, como son el coche conectado, el eléctrico y el autónomo. ¿Cómo se están preparando para ello?

Hace tiempo que en SEAT nos dimos cuenta de que nuestro futuro pasaba por transformarnos y convertirnos en un proveedor de servicios de movilidad. La clave del éxito de esta transición es la cooperación. Tenemos que adoptar una actitud creativa y explorar nuevas vías de colaboración y tomárnoslo como una oportunidad para avanzar. En este sentido, trabajamos con empresas energéticas como Naturgy, para impulsar la tecnología CNG. Estamos explorando soluciones en el ámbito asegurador para el futuro coche autónomo con empresas del sector. Colideramos con Telefónica y Barcelona 5G un proyecto para impulsar la digitalización del automóvil a través de la tecnología 5G; y colaboramos en el proyecto Start4big, la primera iniciativa digital, abierta y multisectorial impulsada por Aigües de Barcelona, Caixabank, Naturgy, SEAT y Telefónica, que busca start-ups en estado de madurez para desarrollar pilotos disruptivos con el objetivo de mejorar la experiencia de los consumidores.

También trabajamos de manera estrecha con líderes tecnológicos como Google, Amazon, Apple, Microsoft o IBM. Sin ir más lejos, SEAT ha sido el primer fabricante automovilístico que ha integrado Waze, Shazam y Amazon Alexa en el coche.

¿Tenemos todavía un horizonte lejano para que el uso del coche autónomo sea una realidad?

El coche autónomo todavía no es una realidad, pero cada vez está más cerca. El despliegue de las redes 5G supondrá la reducción drástica de la comunicación entre dispositivos, permitiendo que el coche reciba información del entorno urbano antes de que la vea el conductor, el primer paso en el desarrollo del coche autónomo.

¿Cuáles son las principales complicaciones técnicas que se presentan?

Actualmente estamos desarrollando junto a Telefónica un proyecto piloto en el desarrollo del coche conectado, el primer paso para una conducción totalmente cooperativa y autónoma. Este proyecto piloto nos permitirá estudiar la comunicación entre el automóvil, la infraestructura y el resto de vehículos en circulación. Por el momento, tendremos que esperar a que la tecnología 5G sea una realidad para poder testear la robustez del sistema, la comunicación entre vehículos y garantizar la seguridad.

¿Piensa que incrementará la seguridad y reducirá, por tanto, la siniestralidad en la carretera?
El coche conectado y autónomo hará que la conducción sea diez veces más segura, al eliminar el factor humano, responsable a día de hoy de más del 90% de los accidentes de tráfico.

¿Qué expectativas de demanda se prevé en este tipo de vehículos?
Es posible que a la gente le cueste acostumbrarse al coche autónomo, pero, en cualquier caso, será una realidad en nuestras ciudades antes de lo que creemos. Cuando la tecnología y la legislación estén listas, el coche autónomo tendrá el potencial de reducir el coste de transporte por carretera en un 90%.

¿Será necesario realizar una profunda revisión de la normativa vigente?
La tecnología está permitiendo avances que eran impensables hasta hace unos años, evolucionando a un ritmo vertiginoso que hace que el actual marco normativo quede obsoleto. Por este motivo, si queremos afrontar con éxito los retos a los que nos enfrentamos en materia de movilidad, debemos trabajar mano a mano con las administraciones públicas, empresas y otros agentes para establecer un marco regulatorio que se adapte a esta nueva realidad.

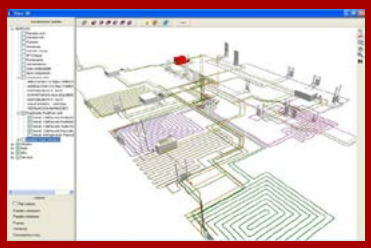
Hasta ahora, la industria automovilística estaba enfocada principalmente en la producción y la distribución, pero ahora se ha producido una gran aceleración de las inversiones en nueva tecnología para afrontar los nuevos retos del mercado. ¿Cómo lo afrontan desde SEAT?
Este nuevo escenario de cambio al que nos enfrentamos requiere que nos transformemos para poder ser más ágiles y eficientes. Si queremos pasar de ser un fabricante de automóviles a una empresa de movilidad, tenemos que hacer del software una competencia central. Para ello, SEAT ha reorganizado su estructura como grupo empresarial que reúne distintas compañías independientes como el nuevo SEAT: CODE, centrado en el desarrollo de software, o XMOBA, que identifican y comercializan nuevas soluciones para mejorar la movilidad urbana.

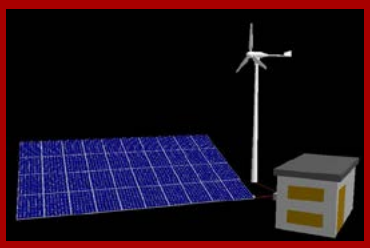
¿Qué supondrá la nueva movilidad para la ciudadanía?
Las grandes ciudades cada vez estarán más pobladas y se convertirán en grandes núcleos urbanos, en los cuales se tendrán que repensar los servicios de movilidad y exigirán nuevas soluciones, que eran impensables hace solo unos años, como el carsharing o el kicksharing.

Estamos en un momento en el que no solo somos capaces de desarrollar la plataforma tecnológica que facilite los servicios de movilidad, sino que también tenemos el *know how* para crear los vehículos que se pueden adaptar a ellas, por lo que los fabricantes jugamos un papel determinante en el nuevo ecosistema de movilidad. Sin ir más lejos, ya contamos con nuestra propia app de carsharing 'Respiro', y estamos dando nuestros primeros pasos en el *kicksharing* en colaboración con UFO, y la experiencia está siendo positiva.

Edificación
CIEBT: Instalaciones Eléctricas BT
VIVI: Instalaciones Eléctricas en Edificios de Viviendas
IPCI: Protección contra Incendios por agua
FONTA: Fontanería: Agua fría y agua caliente sanitaria
SANEA: Instalaciones de Saneamiento
GASCOMB: Instalaciones Receptoras de Gases Combustibles
AIRECOMP: Aire Comprimido y Gases Industriales
CATE: Cargas Térmicas de Invierno y Verano
CONDUCTOS: Conductos de Aire para Ventilación y Climatización
RSF: Radiadores, Suelo Radiante y Fancoils
SOLTE: Energía Solar Térmica
REFRI: Cálculo de tuberías y equipos de expansión directa

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





SENCILLEZ EN EL MANEJO, POTENCIA EN EL CÁLCULO

dmELECT, S.L. - Telf: 950 120757 · www.dmelect.com · e-mail:info@dmelect.com

Futura fábrica de baterías de nueva generación de Northvolt Ett, en Suecia. Fuente: Nothvolt AB..

Retos de la industria europea del almacenamiento energético para 2050

La transición energética europea supone la descarbonización de los sistemas eléctricos de aquí a 2050. Para ello, los estados miembros deberán aumentar el porcentaje de energía renovable en sus sistemas de generación eléctrica. Por otra parte, la electrificación de la movilidad exigirá que el sistema energético esté preparado para atender la alta demanda procedente de puntos de recarga que pugnan por ser cada vez más rápidos y eficientes. En este escenario, la industria del almacenamiento energético y de las baterías de alto rendimiento juega un papel fundamental

Marita Morcillo

Los retos del nuevo escenario energético

En los últimos años, estados miembros e industria se han venido preparando para hacer frente a los retos que plantea el nuevo escenario energético, con grandes inversiones en I+D y nuevos marcos regulatorios.

Esta carrera contra reloj ha impulsado la creación de nuevas empresas y nuevas profesiones dentro de todo un ecosistema que hace unas décadas ni siquiera existía. Como resultado de los esfuerzos inversores, regulatorios y académicos, el sector de las energías no contaminantes, especialmente la solar y la eólica, han alcanzado una madurez tecnológica nunca vista hasta este momento.

Sin embargo, este nuevo escenario energético formado por fuentes volátiles que dependen de factores meteorológicos, plantea un nuevo reto: la necesidad de almacenar toda esa energía para poder usarla cuando más se necesita.

Además, siendo coherentes con el principio de sostenibilidad, la manera de guardar esa energía debe ser eficiente y respetuosa con el medio ambiente en toda su cadena de valor, desde la extracción de los materiales hasta el posterior reciclaje de los residuos, pasando por los procesos de producción, distribución, mantenimiento, etc.

Equilibrio tecnológico entre generación y almacenamiento

Frente a la madurez alcanzada por las tecnologías de generación eléctrica, lle-

gó un momento en el que la industria del almacenamiento energético se encontró en una situación de clara desventaja respecto a las primeras. Esta paradójica circunstancia exigía al mercado de baterías y almacenamiento avanzar a pasos agigantados para situarse al mismo nivel que el mercado de la producción energética a partir de fuentes renovables. El sistema energético podrá hacer frente a los grandes desafíos de 2050 sólo si alcanzamos el equilibrio tecnológico entre generación y almacenamiento.

De nada servirá contar con megaplantas eólicas o fotovoltaicas si, tras verter la electricidad a la red, los excedentes no pueden ser aprovechados.

Y ni siquiera hace falta pensar en grandes infraestructuras. Basta con imaginar una instalación de autoconsumo aislada de red, donde la energía capturada durante las horas de sol que no ha podido ser consumida por los usuarios acaba perdiéndose por no haber sido acumulada adecuadamente en baterías.

Un tejido industrial europeo sólido

Ante la necesidad de superar esta barrera, y convencidas de que no había más tiempo que perder, la industria energética europea y las autoridades públicas, especialmente estas últimas, por fin parecieron reaccionar tomando cartas en el asunto e, incluso, aunando sus fuerzas.

Ya en 2017, el vicepresidente de la Unión de la Energía, Maroš Šefčovič, alertaba sobre los riesgos para Europa si no contaba con un tejido industrial sólido que garantizara un suministro de sistemas de almacenamiento altamente competitivo y sostenible.

Ese mismo año, la Comisión Europea asignó a EIT InnoEnergy -aceleradora de empresas emergentes con ideas innovadoras en materia de energía sostenible- la tarea de redactar un libro blanco que permitiera reflexionar sobre el posicionamiento de la Unión Europea en el campo de las baterías y el almacenamiento.

Para este trabajo, EIT InnoEnergy reunió a más de 120 colaboradores, todos ellos actores europeos y no europeos que representaban a toda la cadena de valor de las baterías.

El resultado de este informe técnico fue la definición de 43 acciones necesarias para establecer una alianza europea del almacenamiento dinámica y eficiente, 18 de las cuales se consideraron prioritarias y constituyeron la base para definir proyectos concretos y bien proyectados.

> Hemos de alcanzar el equilibrio tecnológico entre generación y almacenamiento para hacer frente a los desafíos

Estas acciones se acordaron en dos talleres de alto nivel organizados por EIT InnoEnergy, uno en diciembre de 2017 y el segundo en enero de 2018.

El primero se celebró el 14 de diciembre de 2017 en colaboración con el Centro de Estrategia Política Europea. Esta reunión supuso un momento histórico para la industria europea del almacenamiento, ya que se trataba de la primera vez que representantes de toda la cadena de valor se reunían en torno a un objetivo común: convertir a Europa en líder mundial de las baterías. Nació así la Alianza Europea de Baterías, EBA (European Alliance Battery).

Alianza europea de baterías

La Alianza Europea de Baterías, EBA, nace como una plataforma de inversión empresarial con el objetivo de asegurar que los ciudadanos europeos puedan disfrutar de un sistema energético sostenible. Para ello, es clave que los estados miembros cuenten con una alta capacidad de almacenamiento. Esta premisa exige aumentar las inversiones en investigación, con el fin de encontrar procesos de fabricación innovadores y respetuosos con el medio ambiente.

Con el lanzamiento de la EBA, la industria del almacenamiento tomaba el impulso necesario para poder subirse al tren de la transición energética. Y hoy, cuando nos encontramos con el año 2020 a la vuelta de la esquina, ya podemos hablar de algunos logros. Sin olvidar, por supuesto, las grandes barreras tecnológicas, administrativas y normativas que aún hay que superar para poder afirmar que toda la industria energética, almacenamiento incluido, viajan a la misma velocidad.

En poco tiempo, la EBA se ha convertido en un ecosistema abierto con más de 250 entidades que colaboran activamente para construir una industria europea sólida y competitiva en materia de almacenamiento energético. Como resultado, la Alianza ha cambiado su nomenclatura y hoy hablamos de ella como EBA250.

Plan de Acción Estratégico para las Baterías

Uno de los logros más significativos es el Plan de Acción Estratégico para las Baterías, lanzado en mayo de 2018, el cual sienta las bases para que la Unión Europea pueda disponer de un sistema de almacenamiento energético autónomo, sin necesidad de recurrir a la importación de tecnologías.

> La Alianza Europea de Baterías nace con el objetivo de asegurar a los ciudadanos un sistema energético sostenible

Este Plan de Acción abarca todas las actividades que pueden ayudar a los estados miembros, las regiones y la industria europeos a establecer métodos de fabricación de tecnologías que sean competitivas, innovadoras y sostenibles en la Unión Europea.

Estas actuaciones incluyen medidas sobre el acceso a materias primas, investigación e innovación, habilidades, marco regulatorio que garantice la competitividad, calidad y seguridad de las baterías, así como su sostenibilidad y reciclaje. Como vemos, todo un conjunto de actuaciones que abarcan el ciclo de vida al completo de estos equipamientos.

Para elaborar su hoja de ruta, el Plan de Acción ha tenido en cuenta las aportaciones de los tres principales actores interesados: la industria, los estados miembros y el sector financiero, representado este último por el Banco Europeo de Inversiones.

Una industria autónoma

Como resultado de este desarrollo, la EBA estima que el mercado del almacenamiento residencial europeo podría crecer un 500% hasta 2024 y alcanzar en total un valor anual de hasta 250 mil millones de euros para 2025.

En pocos años, el sector del almacenamiento ha sabido reivindicar el papel central que desempeña en la transición de Europa hacia una economía neutral en carbono. Al mismo tiempo, las baterías y tecnologías de acumulación ener-

La Alianza Europea de Baterías nace con el objetivo de impulsar el desarrollo de la industria del almacenamiento en Europa. Fuente: EBA (European Battery Alliance).

gética se han convertido en el centro de una ambiciosa estrategia industrial, dando lugar al surgimiento de varias iniciativas que tienen como objetivo apoyar el crecimiento de este sector para que la Unión Europea no dependa de la importación de tecnologías.

En este ecosistema de iniciativas han nacido proyectos como BATSTORM, ETIP Batteries Europe, Battery 2030+, Innovative Batteries for eVehicles, Calls H2020 on Batteries: LC-BAT-1 to LC-BAT-7 y European Innovation Partnership (EIP) on Raw Materials.

Hitos de la alianza europea de baterías

En abril de 2019, la Comisión Europea publicó el cuarto informe sobre el estado de la Unión de la Energía. En este documento, la Comisión reconocía el importante progreso logrado por European Battery Alliance desde su lanzamiento en 2017.

EBA250 Business Investment Platform (BIP)

Entre todos los hitos conseguidos por la Alianza este año 2019, cabe destacar la creación de EBA250 Business Investment Platform (BIP), Plataforma de Inversión Empresarial, lanzada en el mes de septiembre durante la sexta reunión de la Alianza.

El Banco Europeo de Inversiones apoyará la financiación de la primera gigafábrica europea de iones de litio

Diseñada por EIT InnoEnergy, la plataforma tiene por objetivo facilitar y acelerar las transacciones entre proyectos industriales e inversores financieros, ya sean públicos, privados o una sindicación de ambos.

La Plataforma de Inversión Empresarial es una amplia red de financieras públicas y privadas, y más de 300 actores del campo académico e industrial.

Durante la reunión de lanzamiento de la Plataforma, Diego Pavia, CEO de EIT InnoEnergy, declaró: “El futuro es eléctrico. Las baterías se están convirtiendo rápidamente en la piedra angular de la transición energética y se requieren 70 mil millones de euros en inversiones para satisfacer la demanda pico de estos equipos en Europa en 2023”.

La primera gigafábrica Europea de iones de litio

Otro logro importante este año ha sido el acuerdo anunciado por el Banco Europeo de Inversiones para apoyar la financiación de la primera gigafábrica propia de Europa para celdas de baterías de iones de litio, Northvolt Ett, en Suecia, que contará con un préstamo de 350 millones de euros.

Esta gran fábrica se establecerá en Skellefteå, en el norte del país, una región que alberga importantes recursos de materias primas y minería.

Cuando Northvolt Ett esté completamente construida, producirá al año 32 GWh de capacidad de batería. Los 350 millones de euros aportados por el BEI financiarán la primera fase, donde se producirán 16 GWh anuales. El resto del préstamo procederá de fuentes de inversión privadas entre las que se encuentran destacadas firmas europeas, lo que demuestra una vez más la importancia de la colaboración público-privada para impulsar el desarrollo de esta industria.

BatteRIes Europe

Y no podemos terminar este repaso por los éxitos alcanzados por la EBA sin mencionar el lanzamiento de BatteRIes Europe.

Concebida como una plataforma de tecnología e innovación, BatteRIes Europe será la ventanilla única en el campo de la I + D y aunará los esfuerzos de investigadores y empresas para identifi-

Proyecto fotovoltaico Núñez de Balboa, de 500 MW, que Iberdrola está construyendo en Extremadura. Fuente: Iberdrola.

Es necesario aumentar los esfuerzos financieros, de investigación o regulatorios en aspectos relacionados con la sostenibilidad de las materias primas y del reciclaje de los residuos

En marzo de 2019 nació el proyecto europeo Battery 2030+ para lograr avances tecnológicos en el campo de las baterías

car y priorizar, a corto y medio plazo, las principales necesidades de innovación existentes en toda la cadena de valor de la batería en Europa.

El objetivo es que BatterRIes Europe atraiga a socios públicos y privados involucrados en I+D dentro del campo de la batería, coordinando sus esfuerzos y movilizando los recursos necesarios para implementar actividades investigación.

Tras ser lanzada en junio de este año, BatteRIes Europe celebró su primera asamblea el 22 de octubre en Bélgica, y contó con la presencia de 180 expertos en baterías procedentes de la industria y la investigación.

En esta asamblea, la plataforma eligió su junta de gobierno, en la que hay un nombre español: Rosa Palacin Peiro, del Consejo Nacional de Investigación de España (CSIC).

Una lenta puesta al día

En la tercera reunión política de la Alianza, celebrada el 30 de abril, Maroš Šefčovič aseguraba sentirse orgulloso de todos los hitos alcanzados, debido a que se estaban estableciendo consorcios integrados transfronterizos a gran escala en los estados miembros en todos los segmentos de la cadena de valor.

"Por lo tanto, el logro más visible es, sin duda, el liderazgo indiscutible tomado por nuestra industria en toda la cadena de valor de la batería", declaraba el vicepresidente de la Unión de la Energía en aquel momento.

No obstante, Šefčovič se mostraba prudente y advertía de la necesidad de no "pecar de ingenuos, ya que nos estamos poniendo al día lentamente".

Para acelerar el desarrollo de esta industria, Šefčovič pidió a las autoridades públicas un mayor apoyo a los esfuerzos de la industria, especialmente en dos segmentos de la cadena de valor: la minería y el refinado.

En estos dos ámbitos, las empresas de la UE deben recibir un mayor respaldo público y financiero con el fin de aumentar las inversiones en materias primas sostenibles, tanto dentro de la UE como en terceros países.

Retos a corto y medio plazo

Como hemos visto hasta aquí, desde 2017, año en que fue lanzada la Alianza Europea de la Batería, los logros alcanzados por la industria europea del almacenamiento energético han sido muchos y muy intensos.

Pero también hemos comprobado que sigue siendo necesario aumentar los esfuerzos financieros, de investigación o regulatorios, especialmente en aspectos relacionados con la sostenibilidad de las materias primas y del reciclaje de los residuos.

Asimismo, hay que continuar avanzando en materia de capacidad de almacenaje, para que la industria esté a la altura de las grandes infraestructuras fotovoltaicas y eólicas.

Battery europe 2030+

Con el fin de superar estos escollos y seguir desarrollando un tejido industrial de baterías competitivo y sostenible, nació el proyecto europeo Battery 2030+.

Esta iniciativa, lanzada en marzo de 2019, reúne a investigadores líderes en Europa para lograr avances científicos y tecnológicos en el campo de las baterías.

Con un año de duración financiado por el programa Horizonte 2020, Battery 2030+ incluye socios de nueve países de la UE. Su fin último es sentar las bases de una plataforma de investigación a largo plazo y a gran escala sobre las futuras tecnologías de baterías.

Battery 2030+ se centrará en nuevos enfoques científicos que utilicen tecnologías digitales como inteligencia artificial, big data, sensores y computación, para avanzar y explorar baterías de nueva generación.

Estos equipos deberán presentar un rendimiento ultraalto, además de ser seguras, sostenibles y asequibles para satisfacer las exigencias de los sectores de movilidad eléctrica y almacenamiento de energía, así como otras áreas de aplicación.

Agustí Robirosa

Clúster manager en AEPIBAL (Asociación Empresarial de Pilas, Baterías y Almacenamiento Energético)

"España tiene potencial para dar respuesta a los retos del sector del almacenamiento energético"

Marita Morcillo

La Asociación Empresarial de Pilas, Baterías y Almacenamiento Energético (AEPIBAL) se constituyó en febrero de 2018 bajo el paraguas de SECARTYS (Asociación Española para la Internacionalización de las Empresas de Electrónica, Informática y Telecomunicaciones). Agustí Robirosa, Cluster Manager AEPIBAL, nos describe los objetivos de la asociación y con su ayuda descubrimos cuáles son los retos de futuro ante la transición energética.

En primer lugar, sería interesante conocer AEPIBAL. ¿A qué responde la creación de la asociación?

La asociación realizó su presentación en septiembre de 2017, pero la constitución formal mediante Asamblea y creación de la Junta Directiva tuvo lugar en el mes de febrero de 2018. Es, por lo tanto, una asociación joven, pero que en este corto plazo ha buscado dar respuesta a los diferentes retos del sector.

AEPIBAL surge por el interés de la industria española de promover activamente el sector de las pilas, baterías y almacenamiento energético. Nuestro objetivo principal es favorecer la competitividad de las empresas españolas, tanto en el mercado nacional como el internacional, dar respuesta a las inquietudes de los empresarios que apuestan por el almacenamiento energético y representar sus intereses ante las administraciones públicas.

AEPIBAL también cuenta con el impulso estratégico dentro del ecosistema de Secartys, dando soporte a una gran variedad de industrias, desde movilidad sostenible hasta la industria 4.0 o tecnologías de la comunicación.

¿Qué tipo de empresas se pueden asociar a AEPIBAL?

AEPIBAL abarca todo el espectro de aplicación de las diferentes tecnologías de almacenamiento energético: desde pilas desechables y recargables de consumo hasta baterías domésticas e industriales, sin olvidar los sistemas de almacenamiento de gran envergadura. Del mismo modo, da cobertura a toda la cadena de valor del sector, representando los intereses y fomentando la competitividad de todas las empresas, centros tecnológicos y entidades que de una manera u otra promueven el sector de las pilas, baterías y almacenamiento energético. En la actualidad, son más de 50 las empresas asociadas que cuentan con nosotros para llevar a la industria española del almacenamiento de energía a la vanguardia del sector.

Agustí Robirosa

¿Qué servicios presta AEPIBAL a sus asociados y qué objetivos generales persigue la asociación con estos servicios?

Somos, principalmente, el puente que une las ideas con las oportunidades. Nuestro objetivo final es el de mejorar la competitividad de las empresas y entidades asociadas. Para lograrlo, seguimos una línea de trabajo basada en el fomento del I+D+i y el *networking* a través de la organización de eventos personalizados y hechos a la medida de nuestros socios.

En la actualidad, ¿cuál es la situación del almacenamiento energético en España y cuáles son las principales demandas que AEPIBAL traslada a las administraciones para el despliegue del sector?

El sector está experimentando un crecimiento exponencial. No obstante, vemos que no hay un alineamiento claro entre este y el regulador. A pesar de las directivas europeas y sus reglamentos, el regulador no está generando el marco normativo para el despliegue de los sistemas de almacenamiento. Por lo que la principal demanda de la asociación va encaminada a involucrar al sector y al regulador para colaborar en el desarrollo normativo, y poder incorporar los sistemas de almacenamiento para satisfacer las distintas necesidades de regulación que están surgiendo o van a surgir motivadas por la transición energética.

La aprobación de la Ley del Autoconsumo ha supuesto el impulso de esta tecnología de generación eléctrica, especialmente en pymes y en el sector residencial. ¿Ha tenido similar repercusión para las empresas representadas por AEPIBAL?

Concretamente la Ley 24/2013 del sector eléctrico en su artículo 9 hace referencia al autoconsumo de energía eléctrica, y no es hasta el artículo 48 que abre la posibilidad de que los servicios de recarga puedan ser por baterías de almacenamiento, en unas condiciones que permitan la carga de forma eficiente y a mínimo coste para el propio usuario y para el sistema eléctrico. Por lo que la ley de Autoconsumo no vislumbra ni establece un marco normativo para el despliegue de los sistemas de almacenamiento.

Por otro lado, la publicación del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administra-

tivas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, da a entender que podrán instalarse elementos de almacenamiento en las instalaciones de autoconsumo reguladas en este real decreto, cuando dispongan de las protecciones establecidas en la normativa de seguridad y calidad industrial. Es decir, continuamos sin tener un marco claro de despliegue de los sistemas de almacenamiento.

Si bien es cierto que el RD 244 supone la eliminación de peajes y por tanto la barrera disuasoria que suponía el "impuesto al sol", la eliminación de trabas administrativas y técnica. Además, abre la puerta al autoconsumo compartido como paso previo a nuevos modelos de compra-venta de energía P2P. Podríamos decir que el RD 244 es el punto de partida, para la incorporación de sistemas de almacenamiento en instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2019 (PNIEC) pretende que en 2050 el 100% de la energía consumida en España proceda de fuentes renovables. Desde el punto de vista tecnológico, ¿cuáles son los principales retos y barreras a los que se enfrenta el sector del almacenamiento de cara a 2050?

El principal reto pasa por que no hay una única tecnología de almacenamiento que pueda dar respuesta por sí sola y de forma aislada a los requisitos medioambientales, técnicos, económicos y de seguridad de suministro que requiere el sistema eléctrico del futuro. Por ello, la configuración que se espera es una combinación apropiada de distintas tecnologías de generación eléctrica y de almacenamiento, que se complementen entre sí, y que en conjunto permitan dar respuesta a todas las exigencias anteriores. Es decir, en función de las necesidades del suministro energético se deberá considerar una hibridación de sistemas de almacenamiento energético.

Hacer frente a estos retos exige un gran esfuerzo innovador. ¿Existe suficiente I + D en España en el campo del almacenamiento energético?

Precisamente para poder dar respuesta a esta situación, se promovió desde AEPIBAL la plataforma tecnológica BatteryPlat. Para poder aglutinar, compartir esfuerzos en el ámbito de las tecnologías de almacenamiento energético. Así que creemos que sí, España tiene el potencial para dar respuesta a los retos que se plantean en el sector del almacenamiento energético. Sólo nos falta desarrollarlo y para eso nació la BatteryPlat, que busca aunar las principales organizaciones españolas, empresas, universidades y centros tecnológicos que trabajan en el ámbito del almacenamiento energético en su más amplia acepción, y que incluye el almacenamiento electroquímico (pilas y baterías), químico, térmico, mecánico y magnético.

Ya hemos visto la repercusión que la transición energética tiene en el sector del almacenamiento energético. Pero, ¿qué papel juega el sector en este nuevo escenario?

El almacenamiento de energía juega tres papeles en cuanto a asegurar el suministro energético de aquellos sistemas de generación renovable, y por consiguiente dotar de seguridad a la red de transporte.

Energía siempre disponible

Los sistemas de almacenamiento permiten disponer de energía en cualquier momento, independientemente de cuándo se genera. Esta propiedad resulta altamente valiosa para las energías renovables que dependen fuertemente de factores ambientales como la luz solar y el viento y, por otro lado, puede ocurrir que la generación, en un momento determinado, sea superior a la necesidad concreta del momento y aparezca un sobrante de energía.

Ajustes de potencia

Existen multitud de situaciones que provocan una fluctuación importante de las necesidades de potencia del sistema eléctrico en un momento puntual. Cada situación requiere una solución de almacenamiento diferente. El sistema absorbe las posibles fluctuaciones de la red y el cliente no sufre las inconveniencias causadas por las mismas.

Regulación del voltaje

El sistema de almacenamiento ofrece al sistema de red una herramienta de homogeneización del voltaje para que todos los servicios reciban una tensión similar y constante, y no sufran de cortes o pérdidas de eficiencia.

Una de las actividades hacia las que AEPIBAL enfoca sus esfuerzos es la formación y capacitación de los profesionales. ¿Cuáles son las profesiones con más futuro y potencial de empleo en el sector del almacenamiento energético?

Principalmente serán aquellas formaciones técnicas relacionadas con la electricidad y electrónica. Se abre un nuevo mundo de necesidades de comunicación entre los sistemas de generación/almacenamiento, y cómo se debe organizar la gestión de la demanda energética. Por lo que nos hace pensar en aquellas formaciones que tengan relación con protocolos de comunicación, digitalización de los sistemas y las componentes eléctricas de más básicas a las más específicas. Por otro lado, vemos la necesidad de dotarse de herramientas de gestión energética que deberán ser apoyadas con tipologías de contratos que regulen todas estas necesidades. Abriendo así un campo en relación con estudios más cercanos a los aspectos administrativos y de contratos.

Para finalizar, y con 2020 a la vuelta de la esquina, ¿cuáles son los principales ejes de trabajo y líneas de actuación de la asociación para este nuevo año?

En AEPIBAL percibimos que la sociedad no es todavía consciente de los beneficios y de la competitividad que se puede llegar a conseguir impulsando el sector. La inversión, por parte de las empresas y los entes públicos en la difusión de la información, será clave para el mercado en el corto plazo.

En el camino hacia la transición energética, se prevé una mayor colaboración entre sectores que hasta ahora han estado funcionando en paralelo. El sector del almacenamiento energético permite una reducción del coste energético de las empresas y, por ende, una mejora de su competitividad y de la competitividad de España y Europa a nivel mundial. Por tanto, otro de los objetivos es lograr el empuje decidido por parte de los empresarios del sector y su apoyo a la convergencia de distintas actividades e industrias en un fin común.

Se debe evitar la incertidumbre regulatoria, un aspecto que supone una de las principales inquietudes para los empresarios dentro del sector. Para ello, sería muy positivo un mensaje claro por parte de las administraciones nacionales y la Unión Europea, que confirme su disposición a apoyar el sector al igual que ya lo están haciendo otros gobiernos, así como su compromiso con el cumplimiento de los plazos para implementar las medidas que hagan realidad ese apoyo.

Barómetro Industrial 2019: La situación de la industria en España

El pasado mes de octubre se presentaba oficialmente el informe nacional del Barómetro Industrial del COGITI - Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2019, que este año ha cumplido su tercera edición

Mónica Ramírez

En el año 2017, el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) decidió llevar a cabo una destacada iniciativa que tiene como objetivo conocer la percepción del colectivo sobre el sector industrial.

Este año, además, se ha realizado en colaboración con el Consejo General de Economistas de España (CGE), cuyo Servicio de Estudios ha elaborado, a su vez, el informe *Una perspectiva económica de la situación de la industria en España*, que se incluye en esta edición del Barómetro.

Con el informe del Barómetro Industrial se pretende ofrecer datos relevantes y que sean de interés en la toma de decisiones, tanto para los representantes del ámbito público como para el sector privado. La finalidad es realizar un estudio sociológico completamente independiente, elaborado por la citada institución, en colaboración con los 49 colegios profesionales distribuidos por toda la geografía española. A través de las respuestas ofrecidas por 3.300 ingenieros técnicos industriales y graduados en Ingeniería de la rama industrial, que representan proporcionalmente a la práctica totalidad de los ámbitos productivos, se valora la situación sectorial en nuestro país, a nivel nacional, y se compara al mismo tiempo con la apreciación que estos profesionales tienen del contexto de su región.

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

Las respuestas se obtienen a través de la realización de una encuesta por vía telemática, y los resultados del año en curso se comparan con los del año anterior.

Situación de la industria en España

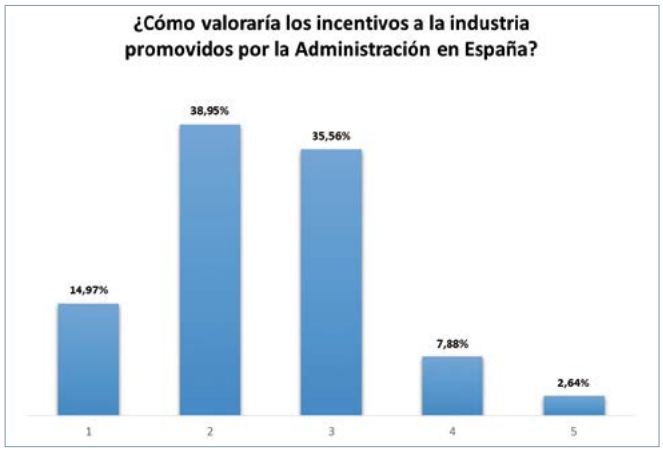
En lo que respecta a la situación de la industria en España, el 56,23% de los ingenieros se posiciona en un nivel intermedio (del resto, el 18,49% la consideran buena o muy buena y el 25,28%, mala o muy mala). Los ingenieros encuestados tienen, por tanto, una percepción ligeramente más positiva que en 2018, en lo que respecta a la opción de buena y muy buena: 18,49%, en 2019, frente a 17,72%, en 2018. Sin embargo, en 2019 ha habido un ligero repunte en la percepción negativa (opción de mala y muy mala): 25,28%, frente a 24,9% de 2018. En cuanto a los que se posicionan en un nivel intermedio, en 2019 es algo inferior al dato de 2018: 56,23% en 2019, y 57,37%, en 2018.

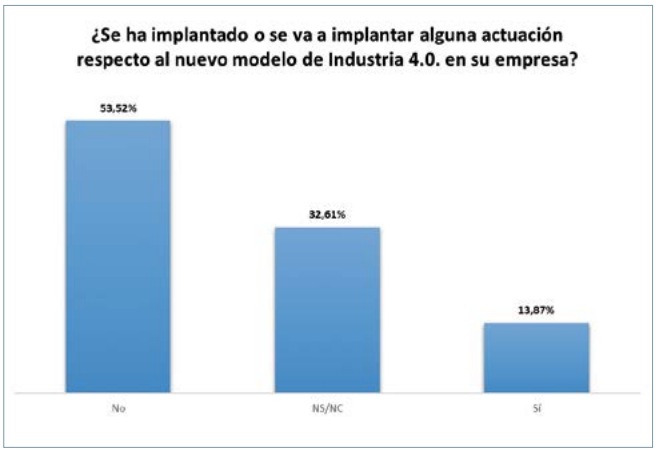
Por otra parte, en cuanto a la opinión de los encuestados con respecto a la situación actual de la industria en sus respectivas regiones, el 23% de los ingenieros piensa que es buena y muy buena; el 38,01% lo valora en un nivel intermedio, y el 38,99% la considera mala y muy mala. Por su parte, los datos de 2018 fueron los siguientes: 20,14% (valoración buena y muy buena), 36,08% (intermedia), y 43,78% (mala y muy mala).

Descontento con las Administraciones

De forma generalizada, y con resultados similares a los de 2018, cabe destacar que existe un cierto descontento con las Administraciones nacional y regional, en lo que respecta a las medidas tomadas para desarrollar y fomentar el sector industrial. En este sentido, en lo que respecta a los incentivos a la industria promovidos por la Administración en su región, la opinión de los ingenieros es considerablemente negativa, en líneas generales. El 55,99% sitúa la actuación de la Administración en el nivel de mala y muy mala, frente al 13,1% que la considera buena y muy buena. Por su parte, el 30,92% se decanta por la opción intermedia. Si lo comparamos con los resultados de 2018, el 58,93% eligió la opción de mala y muy mala; el 12,23% se decantó por la opción de buena y muy buena, y el 28,84% optó por el nivel intermedio.

En el ámbito nacional, los resultados son también negativos: más de la mitad, el 53,92% marcó la opción de mala y muy mala; el 35,56% optó por la intermedia, y tan solo el 10,52% eligió la opción de buena y muy buena. En 2018, los datos fueron bastante similares: 55,31%





mala y muy mala; 35,86% intermedia, y 8,83% buena y muy buena.

En el campo económico, un 78% de los encuestados considera que no se están llevando a cabo las actuaciones necesarias para impulsar la economía en su región, y llega al 80% de descontento cuando se traslada esta misma pregunta al ámbito nacional.

Situación laboral

Por otra parte, el Barómetro Industrial 2019 refleja también la valoración que realizan los trabajadores sobre su situación laboral en la empresa donde trabajan.

En líneas generales, el 60,61% de los trabajadores por cuenta ajena describe la situación económica de la empresa donde trabajan como buena o muy buena, mientras que el 26,83% de ellos lo sitúa en un nivel intermedio, y el 12,56% la consideran mala o muy mala. En el caso de los trabajadores por cuenta propia (empresario o autónomo), la opinión sobre la situación económica de su empresa es más negativa, ya que el 33,04% la considera buena o muy buena, el 54,39% la valora en un nivel intermedio, y el 12,57% opina que es mala o muy mala.

En cuanto a la evolución económica de su empresa en los próximos años, el 51,14% de trabajadores por cuenta propia considera que será buena y muy buena, frente al 10,62% que considera que será mala o muy mala.

A los trabajadores autónomos se le preguntó también acerca de la previsión de contratación de personal en su empresa: para un 41,28% la previsión es mala o muy mala. Por su parte, el 33,04% se posiciona en un nivel intermedio, y el 25,68% considera que la previsión es buena y muy buena.

Además de a los trabajadores que están en activo, en la encuesta se preguntaba también a los desempleados, que constituyen el 8% de los ingenieros encuestados, sobre sus perspectivas de encontrar trabajo a corto plazo. Para el 25,19% de ellos, es bastante probable, mientras que para el 41,11% las probabilidades son malas o muy malas. Por su parte, un 33,71% lo sitúa en un nivel intermedio de probabilidad.

Industria 4.0

En la encuesta del Barómetro Industrial se les preguntaba si habían implantado o tenían previsto implantar actuaciones relacionadas con el nuevo modelo de Industria 4.0 en su empresa. En este aspecto, un 40% de los ingenieros encuestados que son trabajadores por cuenta ajena manifiestan, a través de sus respuestas, que sigue siendo una asignatura pendiente: el 41,38% asegura que no se ha implantado ni está previsto implantar a corto plazo el nuevo modelo de industria; mientas que un 36 % no sabe/no contesta, y un tan sólo un 22,60% ha dado una respuesta positiva.

Estos porcentajes descienden todavía más en el caso de los trabajadores por cuenta propia, donde el 53,52% de los ingenieros encuestados no ha implantado ni tiene previsto implantar dicho modelo; el 32,61% no sabe/no contesta, y solamente un 13,87% manifiesta haberlo hecho o tener previsto hacerlo a corto plazo.

Temas de actualidad

Para finalizar el cuestionario, los ingenieros han aportado su opinión respecto a diferentes temas de actualidad.

Educación:

Una de estas preguntas estaba relacionada con el ámbito de la Educación: para el 82% de los encuestados, el modelo educativo actual no fomenta las vocaciones técnico-científicas ni se adapta a las necesidades del sector.

Por otra parte, se les preguntaba si consideraban que es necesario realizar actuaciones específicas para la incorporación de la mujer en las carreras científico-técnicas, y la respuesta mayoritaria es el sí, con el 57%, mientras que el 43% restante se decanta por la opción negativa.

- Transición energética:

Asimismo, se les preguntaba sobre diversas cuestiones relacionadas con la transición energética en nuestro país. El 93% de ellos considera necesaria una transición hacia el uso de las fuentes renovables frente a los combustibles fósiles, aunque el 67% no cree en una España 100% renovable en un plazo de 30 años. De igual forma, se consideró que era importante preguntarles acerca de si consideran que el autoconsumo es una oportunidad de desarrollo industrial. El 88% de los ingenieros encuestados lo tiene claro y se muestran positivos frente a un 12% que se decanta por el no.

En cuanto a la valoración sobre cómo creen que afectará la desaparición del diésel al futuro de la industria automovilística española, el 34,44% de los ingenieros encuestados marcó como primera opción que será una oportunidad para transformar estas plantas automovilísticas y captar nuevas inversiones; el 28,14% eligió en primer lugar la opción de que supondrá la creación y el reciclaje de ciertos puestos de trabajo; y para el 23,75% se traducirá en la destrucción de puestos de trabajo. La opción referente a que conllevará la desaparición de estas industrias fue la menos marcada como primera opción, tan solo el 13,67%.

Transformación digital y robotización de la industria española:
También se les preguntó acerca de la transformación digital y robotización de la industria española, con el fin de que valoraran en qué medida puede afectar a la desaparición de ciertos puestos de trabajo. El 53,32% de los ingenieros opinaron que es bastante o muy probable que desaparezcan, frente al 12,33% que consideró lo contrario.

Guerra comercial:
A la pregunta de si cree que la actual guerra comercial USA-China afecta a la industria española, el 87% de los ingenieros encuestados ha respondido que sí, frente al 13% que opina que no. Entre los primeros, el 36% considera que afectará en gran medida y el 48% de forma media.

Una perspectiva económica de la situación de la industria

El Barómetro Industrial recoge también el informe elaborado por el Servicio de Estudios del Consejo General de Economistas (CGE), en el que se destaca que, en estos momentos, España es la quinta nación europea en cuanto a volumen de facturación del sector industrial, número de empresas y % sobre el total de unidades monetarias del VAB en el sector. Sin embargo, conviene resaltar que, en este último registro, la distancia en porcentaje con tres de los países que le preceden es de prácticamente el doble, y es aún mayor con el que ocupa el primer lugar, "por lo que el dato nos señala el camino a seguir y un reto a conseguir como país".

Los datos de dicho informe ponen de relieve que la industria española pierde peso: el total de la industria en el PIB español en el año 2000 era del 18,7% y en el 2018 el 16%". Estas cifras se confirman y acentúan en el caso de una de las industrias de mayor peso en nuestra estructura como es la manufacturera, ya que esta ha pasado del 16,2% al 12,6% en el mismo periodo señalado, y su VAB bajó del 17,8% en el año 2000 al 14% en 2018. Estos datos sitúan a España aún lejos del objetivo del 20% previsto por el Horizonte 2020.

En relación a los datos recogidos en el informe que ponen en valor la aportación de la industria al buen desempeño de una economía, se ha aportado un dato contundente: la industria aporta un empleo más estable que el resto de sectores, tal y como se desprende del análisis de los datos de empleo al final del segundo trimestre de 2019. Al analizar la jornada laboral, el porcentaje de jornadas completas supone el 95% sobre el total, frente al 85% registrado para el total de empleos de la economía nacional.

El informe también realiza un breve desglose de los datos industriales tanto a nivel global de las comunidades autónomas como sus específicas características a nivel individual. Al analizar la contribución del PIB industrial al total de cada una de las Comunidades Autónomas, se observa que algunas de las mismas presentarían una contribución del total del sector industrial al PIB regional por encima de lo que se produce a nivel nacional (16%). No obstante, viéndolo con mayor detalle, se aprecia que 5 de las 17 Comunidades Autónomas presentan una contribución inferior a la registrada a nivel nacional, destacando –quizás por el peso del sector turístico– Baleares y Canarias que no superan el 7%. Por otra parte, 6 de las 17 Comunidades Autónomas presentan una contribución parecida a la nacional y únicamente 6 superan sensiblemente el porcentaje de contribución recogido por el conjunto de la economía nacional y además se encuentran por encima del umbral del 20% establecido por la Unión Europea como deseado".

Pueden descargar el informe nacional del III Barómetro Industrial en la página web www.cogiti.es.

COGITI TOOLBOX

El portal de gestión de licencias de software para colegiados

www.toolbox.cogiti.es

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

PROMOCION especial

cype SOFTWARE

PACK COMPLETO SOFTWARE CYPE

87% Descuento

ARQUÍMEDES
+ GENERADOR PRECIOS
+ MEDICIÓN AUTOMÁTICA
CYPELEC REBT
+ IMPLANTACIÓN
CYPECAD BASE LT30
CYPECAD MEP CTE
CYPECAD MEP CLIMATIZACIÓN

P.V. ~~7.812€ + IVA~~

990€ + IVA

Arquimedes
Mediciones
Presupuestos

CYPECAD BASE LT30
Estructuras Hormigón
Pilares

CYPELEC REBT
Baja tensión Rebt

CYPECAD MEP CTE
Cad BIM

CYPECAD Climatización
Climatización RITE

© COGITI · Consejo General de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España
Avda. de Pablo Iglesias 2, 2º - 28003 Madrid
Teléfono: 91 554 18 06 - 09 / Fax: 91 553 75 66
E-mail: cogiti@cogiti.es / http://www.cogiti.es

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

Estado actual de la producción de yeso en España

Actual state of plaster production in Spain

Luis M. Serna Jara[1], Joaquín J. Pastor Pérez[2], José A. Flores Yepes[3]

Resumen

El artículo presenta el estado actual de la evolución en un periodo de tiempo de 8 años de la producción de yeso en España. Este índice de producción de yeso sirve como valor indicativo de la evolución en dicho periodo del estado de construcción, en general, en España. En el presente artículo se realiza un estudio de las zonas yesiferas actuales en nuestro país, así como su producción de yeso.

Palabras clave

Yeso, construcción, producción, España.

Abstract

The article presents the current state of evolution over a period of 8 years of gypsum production in Spain, this gypsum production index serves as an indicative value of the evolution in that period of the state of construction in general in Spain. In the present article, a study is made of the current gypsum areas in Spain, as well as their gypsum production.

Keywords

Plaster, construction, production, Spain.

Recibido / *received*: 16/05/2019. Aceptado / *accepted*: 03/06/2019.

1 Graduado en Ingeniería y Doctorando del Departamento de Ingeniería de la E.P.S.O. de la Universidad Miguel Hernández (UMH).
2 Dr. Ingeniero Agrónomo, Catedrático de Escuela Universitaria del Departamento de Ingeniería de la E.P.S.O. de la Universidad Miguel Hernández (UMH).
3 Dr. Ingeniero Industrial, Profesor del Departamento de Ingeniería de la E.P.S.O. de la Universidad Miguel Hernández (UMH).
1Autor para correspondencia: luis_m_serna@hotmail.com

Cantera para la extracción de yeso. Foto: Shutterstock.

1. Introducción

El yeso se define como mineral roca denominada aljez o piedra de yeso. Está constituido principalmente por sulfato de calcio con dos moléculas de agua, denominado sulfato de calcio dihidratado o dihidrato. Su fórmula química es CaSO4 • 2H2O. Su color generalmente es blanco, pero debido a impurezas minerales como arcilla, sílice, caliza y otros, puede tener colores rosados, castaños y grises. El yeso natural se encuentra en la naturaleza en diversas formas, p.ej. albastro, yeso sedoso, yeso fibroso, yeso de nieve, yeso terroso, rosa del desierto, etc.

La palabra yeso también engloba otra acepción. A partir del yeso como mineral roca se obtiene un producto industrial que se utiliza como material para revestimientos, uniones y fabricaciones de diversas preformas. El yeso de construcción es un producto pulverulento, molido, que se obtiene de la cocción de la piedra de yeso y que una vez mezclado con agua es capaz de fraguar en el aire. Este yeso se denomina sulfato de calcio hemihidratado o semihidrato ($CaSO_4$ • ½ H_2O).

El aljez o piedra de yeso es una roca sedimentaria que forma parte de las evaporitas, ya que tiene su origen geológico en la desecación, por evaporación, de lagos salados o mares interiores sin aliviaderos al mar, con láminas de agua de poco espesor, bajo un clima árido. (Diez Reyes, M.C., 2004) [1].

Podemos encontrarla bajo diferentes estados de cristalización, como selenitas o espejuelos (monocristales hexagonales transparentes), puntas de flecha o rosas del desierto (maclas), y alabastros (policristalinas), siendo esta variedad muy pura, masiva, compacta, translucida con tonos grises o rosáceos.

También existen variedades como los berrugones, que son más impuros, ya que son estructuras policristalinas en las que aparecen elementos monocristalinos mezclados con formaciones masivas. Existe también una variedad de aspecto fibroso denominado yeso sedoso, como se puede observar en la figura 1.

La roca llamada aljez o piedra de yeso se encuentra abundantemente en la naturaleza, especialmente en España donde, en su mitad oriental, el suelo llega a encontrarse en proporciones de un 12% de yeso natural, según datos del Servicio Geológico de Obras Públicas [4].

En concreto, la superficie yesífera en la península está tasada en 298,502 km², lo que supone el 58,5%. El terreno yesífero es de 35.487 km², que representa un 7,2% del total, según un estudio realizado por Riba y Macau en 1962 [5]; en el que también se indica que la mayor parte se localiza en la mitad oriental de España, además de Asturias, Valladolid, Palencia, Cádiz, Málaga, Sevilla y Córdoba, y englobaba la zona de España donde era posible encontrar materiales yesíferos. Así queda representado en el siguiente mapa de España, mostrado en la figura 2.

Las zonas donde se ubica este mineral en España, según Vincenzina La Spina, (2016) [6] [7] están caracterizadas por una vegetación específica que recibe el nombre de vegetación gipsícola (Gypsophiletalia), cuyo presencia es un indicador para poder detectar la presencia de yeso en una determinada zona. Según dicha publicación, "la vegetación gipsícola de la península queda incluida dentro de las estepas continentales halólicas y gipsícolas. Este tipo de hábitat caracteriza las zonas de España con suelos ricos en yesos, y se localizan fundamentalmente en la mitad oriental, sobre todo en el Valle del Ebro, Meseta sur (La Mancha, y en los territorios cálidos de Levante, sureste peninsular y Andalucía oriental. El suelo contiene sulfatos, bien yesos más o menos puros o bien margas yesíferas y

otros sustratos mixtos, por lo que la vegetación típica se compone de matorrales y tomillares dominados por una gran cantidad de especies leñosas, de portes medios o bajos, casi siempre endémicas de determinadas regiones peninsulares o de la Península en su conjunto. Entre las especies más extendidas están *Gypsophila struthium*, *Ononis tridentata*, *Helianthemum squamatum*, *Lepidium subulatum*, *Jurinea pinnata*, *Launaea pumila*, *L. resedifolia o Herniaria fruticosa*. Entre los endemismos fundamentalmente manchegos cabe mencionar *Teucrium pumilum y Centaurea hyssopifolia*. En el valle del Ebro, *gypsophila struthium* se diferencia en una subespecie propia *(subsp. hispánica)*. Pero es en el sureste ibérico semiárido donde estas formaciones alcanzan mayor diversidad y riqueza endémica, con especies como *Thymus membranaceus*, *T. moroderi*, *Teucrium libanitis*, *T. balthazari*, *Santolina viscosa*, *Helichrysum decumbens o Teucrium turredanum*, *T. lepicephalum y Helianthemum alypoides*". En la figura 3, que se expone a continuación, se muestran las distintas especies de vegetaciones que nos podemos encontrar en las zonas yesíferas del país.

A continuación, en la figura 4, se muestran las áreas dentro de la península ibérica donde se localiza la presencia de esta vegetación:

Según la base de datos del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) de rocas y minerales industriales [8], las explotaciones mineras de yeso en España se pueden apreciar gráficamente en la figura 5.

2. Producción de yeso en España

La producción de yeso a nivel nacional contemplados en la base de datos oficiales del Ministerio de Industria, Energía y Minas de España [9] goza de buen estado, así como de reservas suficientes, lo que resulta ser un material en abundancia en nuestra geografía, y económico para su utilización. La evolución de esta materia prima en los últimos años, expresada en miles de toneladas anuales, se muestra en la tabla 1.

En el gráfico 1, que se muestra a continuación, se aprecia el descenso de dicha producción a lo largo del periodo 2007-2015, en gran medida atribuible al descenso y la crisis de la construcción.

El valor monetario consolidado para el año 2015 de este material, según la

Selenita o espejuelo

Selenita o espejuelo

Punta de flecha o rosas del desierto

Alabastro

Anhidrita o karstenita

Basanita

Figura 1. Variedad de piedras del Aljez (Fuente: Villanueva Domínguez, 2014; Diez Reyes, 2004; Sanz Arauz, 2009) [2] [1] [3]

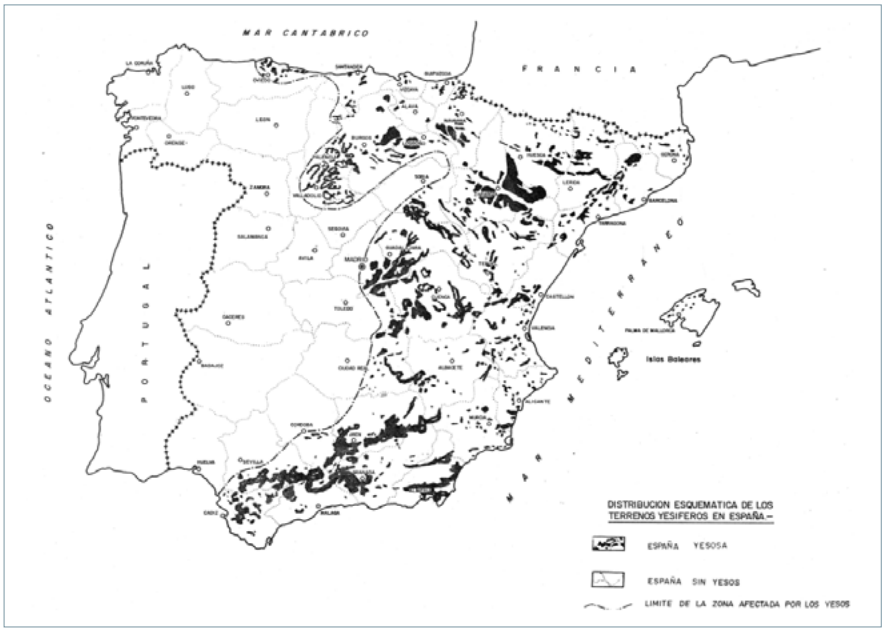


Figura 2. Mapa de las unidades yesíferas y límite de la "España yesífera" (Riba y Macau, 1962) [5]

Gypsophila struthium

Ononis tridentata (Quebraollas)

Helianthemum squamatum

Lepidium subulatum

Jurinea pinnata

Launaea pumila

Figura 3. Especies de vegetación en zonas yesíferas de España (Fuente: Vincenzina La Spina, 2016) [6] [7]

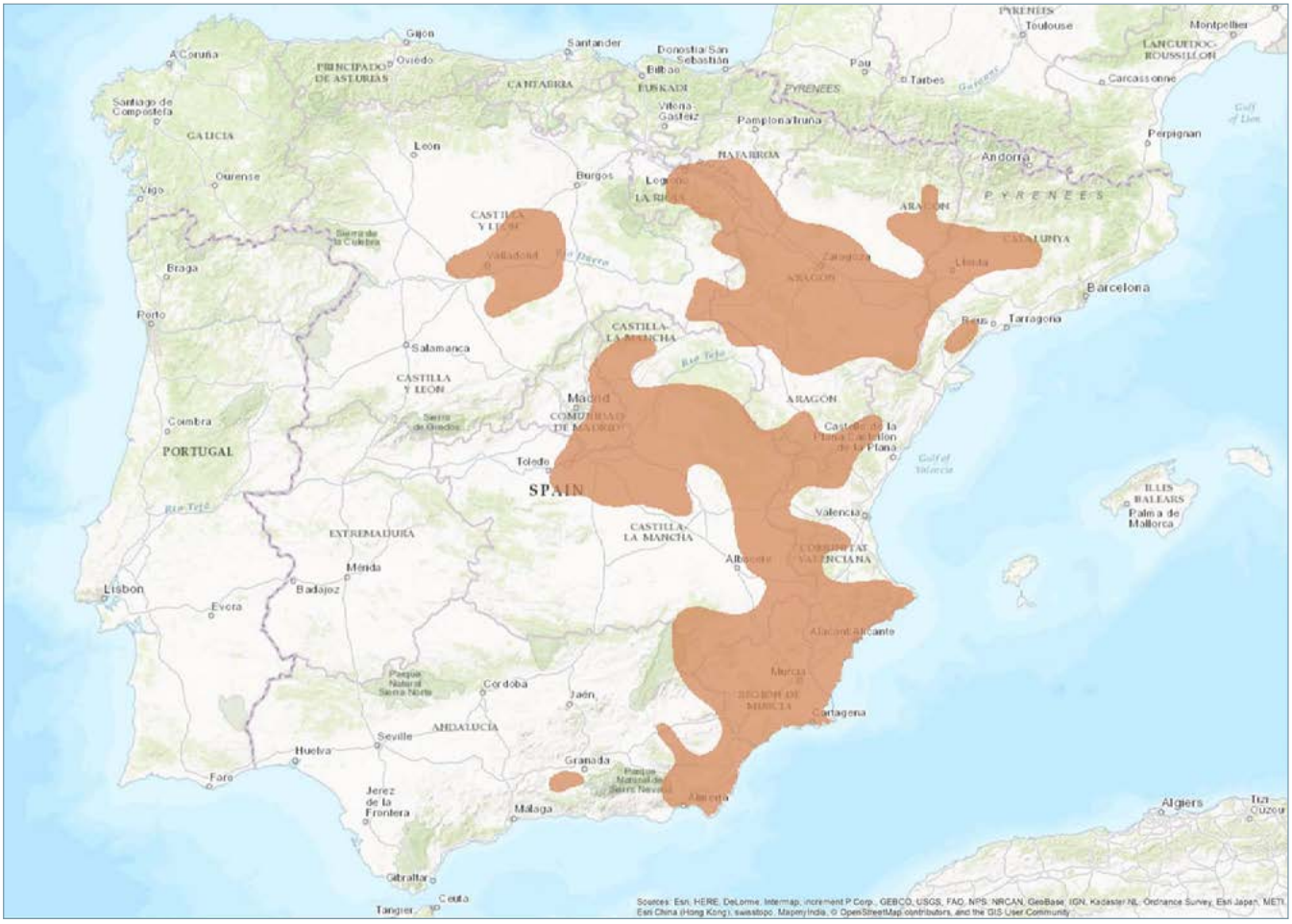


Figura 4. Zonas donde hay presencia de vegetación gipsícola (La Spina Vincenzina, 2016) [6]

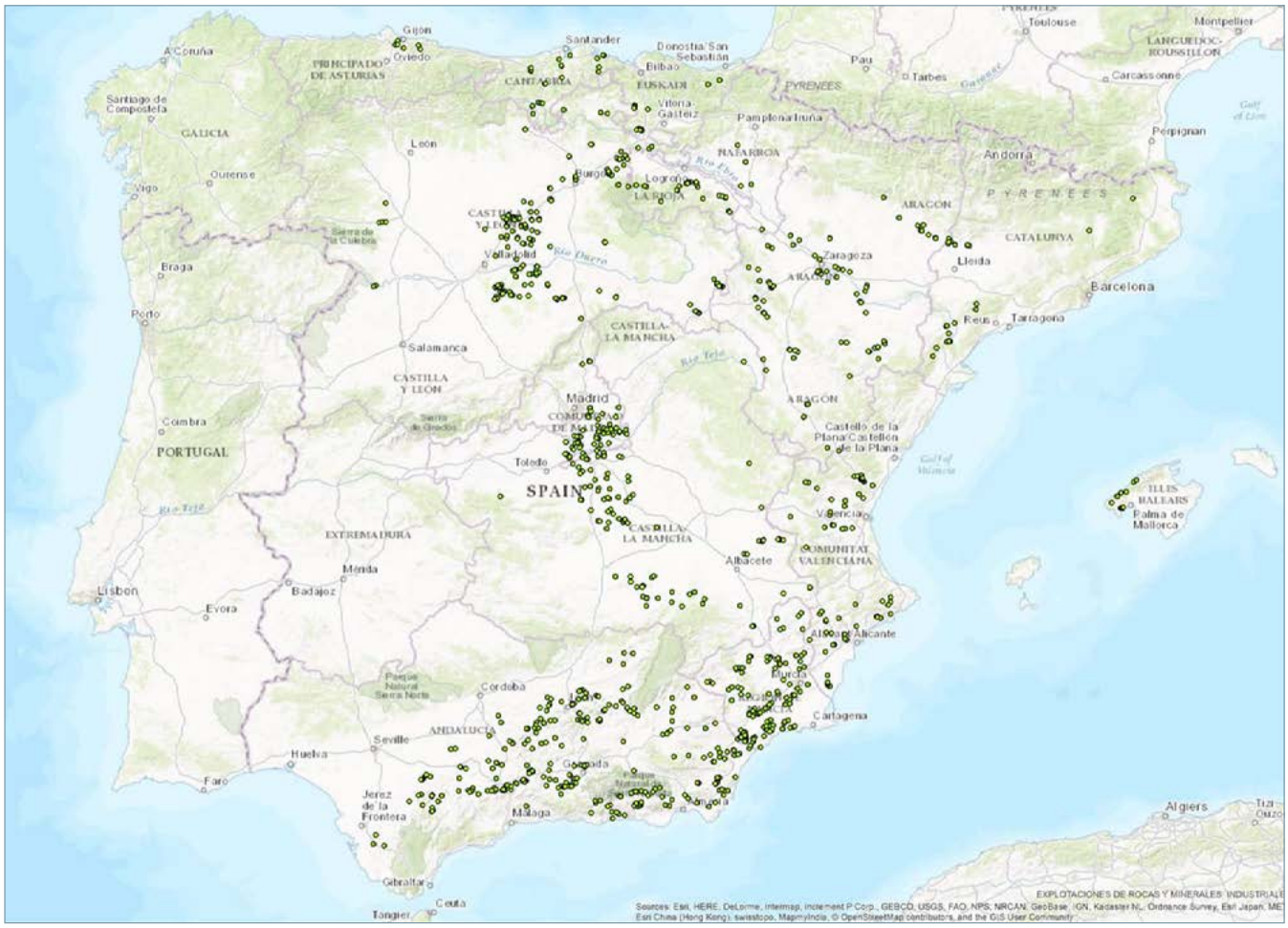


Figura 5. Explotaciones mineras de yeso según (Fuente: IGME) [8].

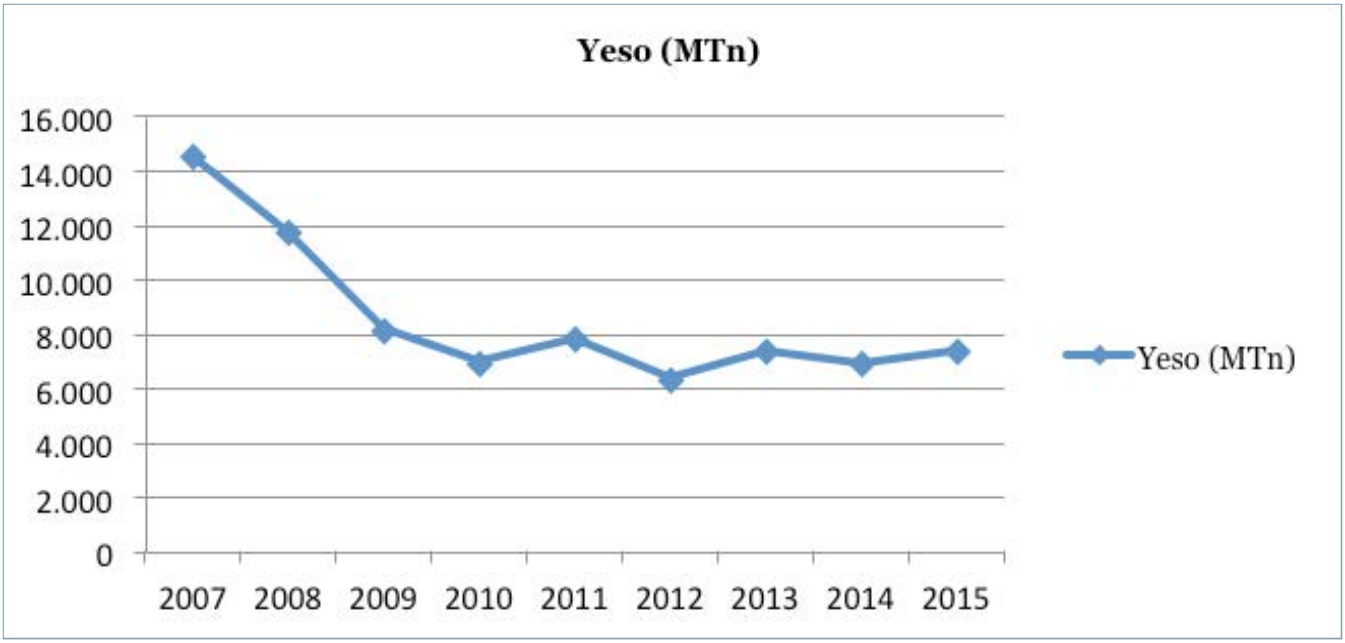


Gráfico 1. Evolución de la producción de yeso en España durante el periodo 2007-2015. [9]

Producción de yeso en canteras en España de 2007 a 2015									
Producto de cantera	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Yeso (MTn/año)	14.535	11.769	8.181	6.990	7.826	6.360	7.389	6.925	7.404

Tabla 1. Producción de yeso en España del período 2007-2015 (Fuente Ministerio de Industria, Energía y Minas) [9].

Valor económico del yeso					
Producto de cantera	Año	Unidad	Cantidad	Valor (€)	Valor Unitario (€/Tn)
Yeso	2015	Tn	7.403.767	54.008.689	7,29

Tabla 2. Valor monetario del Yeso (Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minas, 2017) [9]

Producción de yeso por Comunidades Autónomas		
CC.AA	Cantidad (Tn)	Valor (€)
Andalucía	5.032.756	36.097.510
Aragón	329.901	2.203.486
Baleares	15.547	--
Castilla y León	231.668	2.645.835
Castilla-La Mancha	220.531	795.416
Cataluña	381.338	1.879.491
La Rioja	95.004	352.403
Madrid	729.281	2.802.542
Murcia	69.789	305.141
Navarra	14.413	--
Valencia	283.539	6.660.973

Tabla 3. Producción de Yeso por comunidades autónomas en 2015 (Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minas, 2017) [9].

base de datos del Ministerio de Industria, Energía y Minas [9], se expone a continuación en la tabla 2.

La producción por Comunidades autónomas para el año 2015, según el Ministerio de Industria, Energía y Minas, se expone en la Tabla 3.

3. Explotaciones de yeso en España

Las explotaciones de yeso en España, así como el número de empleados a los que dan ocupación, de forma directa, dichas explotaciones en el sector de producción de yeso a nivel nacional (especificado por provincias), asciende a un total de 88 explotaciones y una empleabilidad directa de 491 personas, como se muestra en la tabla 4.

En España, la industria del yeso, tanto la extracción como la producción y la comercialización de este producto, lo

desarrollan grupos empresariales multinacionales, como son: Knauf [10], Saint Gobain y Lafarge [11], COEMAC, antiguo grupo Uralita [12]. Estos grupos empresariales producen yeso en polvo, así como paneles de yeso laminado.

Empleos directos por explotaciones de yeso en españa		
Provincia	Explotaciones	N° Empleados
Alicante/Alacant	3	10
Almería	8	124
Baleares	2	6
Barcelona	4	11
Burgos	2	23
Cádiz	2	6
Castellón/Castellò	3	24
Córdoba	1	1
Cuenca	4	13
Girona	2	10
Granada	3	22
Guadalajara	2	6
Jaén	4	19
Lleida	4	26
Madrid	7	49
Málaga	2	7
Murcia	3	9
Navarra	1	3
Rioja (La)	4	23
Segovia	1	1
Sevilla	7	19
Teruel	3	6
Toledo	9	34
Valencia/València	2	10
Zaragoza	5	29
Totales	88	491

Tabla 4. Número de empleos directos en explotaciones de yeso en España en 2015 (Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minas, 2017) [9].

4. Conclusiones

En la actualidad, España goza de reservas suficientes para la explotación y producción de yeso. La evolución de la producción de este material a lo largo de estos años ha seguido las variaciones debidas al desarrollo de la construcción en España. Desde el año 2007, con una producción de algo más de 14 millones de toneladas, se produjo una disminución de la producción de yeso nacional en los años sucesivos. Justo en el período de crisis en el sector de la construcción, esta producción nacional iba disminuyendo año tras año, hasta llegar a una estabilización de en torno a 7 millones de toneladas de producción; se produjo en ese período una disminución del 50 % de la producción nacional. La tendencia actual es el aumento paulatino de dicha producción de yeso, coincidiendo con el nuevo aumento del sector de la construcción en España.

Bibliografía

[1] Díez Reyes, M. Carmen. "En torno al yeso", *Informes de la Construcción*, Vol. 56, n° 493, Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC - Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (2004).

[2] Villanueva Domínguez, Luis de. "Evolución histórica de la construcción con yeso". *Informes de la Construcción*, Vol. 56, n° 493, Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC - Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (2004).

[3] Sanz Arauz, David. *Análisis del yeso empleado en revestimientos exteriores mediante técnicas geológicas*. Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de MADRID (2009).

[4] Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, *Estadística Minera de España* (2015).

[5] Riba Arteriu O. y Macau Vilar, F., "Situación, características y extensión de los terrenos yesíferos en España", *I Coloquio internacional sobre las obras públicas en los terrenos yesíferos* (1962).

[6] *La Spina Vincenzina*. Estudio del yeso tradicional en España Fase I. Publicaciones del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y U.P.C.T. (julio de 2016)

[7] *La Spina Vincenzina*. Estudio del yeso tradicional en España Fase I. Publicaciones del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y U.P.C.T. (noviembre de 2016).

[8] Instituto Geológico y Minero de España (IGME), [online], http://info.igme.es/cartografiadigital/tematica/rocasindustriales

[9] *Estadística Minera de España 2015*. Ministerio de Industria, Energía y Minas de España (2017).

[10] Saint Gobain Placo Ibérica, S. A. *Manuales de soluciones constructivas* (2010).

[11] Knauf España, [online], http://www.knauf.es/

[12] Grupo Uralita, [online], https://www.pladur.com/

COGITI TOOLBOX

El portal de gestión de licencias de software para colegiados

www.toolbox.cogiti.es

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

PROMOCION especial

dmELECT
Software de Instalaciones

PACK COMPLETO dmELECT

77% Descuento

Instalaciones

- en Edificación
- en Urbanización
- Térmicas

P.V. ~~2.100€+IVA~~

495€ +IVA

© COGITI · Consejo General de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España

Avda. de Pablo Iglesias 2, 2º - 28003 Madrid
Teléfono: 91 554 18 06 - 09 / Fax: 91 553 75 66
E-mail: cogiti@cogiti.es / http://www.cogiti.es

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

Cómo mejorar el funcionamiento y el mantenimiento en un sistema industrial crítico. Aplicabilidad en el sistema de achique de un grupo hidroeléctrico de una central en caverna

How to improve operation and maintenance in a critical industrial system

Francisco Javier Martínez Monseco[1]

Resumen

Este trabajo describe la aplicación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad para el desarrollo del plan de mantenimiento y mejoras de un sistema de achique de una central hidroeléctrica en caverna. Dicho sistema constituye un elemento crítico en la fiabilidad de funcionamiento de la central hidroeléctrica, por lo que su ejemplo de análisis puede ayudar a la reflexión de los posibles modos de fallo, así como su criticidad en el funcionamiento normal. Mediante la aplicación de la metodología centrada en confiabilidad, se realizaron diferentes rediseños y mejoras de funcionamiento, así como la aplicación de acciones de plan de mantenimiento reduciendo la criticidad de su realización. La utilización del análisis de fiabilidad de los distintos sistemas y equipos permite asegurar un mantenimiento adecuado de equipos e instalaciones, logrando "el mínimo coste para operar y mantener las centrales hidroeléctricas con fiabilidad".

Palabras clave

Fiabilidad, RCM, Mantenimiento preventivo, análisis de modos de fallo del sistema, central hidroeléctrica en caverna, Norma UNE-EN 60300-3-11,2013, Norma UNE-EN 13306,2011.

Abstract

This work describes the application of the maintenance methodology focused on reliability for the development of the maintenance plan and improvements of a bilge system of a hydroelectric power station in the cave. This system constitutes a critical element in the operational reliability of the hydroelectric power station, so that its example of analysis can help to reflect possible failure modes as well as its criticality in normal operation. Through the application of the methodology focused on reliability, different redesigns and performance improvements were made, as well as the application of maintenance plan actions reducing the criticality of their performance. The use of reliability analysis of the different systems and equipment allows to ensure adequate maintenance of equipment and facilities, achieving "the minimum cost to operate and maintain hydroelectric power plants with reliability".

Keywords

Reliability, RCM, Preventive Maintenance, System Failure Mode Analysis, Hydroelectric Power Plant in cavern, UNE-EN 60300-3-11,2013, UNE-EN 13306,2011.

Recibido / *received*: 10/07/2019. Aceptado / *accepted*: 30/09/2019.

1 Responsable de las centrales hidroeléctricas de la provincia de Barcelona y Girona (Agrupación Ter) de la empresa Enel Green Power Hydro. Doctorando de tecnologías industriales. (ETSII-UNED).

1Autor para correspondencia: jmartinezm@ebcn.cat

Planta hidroeléctrica. Foto: Shutterstock.

1. Introducción

RCM (*reliability centered maintenance*, mantenimiento centrado en fiabilidad) es un enfoque sistemático para determinar los requerimientos de mantenimiento de planta y equipo en su funcionamiento. Se utiliza para optimizar estrategias de mantenimiento preventivo (PM). Los programas desarrollados de PM minimizan los fallos del equipo y proporcionan a las plantas industriales un equipo eficaz. RCM es uno de los más conocidos y que más dispositivos utilizan para preservar la eficiencia operativa del sistema industrial. RCM se aplica para equilibrar los costes de mantenimiento correctivo altos con el coste del mantenimiento programado más reducido (preventivo o predictivo), teniendo en cuenta la "vida útil" de cada elemento analizado. La mayor dificultad radica en seleccionar la estrategia de mantenimiento adecuada para cada pieza de equipo y cada modo de falla, por la gran cantidad de equipos y factores inciertos que hay que considerar en la decisión de la estrategia de mantenimiento.

Para explicar la estrategia descrita en el caso que vamos a analizar en este artículo, procedemos a considerar las diferentes definiciones y conceptos que se explican en español en la norma europea UNE-EN-60300-3-11, 2013 (parte 3-11 guía de aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad, Norma UNE-EN 60300-3-11,2013) y la Norma UNE-EN-13306-2011 (Mantenimiento. Terminología del mantenimiento).

Objetivos y beneficios del mantenimiento centrado en la fiabilidad

La metodología de mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM) es la mezcla óptima de las prácticas de mantenimiento reactivo, tiempo o basado en el intervalo, basado en la condición y proactivo. Estas estrategias de mantenimiento principal, en lugar de ser aplicadas de manera independientemente, se integran para aprovechar sus respectivas fortalezas y maximizar la fiabilidad de instalaciones y equipos y minimizando los costos de ciclo de vida.

Según la Norma UNE 60300, los objetivos de un programa eficaz de mantenimiento preventivo son los siguientes:

- Mantener la función de un elemento en los niveles de fiabilidad requeridos en el contexto operativo.
- Obtener la información necesaria para la mejora del diseño cuya fiabilidad resulte inadecuada.
- Cumplir con estos objetivos con el mínimo coste total del ciclo de vida.
- Obtener la información necesaria para el programa continuo de mantenimiento que mejore el programa inicial.

El RCM mejora la eficacia del mantenimiento y proporciona un mecanismo para gestionar el mantenimiento con un alto grado de control y conocimiento. Los beneficios del RCM se pueden resumir en los siguientes:

- La fiabilidad del sistema puede incrementarse mediante la ejecución de actividades de mantenimiento.
- Los costes globales se pueden reducir mediante un esfuerzo en mantenimiento planificado más eficiente.
- Los gestores del mantenimiento disponen de una herramienta de gestión que acrecienta el control y la dirección.

Metodología del mantenimiento centrado en fiabilidad.

Según la Norma UNE 60300, El Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM) es un método para identificar y seleccionar aquellas políticas de gestión de fallos que contribuyan a

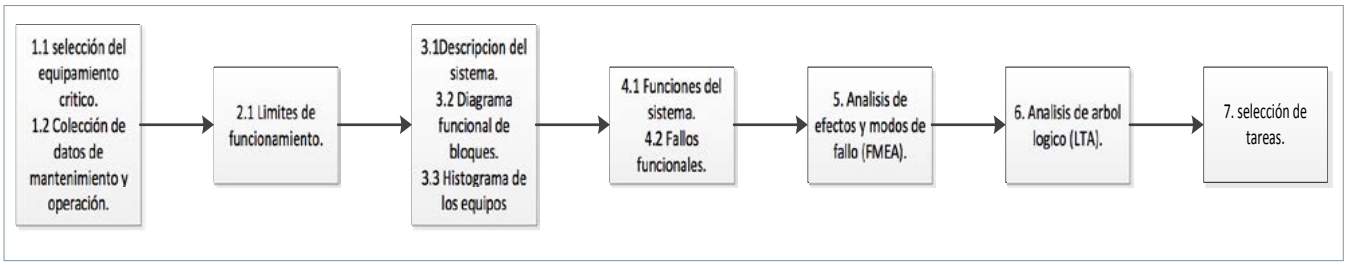


Figura 1. Principales pasos del RCM (Afefy, 2010).

alcanzar de manera eficaz y eficiente los niveles requeridos de seguridad, disponibilidad y coste de explotación.

Según la Norma UNE 60300, El RCM proporciona un proceso de decisión para identificar los requisitos, o actividades de gestión, de un mantenimiento preventivo aplicable y eficaz de los equipos de una instalación, teniendo en cuenta las consecuencias operativas, económicas y de seguridad que pudieran derivarse de fallos identificables y de los mecanismos de degradación responsables de aquellos fallos. El resultado final de la aplicación de dicho proceso es el planteamiento de la conveniencia de realizar una tarea de mantenimiento, un cambio de diseño o cualquier otra alternativa que dé lugar a una mejora.

Las etapas básicas de un programa RCM son las siguientes:

- Inicio y planificación.
- Análisis de fallos funcionales.
- Selección de tareas.
- Implementación y mejora continua.

La aplicación satisfactoria del RCM requiere un buen conocimiento de los equipos y las estructuras, el entorno operativo, el contexto operacional y los sistemas asociados, así como de los fallos potenciales y sus consecuencias. El RCM puede aplicarse a multitud de sistemas, como un tren, un barco, un avión, una central eléctrica o cualquier otro sistema que esté constituido por subsistemas eléctricos, mecánicos o de instrumentación y control.

En la figura 1 se reflejan las diferentes etapas o pasos a implementar en la estrategia RCM (Afefy, 2010). Mediante el análisis secuencial de cada uno de los capítulos indicados, se desarrolla toda la información que tenemos del sistema industrial, para poder tener las herramientas necesarias de decisión en cualquier estrategia o definición de rediseños a implementar.

Proceso de decisión del mantenimiento centrado en la fiabilidad

Según la Norma 60300, la selección de la política de gestión de fallos más adecuada se realiza mediante un diagrama de decisión RCM. El enfoque utilizado para identificar tareas eficaces y aplicables de mantenimiento preventivo consiste en determinar un camino lógico para el tratamiento de cada modo de fallo. Esto conduce a la identificación de tareas y frecuencias de ejecución asociadas que constituirán el programa de mantenimiento preventivo y las acciones de gestión. Una tarea de mantenimiento será aplicable cuando esté orientada al modo de fallo en cuestión y sea técnicamente factible. Una tarea de mantenimiento será eficaz cuando ser rentable y trate con éxito las consecuencias del fallo.

Para el desarrollo del proceso RCM, es necesario realizar siete preguntas acerca del activo o sistema que se intenta analizar (Moubray, 1997). Estas 7 cuestiones, constituyen la base de análisis que nos tenemos que plantear para cada activo físico, de cara a conocerlo y definir realmente cual es la función que le exigimos, como puede fallar y qué debemos realizar para minimizar dichos fallos.

¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?

¿De qué manera falla en satisfacer sus funciones?

¿Cuál es la causa de cada fallo funcional?

¿Qué sucede cuando ocurre cada fallo?

¿De qué manera importa cada fallo?

¿Qué puede hacerse para predecir/prevenir cada fallo?

¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

Ejemplo práctico de análisis de sistema industrial de activos físicos. Sistema de achique de central hidroeléctrica en caverna

Descripcion del sistema de achique de central hidroeléctrica en caverna

Para analizar los conceptos indicados en un caso práctico de sistema industrial, se definirá el sistema de achique de una central hidroeléctrica. Para centrales hidroeléctricas ubicadas en caverna, el achique constituye un sistema crítico en cuanto a su funcionamiento y a su fiabilidad, ya que cualquier fallo importante puede provocar la inundación de los grupos hidroeléctricos de la central, con la correspondiente indisponibilidad y pérdida económica de reposición total.

El sistema de achique de la central hidroeléctrica está compuesto por:

Nivel máximo pozo.

Nivel paro-marcha bombas 1-5.

Tuberías circuito achique.

Válvula antirretorno 12-3-4-5 achique.

Armario eléctrico de mando y alimentación.

Cableado eléctrico, de señalización y de mando (de sala de mando a cuadros y de cuadros a bombas de achique).

3 bombas de achique en el pozo 1. Hm 67 metros, caudal achicado 1.200 l/min, 22 Kw, 2.900 rpm.

2 bombas de achique en el pozo 2. Hm 67 metros, Caudal achicado 1.200 l/min, 22 Kw, 2.900 rpm.

6 boyas nivel de agua (boya de paro, nivel marcha 1-2-3-4-5).

Armario regletero boyas de nivel.

Funciones, parámetros de funcionamiento y ubicación del sistema de achique

El sistema de achique de una central hidroeléctrica constituye una de los sistemas más críticos que implemen-

Subsistema de achique	Bomba de achique 1
	Bomba de achique 2
	Bomba de achique 3
	Bomba de achique 4
	Bomba de achique 5
Subsistema de maniobra hidráulica	Control de pozos 1 y 2
	Válvulas de desagüe en tubería forzada
	Válvulas de circuitos de refrigeración
Subsistema de extracción de achique	Tuberías de extracción de bombas de achique
	Válvulas antirretorno de tuberías
	Colector común de tuberías
	Depósito de confinamiento previo achicado exterior
Subsistema control achique	Autómata programable
	Contactor de arranque directo de bombas
	Sistema de control de nivel del pozo (boyas)
	Sistema de control del volumen del pozo
	Sistema de control de caudal achicado
	Sistema de detección de residuos oleosos en pozos de achique y depósito de confinamiento
Subsistema de alimentación CA/CC sistema de achique	Alimentación CA
	Conmutación de alimentación CA
	Alimentación CC
	Conmutación de alimentación CC

Tabla 1. Subsistemas del sistema de achique de una central hidroeléctrica.

tar en una instalación de generación de energía eléctrica, ya que en la mayoría de diseños es necesario realizar una excavación en una caverna para el montaje de las turbinas, tuberías forzadas y alternadores dentro del sistema de generación hidroeléctrica. Su función principal consiste en la evacuación del agua procedente de la refrigeración de los grupos hidroeléctricos y de toda el agua recogida en la central y canalizada a los pozos de achique, así como del agua vaciada en los descargos hidráulicos de las tuberías forzadas para la realización de operaciones de mantenimiento sin la presión del agua.

El armario está situado en la planta de turbinas (5 metros por encima de los pozos de achique de la central).

Los pozos de achique 1 y 2 están situados en las cotas más bajas de la central hidroeléctrica. El funcionamiento normal del pozo se realiza mediante la puesta en marcha de las bombas 1-2-3 situadas en el pozo nº 1. En el caso de que entre mucha más agua de la que la puesta en marcha progresiva de estas tres bombas pueda evacuar, las bombas del pozo nº 2 se pondrán en marcha. El funcionamiento de las bombas se rige por el nivel de agua detectado por el juego de boyas (6) existentes en el recinto de los pozo de achique nº 1 y nº 2. (boya paro común, boyas de nivel 1-2-3-4, boya nivel alto-inundación). Existe un armario concentrador-regletero de boyas de nivel situado en las escaleras de acceso desde la planta de turbinas al pozo de achique (3 metros por encima de la extracción de los pozos), a partir de este armario centralizador los cables suben por el bajante de las tuberías de las bombas de achique, hasta la planta de turbinas donde está el armario eléctrico. Las tuberías de las 5 bombas de achique suben hasta el concentrador situado en la planta -1 de la central (61 metros de altura desde los pozos de achique), desde donde salen 2 tuberías horizontales hasta el patio de ataguías de salida donde está montado el depósito de confinamiento

Figura 2. Sección de la instalación hidráulica de la central hidroeléctrica con el detalle de la ubicación de los pozos de achique en el punto más bajo de la central (fuente: Endesa Generacion-Enel Green Power Hydro).

Figura 3. Tuberías del pozo de achique de la central hidroeléctrica (fuente: Endesa Generacion-Enel Green Power Hydro).

Figura 4. Sección de los pozos de achique de la central hidroeléctrica (fuente: Endesa Generacion-Enel Green Power Hydro).

de fluidos, antes de la salida del agua del achique a la salida de agua turbinada de los grupos. En las figuras 2 y 3 se observan las secciones de la central hidroeléctrica y de los pozos de achique de la central, ubicados en el punto más bajo de la caverna de la central. En la figura 4 se muestra detalle de las tuberías del pozo de achique que interconectan con las bombas.

Análisis de causa raíz de fallos del sistema de achique de la central hidroeléctrica en caverna. System Root Cause Failure Analysis (RCFA)

Para poder analizar el sistema industrial en cuestión, es necesario que tengamos la suficiente experiencia para poder reflejar el objetivo de funcionamiento del sistema, así como simular los posibles problemas que nos podemos llegar a encontrar, definiendo sus efectos y el riesgo que tenemos de que ocurran (Bloom, 2006). La tabla RCFA se deberá implementar teniendo claros los conceptos que se describen en los siguientes subcapítulos.

Definición de fallos funcionales

Los objetivos del mantenimiento son definidos por las funciones y expectativas de funcionamiento asociadas al activo en cuestión. El proceso de RCM lo hace en dos niveles:

- En primer lugar, identifica las circunstancias que llevan al fallo.
- Luego se pregunta qué eventos pueden causar que el activo falle.

Definición de modos de fallo

Una vez que se ha identificado el fallo funcional, el siguiente paso es tratar de identificar todos los hechos que pueden haber causado cada estado de fallo. Estos hechos se denominan modos de fallo. Los modos de fallo posibles incluyen aquellos que han ocurrido en equipos iguales o similares operando en el mismo contexto.

Definición de efectos de fallo

El cuarto paso en el proceso de RCM consiste en hacer un listado de los efec-

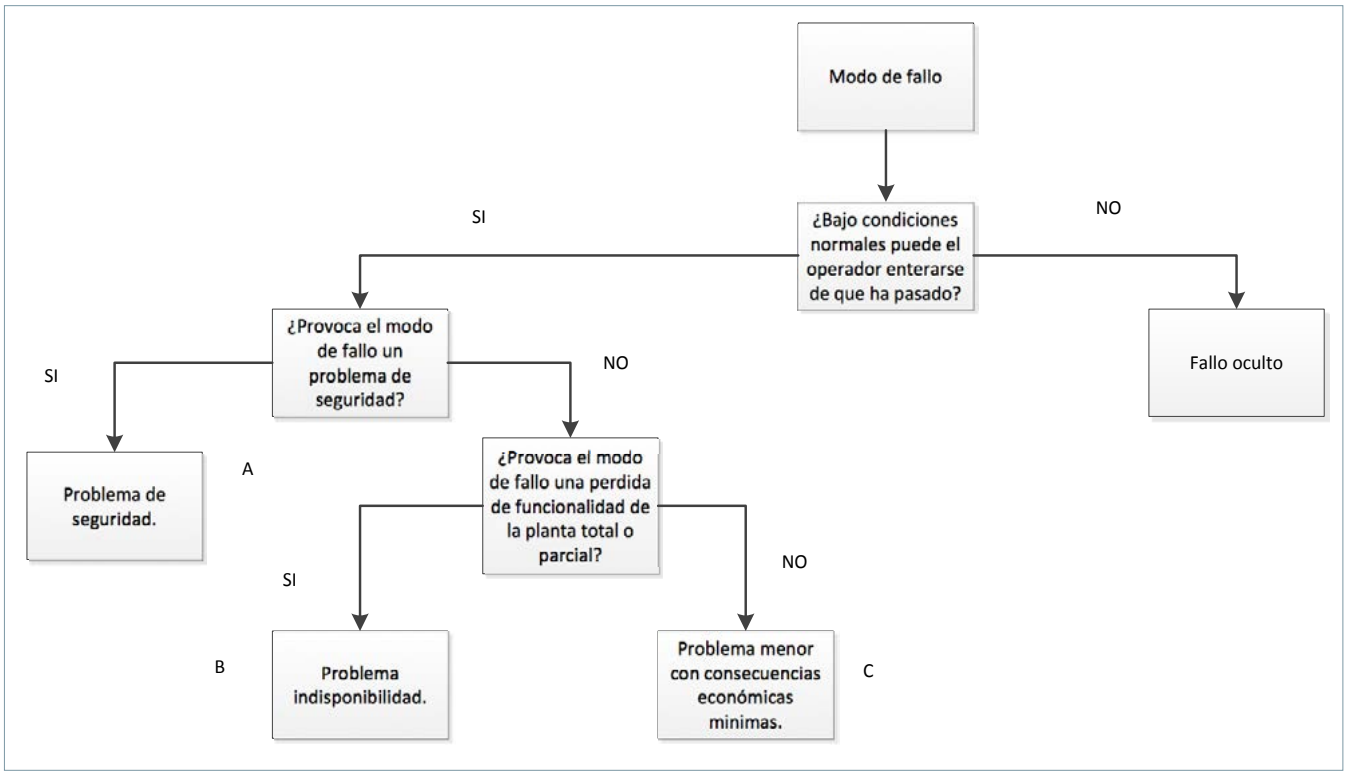


Figura 5 Esquema de decisión de LTA. Análisis de árbol lógico. (Smith, 2003).

Modo de fallo	Mecanismo	Razón de fallo	Causa raíz
Avería eléctrica en bomba de achique	Bombas de achiquez	No funciona. Avería eléctrica. Motor quemado por falta de nivel de agua en la extracción	Motor eléctrico gripado
Avería mecánica en bomba de achique	Bombas de achique	No funciona. Avería mecánica. Enclavamiento y rotura del eje multietapa en la aspiración	Aspiración de cuerpos solidos
Funcionamiento parcial de bomba de achique	Bombas de achique	Funciona pero no aspira lo suficiente por obstrucción en la reja de extracción multietapa debido a algún solido aspirado	Aspiración tapada por solidos.
No maniobra de válvula de desagüe	Válvulas de desagüe de tubería forzada	No maniobra. No abre o no cierra. Válvula enclavada en la maniobra	Cuerpo sólido en la clapeta
Maniobra parcialmente válvula de desagüe	Válvulas de desagüe de tubería forzada	Maniobra pero no el 100%. El eje de la maniobra está agarrotado y no permite realizar todo el recorrido	Eje de la turbina oxidado
Ausencia de estanqueidad en tuberías de extracción	Tuberías de extracción de achique	La tubería pierde agua. Las juntas de los tramos de la tubería están desgastadas o mordidas	Rotura o mordisco de la junta de estanqueidad
Ausencia de estanqueidad antiretorno	Válvulas antirretorno de las tuberías de extracción	La clapeta antirretorno no cierra bien, lo que hace que la columna de agua caiga aguas abajo y que se tenga que volver a elevar	Rotura del mecanismo de cierre de la clapeta
Ausencia de estanqueidad del colector común	colector del sistema de extracción	Pérdidas por las inserciones de las tuberías con el colector común	Poro en soldadura inserción tubería
Ausencia de estanqueidad antirretornos en la conexión del colector	colector del sistema de extracción	Los antirretornos de las entradas al colector pierden, lo que hace que el agua que sube por una tubería baje por la otra, y se tiene que volver a elevar con la bomba de achique	Rotura mecánica del cierre de la clapeta
Ausencia de estanqueidad en las paredes del depósito de confinamiento	Depósito de confinamiento	Falta de estanqueidad en los diferentes depósitos separadores que recorren el depósito, confinando el aceite y residuos oleosos en el primer recinto	Erosión de la obra civil del depósito
No funciona el mando ni el control autómatas	Autómata programable de control. PLC	No funciona la unidad de control	Bloqueo del software PLC
Falta de alimentación autómata	Autómata programable de control. PLC	Problemas en la alimentación	Falta alimentación ca armario ssaaux
Fallo parcial en el control de algún elemento. Tarjetas autómatas	Autómata programable de control. PLC.	Fallos en las tarjetas de entrada y salida del PLC	Tarjeta e/s averiada
Falta conexión directa con bomba achique del contactor	Conmutador de arranque directo de bombas de achique	No funciona la conexión directa de la bomba de achique ante el pulsador de emergencia	falta conexión mecánica de maniobra eléctrica
Agarrotamiento de boyas de nivel (elemento mecánico)	Sistema de nivel de agua de pozos de achique	No funciona el nivel de activación de funcionamiento de las bombas por falta de posición de nivel	Rotura mecánica del relé de la boya
Agarrotamiento de boyas de nivel (elemento mecánico)	Sistema de nivel de agua de pozos de achique	No funciona el nivel de inundación del pozo de achique	Rotura mecánica del relé de la boya
Fallo mecánico circulador de tubería o presostato de tubería	Sistema de control caudal achicado	No funciona el control de agua y presión de las tuberías de extracción	Avería eléctrica de control
Fallo conexionado de alimentación del sistema CA	Alimentación CA	Fallo en la línea de alimentación CA	Falta alimentación ca armario ssaaux
Fallo conexionado de alimentación del sistema CC	Alimentación CC	Fallo en la línea de alimentación CC mando y señal	Falta alimentación ca armario ssaaux

Tabla 2. Análisis causa raíz de fallos del sistema de achique.

tos del fallo, que describe lo que ocurre cuando acontece cada modo de fallo. Esta descripción debe incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de las consecuencias del fallo, como:

- Qué evidencia existe (si la hay) de que el fallo ha ocurrido.
- De qué modo representa una amenaza para la seguridad o el medio ambiente (si es que la representa).
- De qué manera afecta a la producción o a las operaciones (si afecta).
- Qué daños físicos (si los hay) han sido causados por el fallo.
- Qué debe hacerse para reparar el fallo.

Tabla RCFA Sistema de achique en central hidroeléctrica

Como se muestra en la tabla 2, se presenta el análisis de falla causa raíz para equipos críticos en el sistema de achique de la central hidroeléctrica.

Árbol de análisis lógico de los modos de fallo para el sistema de achique. Logic Tree Analysis (LTA)

Mediante el análisis de árbol lógico (LTA), para cada modo de fallo del sistema, se realizan una serie de preguntas para evaluar la tipología del problema que hay si se produce dicho fallo. En la figura 5 (Smith, 2003), se ha reflejado el análisis de preguntas para llegar al análisis final de tipologías obtenidas (A, B, C y D).

Equipo	Modo de fallo	Efecto producido			LTA
		Local	Sistema	Grupo hidroeléctrico	
Bombas de achique	Avería eléctrica de la bomba de achique	Indisponibilidad de bomba	Alarma local indisponibilidad	Limitación de la capacidad de achique máxima	Sí
	Avería mecánica de la bomba de achique	Indisponibilidad bomba	Alarma local indisponibilidad	Limitación capacidad achique máxima	Sí
	Funcionamiento parcial de la bomba de achique	Disponibilidad parcial	Alarma local función sub-carga	Limitación capacidad achique no critica.	Sí
Válvulas de desagüe de tubería forzada	No maniobra de válvula de desagüe	Indisponibilidad en vaciado de tubería	Indisponibilidad en vaciado de tubería forzada	Limitación de operaciones de mantenimiento	Sí
	Maniobra parcialmente válvula desagüe	Indisponibilidad en vaciado tubería	Indisponibilidad en vaciado tubería forzada	Limitación de operaciones de mantenimiento	Sí
Tuberías de extracción de achique	Ausencia de estanqueidad de tuberías de extracción	Fugas de agua achicada	Funcionamiento prolongado de extracción	Funcionamiento incorrecto de extracción	Sí
Válvulas antirretorno de tuberías de extracción	Ausencia estanqueidad antirretorno	Fugas de agua achicada	Funcionamiento prolongado de extracción	Funcionamiento incorrecto de extracción	Sí
Colector de sistema de extracción	Ausencia de estanqueidad de colector común	Fugas de agua achicada	Funcionamiento prolongado de extracción	Funcionamiento incorrecto de extracción	Sí
	Ausencia de estanqueidad antirretornos con conexión a colector	Fugas de agua achicada	Funcionamiento prolongado de extracción	Funcionamiento incorrecto de extracción	Sí
Depósito de confinamiento	Ausencia de estanqueidad en paredes del depósito de confinamiento	Fugas de agua achicada	Funcionamiento prolongado de extracción	Funcionamiento incorrecto de extracción	Sí
Autómata programable de control. PLC	No funciona mando ni control autómata	Fallo de funcionamiento total de sistema auxiliar	No achica agua del pozo. Activación de alarma nivel máximo del pozo de achique	Indisponibilidad de grupos por alarma de nivel máximo en pozos de achique	Sí
	Falta de alimentación autómata	Fallo de funcionamiento total de sistema auxiliar	No achica agua del pozo. Activación de alarma nivel máximo del pozo de achique	Indisponibilidad de grupos por alarma nivel máximo de pozos de achique	Sí
	Fallo parcial en el control de algún elemento. Tarjetas autómatas	Disponibilidad parcial			Sí
Conmutador de arranque directo de bombas de achique	Falta conexión directa con bomba de achique del contactor	Falta opción de arranque directo	Imposibilidad de actuación de emergencia	No afecta al funcionamiento normal del sistema	Sí
Sistema de nivel de agua de pozos de achique	Agarrotamiento de boyas de nivel (elemento mecánico)	Alarma nivel de funcionamiento de achique	Mayor capacidad almacenada en pozo achique. Funcionamiento anómalo del sistema en cuanto a volúmenes	Error en la información del volumen del sistema a achicar	Sí
	Agarrotamiento de boyas de nivel (elemento mecánico)	Alarma nivel de funcionamiento de achique	Mayor capacidad almacenada en pozo de achique. Funcionamiento anómalo del sistema en cuanto a volúmenes	Error en la información del volumen del sistema a achicar	Sí
Sistema de control de caudal achicado	Fallo mecánico circulador de tubería o presostato tubería	No se visualiza si se achica agua	No se tiene información sobre el achique por la tubería	Falta de control del funcionamiento del sistema. Alarma sistema caudal.	Sí
Alimentación CA	Fallo conexionado de alimentación del sistema CA	Fallo de funcionamiento total de sistema auxiliar	No achica agua del pozo. Activación de alarma nivel máximo de pozo achique	Indisponibilidad de grupos por alarma nivel máximo de pozos achique	Sí
Alimentación CC	Fallo conexionado de alimentación del sistema CC	Fallo de funcionamiento total de sistema auxiliar	No achica agua del pozo. Activación de alarma nivel máximo de pozo achique	Indisponibilidad de grupos por alarma nivel máximo de pozos achique	Sí

Tabla 3. Análisis de efectos de modos de fallo del sistema de achique.

A. Problema de seguridad.

B. Problema de indisponibilidad.

C. Problema menor con consecuencias económicas.

D. Fallo oculto.

Análisis de modos de fallo y efectos. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

El análisis de modos de fallo y efectos es una herramienta que analiza posibles fallas de producto o proceso, evalúa las prioridades de riesgo y ayuda a determinar las medidas correctivas para evitar los problemas identificados. El análisis de modo de falla tiene muchas aplicaciones para la evaluación de equipos en una fase de proyecto o en

fase operativa. Como hemos comentado, el objetivo principal es describir los tipos de fallas para cada pedazo de equipo y componentes, causas, efectos y recomendaciones necesarias. Incumplimiento puede entenderse como la forma en que el equipo o componentes pierden su función, que total o parcialmente afecta al desempeño. Cuando se aplica a entender y evitar los modos de falla en el equipo, FMEA no se utiliza para describir los fallos peligrosos que pueden afectar al sistema o equipo.

Etapa de análisis de modos de fallo efectos y criticidad

Antes de pasar a explicar en detalle la metodología del FMEA, es conveniente recordar que se trata de una herramienta de análisis del sistema que tiene el fin de proporcionar una información que se utilizará con posterioridad, principalmente para la planificación del mantenimiento y que complementa cualquier otra herramienta de análisis del sistema, como pueden ser los propios análisis de criticidad, RBD (*Reliability Block Diagrams*), FTA (*Fault Tree Analysis*) y RCM (*Reliability Centered Maintenance*). Así, una vez disponible el FMEA al nivel requerido, se podrán seleccionar las funciones críticas o significativas, implementar el árbol de decisiones para planificar el mantenimiento y las respuestas ante señales de alarma. También se podrá realizar la evaluación de las actividades de mantenimiento necesarias y, asimismo, seleccionar dichas actividades de mantenimiento en función de la criticidad de la función que protegen o restituyen (Bloom, 2006). Aunque tras el FMEA podremos determinarlo de manera fundamentada, los elementos básicos analizados que consideraremos críticos se encontrarán en alguno de los siguientes conjuntos:

- Sistemas de alto riesgo para la seguridad de los operadores, el medio ambiente o la integridad física de los equipos.
- Sistemas con gran número de órdenes de trabajo de mantenimiento, preventivo o correctivo.
- Sistemas con gran contribución a las paradas de las centrales.

Metodología del análisis de modos de fallo, efectos y criticidad

Los FMEA se utilizan, fundamentalmente, para determinar la relevancia de los fallos en cuanto a los aspectos críticos, que son básicamente:

- La seguridad de los operadores.
- La integridad medioambiental.
- La integridad física de la propia central y de sus equipos.
- La operatividad de la central.
- Los costes de mantenimiento asociados a cada fallo.

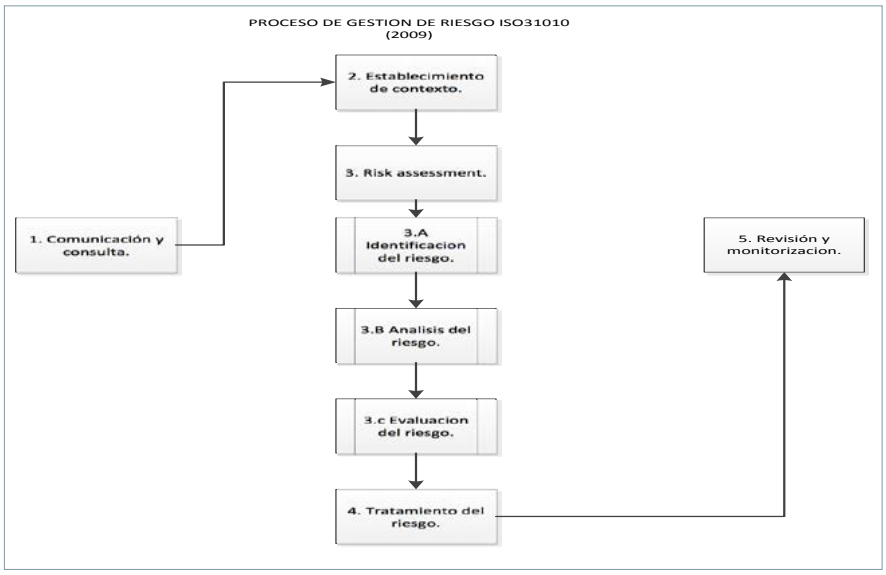


Figura 6. Proceso de gestión del riesgo (ISO 31010-2009) (Sifonte, 2017).

Valor	Nivel de afectación	Seguridad	Producción	Mantenimiento-coste
1	Normal	Con efecto mínimo en seguridad	Parada menor	Coste menor
2	Importante	Daños serios, perdida de potencial de la función de seguridad	Parada dentro de límites aceptables	Coste por encima del normal
3	Muy importante	Pérdida de vidas. Sistemas críticos no operativos	Parada de producción	Coste alto

Tabla 4. Grupos de criticidad (Calixto, 2016).

Grupos de criticidad	
Grupo	Índices de criticidad
A	3-2,5
B	2,5-2
C	2-1,5
D	1,5-1

Tabla 5. Grupos de criticidad (Calixto, 2016).

Análisis AMFE para el sistema de achique central hidroeléctrica

El formato de hoja de cálculo permite una revisión simple del análisis. Mediante este análisis, se puede simular la creación de fallas de funcionamiento. En la tabla 3 se representa el análisis de modo y efecto para los fallos indicados en la tabla 1 del sistema de achique.

Equipo	Modo de fallo	Causa del fallo	Análisis de criticidad			Índice de criticidad	Grupo de criticidad
			Seguridad	Producción	Coste		
Bombas de achique	Avería eléctrica enbomba de achique	No funciona. Avería eléctrica. Motor quemado por falta de nivel de agua en la extracción	2	2	2	2	C
	Avería mecánica en bomba de achique	No funciona. Avería mecánica. Enclavamiento y rotura del eje multietapa en la aspiración	2	2	2	2	C
	Funcionamiento parcial de bomba de achique	Funciona pero no aspira lo suficiente por obstrucción en la reja de extracción multietapa debido a algún sólido aspirado	2	2	2	2	C
Válvulas de desagüe de tubería forzada	No maniobra de válvula de desagüe	No maniobra. No abre o no cierra. Válvula enclavada en la maniobra	3	2	2	2,45	B
	Maniobra parcialmente de válvula de desagüe	Maniobra pero no el 100%.El eje de la maniobra está agarrotado y no permite realizar todo el recorrido	3	2	2	2,45	B
Tuberías de extracción de achique	Ausencia de estanqueidad de tuberías extracción	La tubería pierde agua. Las juntas de los tramos de la tubería están desgastadas o mordidas.	2	1	2	1,7	C
Válvulas antirretorno en tuberías de extracción	Ausencia estanqueidad antirretorno	La clapeta antiretorno no cierra bien, lo que hace que la columna de agua caiga aguas abajo y se tiene que volver a tener que elevar	2	2	2	2	C
Colector del sistema de extracción	Ausencia de estanqueidad colector común	Pérdidas por las inserciones de las tuberías con el colector común	1	2	2	1,55	C
	Ausencia de estanqueidad antirretornos conexión colector	Los antirretornos de las entradas al colector pierden, lo que hace que el agua que sube por una tubería baje por la otra, y se tiene que volver a tener que elevar con la bomba de achique	1	2	2	1,55	C
Depósito de confinamiento	Ausencia de estanqueidad en paredes del depósito de confinamiento	Falta de estanqueidad en los diferentes depósitos separadores que recorren el depósito, confinando el aceite y residuos oleosos en el primer recinto	1	2	2	1,55	C
Autómata programable de control. PLC	No funciona mando ni control autómata	No funciona la unidad de control	3	3	2	2,75	A
	Falta de alimentación autómata	Problemas en la alimentación	3	3	2	2,75	A
	Fallo parcial en el control de algún elemento. Tarjetas autómatas	Fallos en las tarjetas de entrada y salida del PLC	2	3	2	2,3	B
Conmutador de arranque directo de bombas de achique	Falta conexión directa con bomba de achique del contactor	No funciona la conexión directa de la bomba de achique ante el pulsador de emergencia	3	1	1	1,9	C
Sistema de nivel de agua en pozos e achique	Agarrotamiento de boyas de nivel (elemento mecánico)	No funciona el nivel de activación de funcionamiento de las bombas por fala de posición de nivel	1	1	1	1	D
	Agarrotamiento de boyas de nivel (elemento mecánico)	No funciona el nivel de inundación del pozo de achique	3	1	1	1,9	C
Sistema de control del caudal achicado	Fallo mecánico circulador tubería o presostato tubería	No funciona el control de agua y presión de las tuberías de extracción	1	1	1	1	D
Alimentación CA	Fallo conexionado de alimentación del sistema CA	Fallo en la línea de alimentación CA	2	2	1	1,75	C
Alimentación CC	Fallo conexionado de alimentación del sistema CC	Fallo en la línea de alimentación CC mando y señal	2	2	1	1,75	C

Tabla 6. Análisis de criticidad del sistema de achique.

Análisis de criticidad de componentes del sistema de achique

En muchos casos, es necesario priorizar el equipo más crítico en una planta industrial para evitar fallos críticos y definir un programa de mantenimiento. Por tanto, el objetivo principal del análisis de criticidad es definir el equipo crítico basado en las peores consecuencias de la falta con respecto a aspectos como seguridad, ambiente, producción y costos. Para definir la calificación de criticidad de equipos, la puntuación más alta se aplicará sobre todos los aspectos. Basado en evaluación de criticidad, será posible definir tres niveles de criticidad diferentes y personas para realizar tal análisis.

A continuación se expone la metodología empleada en la realización del análisis de criticidad (AC), que junto con el AMFE forma el AMFEC. El objetivo es que con el complemento que supone un análisis de criticidad para el AMFE, se evalúen y jerarquicen los diferentes modos de fallo de sistemas y/o subsistemas. El análisis de criticidad en el AMFEC permite identificar las funcionalidades más significativas del sistema desde un punto de vista que tiene en cuenta al mismo tiempo la fiabilidad de los elementos participantes en la citada funcionalidad y la gravedad de sus fallos, con el objetivo principal de detectar las funcionalidades críticas y los equipos que participan en ellas.

Se trata de una valoración conjunta de la probabilidad de un fallo y la gravedad de sus consecuencias. A continuación, se muestra el modo en que se valora cada una de ellas.

El análisis de criticidad es una herramienta utilizada para evaluar cómo fallos del equipo impactan en el rendimiento de la organización en orden a los activos de la planta sistemáticamente fila a efectos de asignación de prioridades de trabajo. En general, en los modos de falla, efectos y criticidad (FMEA) el análisis requiere la identificación de la información básica en la figura 6 (Sifonte, 2017).

Para la valoración cuantitativa de la criticidad, usaremos la matriz de análisis de criticidad indicada en la tabla 4 (Calixto, 2016). En base a la cuantificación que obtengamos, se clasificará cada modo de fallo en diferentes grupos de criticidad, como se refleja en las tablas 4 y 5 (Calixto, 2016).

A continuación se adjunta la tabla de análisis de criticidad del sistema de achique de la central hidroeléctrica (tabla 6).

Selección de tareas. Tipos y actividades de mantenimiento

Una gran fortaleza del RCM es la manera en que mediante criterios simples, precisos y de fácil comprensión, se pueden decidir tareas proactivas factibles técnicamente en cualquier contexto, y decidir cuándo deben hacerse y quién debe hacerlo. Una tarea proactiva es técnicamente factible dependiendo de sus características técnicas y de la falta que se pretende evitar. También hay que tener muy en cuenta las consecuencias de la falta para decidir su realización.

Si una tarea proactiva no se considera técnicamente factible y no vale la pena hacerla, deben elegirse otras acciones predeterminadas, como pueden ser las siguientes:

- Tareas de mantenimiento que consisten en ejecutar a-falla (run to failure).
- Tareas de mantenimiento a intervalos fijos.
- Tareas de mantenimiento condición-dirigidos (detective condition).
- Tareas de búsqueda de fallas (functional failure tasks).

Según la UNE-EN 13306 (2002), se distinguen los siguientes tipos de mantenimiento:

- Correctivo urgente CU. Mantenimiento correctivo que se ejecuta inmediatamente después de la detección de la avería, para evitar consecuencias inadmisibles.

- Diferido CD. Mantenimiento correctivo que no se realiza inmediatamente tras la detección de la avería, sino que se pospone y programa.

- Preventivo sistemático PS. Mantenimiento preventivo realizado de acuerdo a unos intervalos de tiempo o unidades de uso establecidos, sin considerar la condición del elemento.

- Basado en la condición BC. Mantenimiento preventivo realizado en función del estado de determinado parámetro de control de la degradación que se monitoriza.

- Legal PL. Mantenimiento preventivo realizado para el cumplimiento de la regulación vigente. Se basa en el tiempo o unidades de uso.

- Modificativo MD. Acciones técnicas, administrativas y de gestión para la implementación de mejoras en la realización de la función de un elemento o para cambiar dicha función.

Actividades de predictivo "basadas en la condición"

Se trata de estudiar los fallos cuya aparición no es repentina, sino progresiva, con el objetivo de adelantarse al fallo en cuanto detectemos el deterioro de la función. Estas tareas se diseñan para detectar la degradación cuando un fallo funcional empieza a ocurrir. Según la Norma UNE 60300, un fallo potencial se define como un estado o condición inicial de un elemento que indica que se espera que el modo de fallo ocurra si no se toma ninguna acción correctiva. El fallo potencial manifestará una condición o un conjunto de condiciones que avisan anticipadamente del modo de fallo en cuestión. Según la Norma UNE 60300, para evaluar el intervalo de la tarea de monitorización de la condición, es necesario determinar el periodo de tiempo existente entre el fallo potencial y el funcional. Durante el proceso de degradación, el intervalo entre el punto en el que la degradación alcanza un nivel predeterminado (fallo potencial) y el punto en el cual se produce la degradación a fallo funcional se denomina intervalo P-F. El objetivo último, por tanto, de todas las técnicas de mantenimiento preventivo condicional será conocer el patrón de fallo del equipo analizado, el momento a partir del cual detectamos una degradación de su función y el tiempo que tenemos para realizar el mantenimiento que lleve de nuevo al equipo a su estado de funcionamiento óptimo. Por este motivo, al analizar la aplicabilidad técnica y económica de cada tipo de mantenimiento, es vital conocer el tiempo con que podemos anticiparnos al fallo. No serviría de nada detectar anticipadamente el fallo de un equipo si dicho anticipo no nos da margen de tiempo suficiente para restaurarlo.

Según la Norma UNE 60300, para que una técnica de preventivo condicional sea aplicable, debe satisfacer lo siguiente:

- La condición tiene que ser detectable.

- El deterioro debe de ser medible.

- El intervalo P-F tiene que ser lo suficientemente largo para que sea posible la implementación de la tarea de monitorización de la condición y de las

acciones que se adopten para prevenir el fallo funcional.

Actividades de preventivo de restauración

Se trata de las actividades que se realizan con cierta periodicidad con el objetivo de reacondicionar un activo. La frecuencia de esta serie de actividades de restauración tendrá que ser, lógicamente, mayor que el límite operativo del activo y estará condicionada por la tasa de fallos de los activos involucrados. Estas actividades conllevan poner los activos fuera de servicio, desarmarlos, desmontarlos, inspeccionarlos, corregirlos o reemplazar partes defectuosas, etc. con el fin de prevenir posibles modos de fallo. Por ello, este tipo de mantenimiento se puede realizar únicamente cuando los activos no se encuentren en operación, durante una parada programada o si son equipos redundantes, cuando estén fuera de servicio.

Actividades de preventivo de sustitución

Estas actividades están orientadas al reemplazo de componentes de un activo. La frecuencia de sustitución o descarte programado será mayor que la duración de su vida útil y, como en el caso anterior, condicionada por su tasa de fallos correspondiente, de modo que la condición restaurada será la original, al reemplazar el componente viejo por uno nuevo. La diferencia de estas actividades con las de restauración de un activo son, básicamente:

- Estas están dirigidas a componentes sencillos.
- Las de restauración están dirigidas a activos complejos.
- Las de restauración a menudo se componen, entre otras, de las actividades de sustitución de partes.

Actividades de búsqueda de fallos ocultos

Los fallos ocultos son los que no son evidentes en condiciones normales de operación. La pérdida de una función oculta tendrá como consecuencia un

Equipo	Modo de fallo	Causa del fallo	Grupo de criticidad	Tarea	Descripción	Frecuencia
Bombas de achique	Avería eléctrica de la bomba de achique	No funciona. Avería eléctrica. Motor quemado por falta de nivel de agua en la extracción	C	Monitorización online	Monitorización del nivel del pozo con alarma y parada de funcionamiento de la bomba	*Online*
	Avería mecánica de la bomba de achique	No funciona. Avería mecánica. Enclavamiento y rotura del eje multietapa en la aspiración	C	Control de parámetros de funcionamiento	Control de consumos de bomba y revisión de base de datos histórica de alarmas de protecciones eléctricas	*Trimestral*
	Funcionamiento parcial de bomba de achique	Funciona pero no aspira lo suficiente por obstrucción en la reja de extracción multietapa debido a algún solido aspirado	C	Control parámetros de funcionamiento	Control de consumos de bomba y revisión base de datos histórica de alarmas protecciones eléctricas	Trimestral. En caso de activación periódica de este modo de fallo, programar vaciado de pozo de achique para Limpieza de sedimentos
Válvulas de desagüe de tubería forzada	No maniobra de válvula de desagüe	No maniobra. No abre o no cierra. Válvula enclavada en la maniobra	B	Fallo oculto. Maniobra de prueba	Realización de maniobra de prueba periódica	Trimestral
	Maniobra parcialmente de válvula desagüe	Maniobra pero no el 100%. El eje de la maniobra está agarrotado y no permite realizar todo el recorrido	B	Fallo oculto. Maniobra de prueba	Realización de maniobra de prueba periódica	Trimestral
Tuberías de extracción de achique	Ausencia de estanqueidad tuberías de extracción	La tubería pierde agua. Las juntas de los tramos de la tubería están desgastadas o mordidas	C	Inspección visual sistema. Control parámetros fcto	vigilancia del sistema (checklist visual y consulta plc)	Semanal
Válvulas antirretorno de tuberías de extracción	Ausencia de estanqueidad antirretorno	La clapeta antirretorno no cierre bien, lo que hace que la columna de agua caiga aguas abajo, por lo que se tiene que volver a elevar	C	Inspección visual de sistema. Control de parámetros de funcionamiento	Vigilancia del sistema (checklist visual y consulta de PLC)	Semanal
Colector del sistema de extracción	Ausencia de estanqueidad del colector común	Pédidas por las inserciones de las tuberías con el colector común	C	Inspección visual del sistema. Control parámetros de funcionamiento	Vigilancia del sistema (checklist visual y consulta de PCL)	Semanal
	Ausencia de estanqueidad antirretorno de conexión a colector	Los antiretornos de las entradas al colector pierden, provocando que el agua que sube por una tubería baje por la otra, volviéndose a tener que elevar con la bomba de achique	C	Inspección visual sistema. Control parámetros fcto	Vigilancia del sistema (checklist visual y consulta PLC)	Semanal

Equipo	Modo de fallo	Causa del fallo	Grupo de criticidad	Tarea	Descripción	Frecuencia
Depósito de confinamiento	Ausencia de estanqueidad de paredes del depósito de confinamiento	Falta de estanqueidad en los diferentes depósitos separadores que recorren el deposito, confinando el aceite y residuos oleosos en el primer recinto	C	Inspección visual del sistema. Control de parámetros de funcionamiento	Vigilancia del sistema (checklist visual y consulta de PLC)	Semanal
Autómata programable de control. PLC	No funciona mando ni control autómata	No funciona la unidad de control	A	Rediseño de la instalación	Prueba de funcionamiento y conmutación de unidad de control redundante	Trimestral
	Falta de alimentación autómata	Problemas en la alimentación	A	Rediseño de la instalación	Prueba de funcionamiento y conmutación de unidad de control redundante	Trimestral
	Fallo parcial en el control de algún elemento. Tarjetas autómatas	Fallos en las tarjetas de entrada y salida del PLC.	B	Rediseño de instalación	Prueba de funcionamiento y conmutación de unidad de control redundante	Trimestral
Conmutador de arranque directo de bombas de achique	Falta de conexión directa con bomba de achique del contactor	No funciona la conexión directa de la bomba de achique ante el pulsador de emergencia	C	Fallo oculto. Maniobra de prueba	Realización de maniobra de prueba periódica	Trimestral
Sistema de nivel de agua de pozos de achique	Agarrotamiento de boyas de nivel (elemento mecánico)	No funciona el nivel de activación de funcionamiento de las bombas por fala de posición de nivel	D	Rediseño de instalación	Montaje de sistema redundante de control mediante ultrasonidos (fiabilidad medida pozo achique). Verificación de funcionamiento de cada sistema de control	Semanal
	Agarrotamiento de boyas de nivel (elemento mecánico)	No funciona el nivel de inundación del pozo de achique	C	Rediseño de la instalación	Montaje de sistema redundante de control mediante ultrasonidos (fiabilidad medida en pozo de achique). Verificación de funcionamiento de cada sistema control	Semanal
Sistema de control de caudal achicado	Fallo mecánico circulador de tubería o presostato de tubería	No funciona el control de agua y presión de las tuberías de extracción	D	Funcionamiento hasta fallo	Inspección visual. En caso de fallo de programación, parada bomba y sustitución de caudalímetro de tubería	Semanal
Alimentación CA	Fallo conexionado de alimentación sistema CA	Fallo en la línea de alimentación CA	C	Rediseño de la instalación	Montaje de sistema redundante de alimentación con unidad de conmutación. Verificación de funcionamiento de la conmutación	Trimestral
Alimentación CC	Fallo conexionado de alimentación sistema CC	Fallo en la línea de alimentación CC de mando y señal	C	Rediseño de la instalación	Montaje de sistema redundante de alimentación con unidad de conmutación. Verificación de funcionamiento de la conmutación	Trimestral

Tabla 7. Tareas de mantenimiento del sistema de achique

fallo múltiple. Según la Norma UNE 60300, una tarea de búsqueda de fallos puede ser una inspección, una prueba funcional o una prueba funcional parcial, para determinar si un elemento todavía realizaría su función requerida si fuera demandado para ello.

Actividades de combinación de tareas

En algunos casos, cuando no es posible encontrar una tarea que por sí sola reduzca el riesgo de fallo al nivel

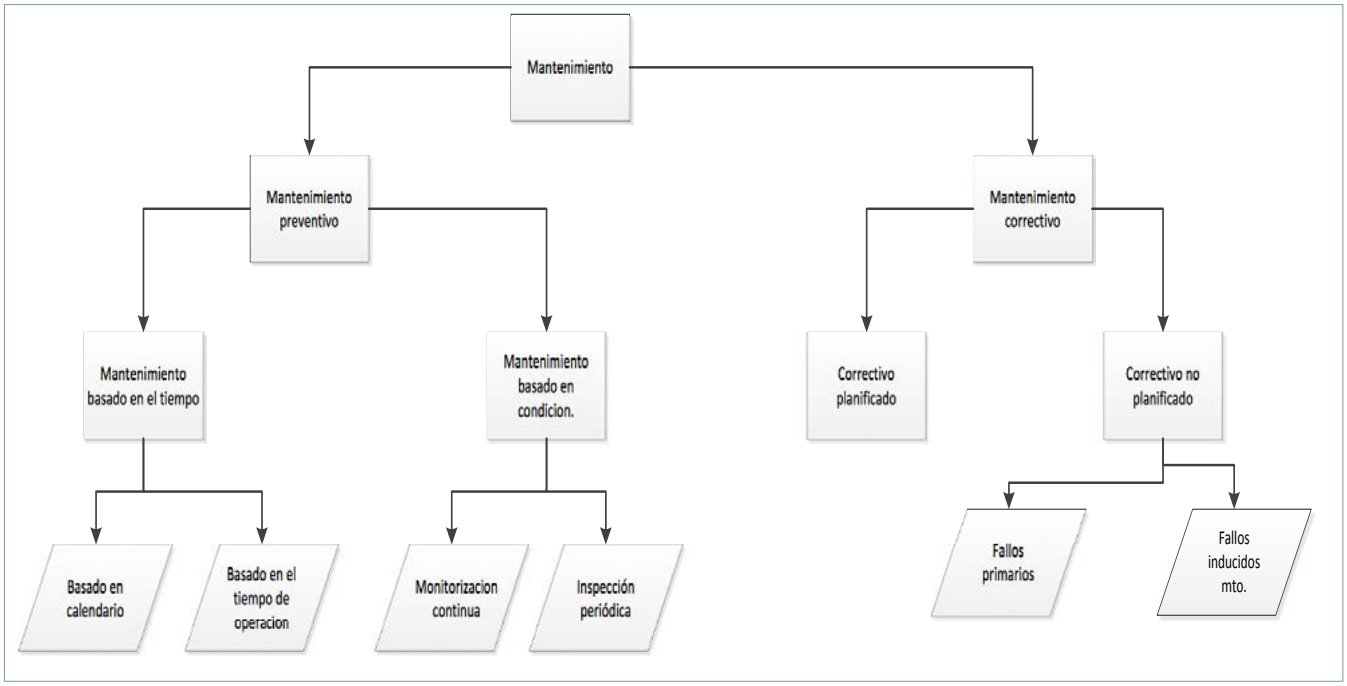


Figura 7. Estructura del mantenimiento RCM (International Atomic Energy Agency, 2007).

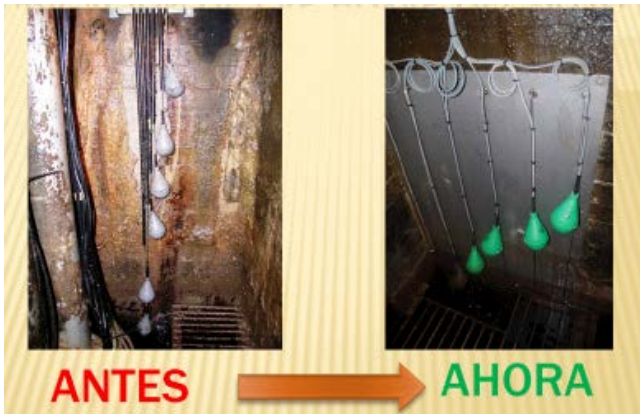


Figura 8. Rediseño del subsistema de control de achique mediante montaje en paralelo de boyas de nivel. Fuente: Endesa Generacion-Enel Green Power Hydro.

Figura 9. Rediseño del subsistema de extracción y control de achique mediante eliminación de colector de tuberías. Fuente: Endesa Generacion-Enel Green Power Hydro.

Figura 10. Rediseño del subsistema de control de achique mediante control conmutado por PLC. Fuente: Endesa Generacion-Enel Green Power Hydro.

Figura 11. Rediseño del subsistema de control de achique mediante arrancadores estáticos y control eficiencia individual de bombas de achique. Fuente: Endesa Generacion-Enel Green Power Hydro.

Equipo	Acción	Mejoras a conseguir	Reducción del grupo de riesgo
Subsistema de extracción de achique	Interconexión de pozo de achique 1 y 2	Mayor capacidad volumétrica de agua que achicar	De 3 a 1
Subsistema de maniobra hidráulica	Válvulas en serie de sistema vaciado tubería forzada	Fiabilidad del sistema de mando y control	De 3 a 1
Subsistema de achique	Rediseño de eficiencia de bombas de achique	Fiabilidad del sistema de nivel de pozo por duplicidad de medida independiente de respaldo	De 2 a 1
Subsistema de control de achique	Montaje de armario de arrancadores de bombas de achique	Reducción del mantenimiento correctivo, pudiendo planificar el nuevo correctivo por duplicidad sistemas de control	De 2 a 1
Subsistema de control de achique	Montaje de caudalímetros y presostatos en cada tubería de extracción	Periodificación de actuaciones de correctivo sin afectación a la funcionalidad	De 2 a 1
Subsistema de control de achique	Montaje de sistema de nivel de pozo de achique mediante ultrasonidos	Eficiencia en el funcionamiento normal del achique en cuanto a energía eléctrica y extracción de volúmenes de agua	De 3 a 1
Subsistema de control de achique	Colocación desplazada de las boyas de detección de niveles	Mayor seguridad en las maniobras del sistema de achique (vaciado de tubería forzada y turbina)	De 3 a 1
Subsistema de control de achique	Colocación desplazada de la boya de nivel inundación	Implementación de duplicidad de funcionamientos como medida de emergencia del funcionamiento del sistema	De 3 a 1
Subsistema de control de achique	Duplicidad del sistema de control. PLC	Mayor fiabilidad crítica del funcionamiento de achique	De 3 a 1
Subsistema de alimentación CA/CC de sistema de achique	Duplicidad del sistema de alimentación CA (conmutación)	Mayor fiabilidad crítica del funcionamiento de achique	De 3 a 1
Subsistema de alimentación CA/CC de sistema de achique	Alimentación de batería 1 y 2 sistema alimentación CC	Mayor fiabilidad crítica del funcionamiento de achique	De 3 a 1
Subsistema control achique	Montaje del sistema de detección de aguas oleosas en achique y depósito confinamiento	Mayor control medioambiental de posibles fugas oleosas al exterior	De 2 a 1

Tabla 8. Rediseños realizados en el sistema de achique

Figura 12. Rediseño del subsistema de control de achique mediante sustitución nivel de funcionamiento de bombas sumergidas. Fuente: Endesa Generacion-Enel Green Power Hydro.

deseado, se pueden aplicar métodos combinados en los que se utilicen conjuntamente los anteriormente citados, cada uno de ellos con una periodicidad determinada.

Actividades de rediseño

En caso de no encontrar actividades preventivas que ayuden a reducir el riesgo de los modos de fallo que afecten a la seguridad o integridad medioambiental hasta un nivel aceptable, se deberá proceder al rediseño. Este rediseño que deberá llevarse a cabo tendrá que eliminar o reducir suficientemente dicho riesgo. También habrá que plantear el rediseño en caso de modos de fallo que afecten a la producción/operación o a los costes económicos, una vez estudiada la rentabilidad de dicho rediseño.

Actividades de correctivo *(run to failure)*

En el caso de no disponer de técnicas de mantenimiento preventivo aplicables y efectivas, y en los casos en los que se pueda asumir el riesgo del modo de fallo correspondiente, no se realizará ningún tipo de mantenimiento preventivo y se dejará el equipo funcionar hasta el fallo, momento en el cual se realizará el mantenimiento correctivo al mismo.

Estrategia de mantenimiento

La estrategia de mantenimiento a implementar es el tipo de mantenimiento aplicado a activos sobre diferentes fases del ciclo de vida del activo. El objetivo es realizar el mantenimiento antes de que se produzcan las fallas en los equipos de cara a reducir el tiempo entre fallas y el costo de la propia falla.

En la figura 7 (*International Atomic Energy Agency*, *2007*), se refleja de manera estructurada, la tipología de

mantenimiento a aplicar en los análisis individuales de cada modo de fallo.

A continuación, en la tabla 7 se reflejan las tareas de mantenimiento definidas, así como la frecuencia de aplicación para el sistema de achique de la central hidroeléctrica.

Conclusiones

En la tabla 8 se indican las diferentes acciones de rediseño que se consideraron, una vez realizado el análisis de mantenimiento centrado en fiabilidad. Mediante estos rediseños del sistema de achique, se ha conseguido bajar la criticidad de la mayoría de subsistemas del achique, así como aumentar la fiabilidad mediante sistemas redundantes de acción y control. En algunos casos, los rediseños han producido un gran ahorro económico en cuanto al funcionamiento de las bombas en su operación normal, mediante el montaje de arrancadores para amortiguar el pico de consumo en la puesta en marcha de las bombas. Este análisis es de aplicación para cualquier sistema industrial de alta fiabilidad que sea critico para el desarrollo del proceso (M. Monseco, 2013).

Agradecimientos

A José Antonio Morilla Lima (técnico de Enel Green Power Hydro) por compartir todos los conocimientos de mantenimiento y explotación de las centrales hidroeléctricas.

A Luis León Angos (responsable de la Unidad Territorial Lleida, Enel Green Power Hydro) por compartir sus experiencias técnicas y soluciones en incidencias en centrales hidroeléctricas.

Bibliografía

Afefy, Islam H. Reliability-centered maintenance methodology and application: a case study 2010.

Bloom N. Reliability Centered Maintenance (RCM): Implementation made Simple. McGraw-Hill New York, 2006.

Calixto E. Gas and Oil Reliability Engineering: Modeling and Analysis. Gulf Professional Publishing, 2016.

Chalifoux A and J. Baird, Reliability Centered Maintenance (RCM) Guide Operating a More Effective Maintenance Program, 1999.

International Atomic Energy Agency. IAEA-TECDOC-1590. Application of Reliability Centred Maintenance to Optimize Operation and Maintenance in Nuclear Power Plants. IAEA Viena 2007.

Monseco M. Diseño de un plan de mantenimiento para un equipo de alta fiabilidad. Técnica Industrial. 2013;301:40-53.

Moubray. Reliability-Centered Maintenance. Industrial Press Inc., 1997.

Norma UNE-EN 60300-3-11 (2013). Gestión de la confiabilidad. Mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Norma UNE-EN 13306 (2011). Mantenimiento. Terminología del mantenimiento Sifonte R and JV. Reyes-Picknell. Reliability Centered Maintenance–Reengineered: Practical Optimization of the RCM Process with RCM-R®. Productivity Press, 2017.

Smith AM and Hinchcliffe GR. RCM-Gateway to World Class Maintenance. Elsevier, 2003.

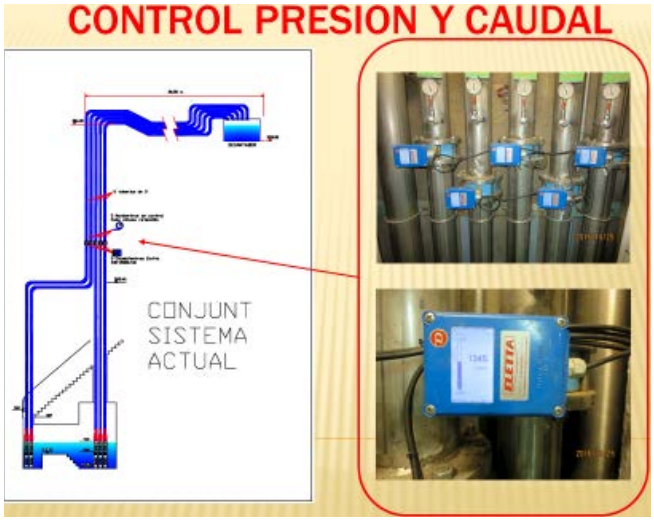


Figura 13. Rediseño del subsistema de control de achique mediante montaje caudalimetros de control en tuberías para análisis eficiencia funcionamiento. Fuente: Endesa Generacion-Enel Green Power Hydro.

Figura 14. Rediseño del subsistema de control de achique mediante montaje de detector de ultrasonidos de nivel en paralelo con las boyas de nivel. Fuente: Endesa Generacion-Enel Green Power Hydro.

Figura 15. Rediseño del subsistema de maniobra hidráulica de achique mediante montaje de detector de ultrasonidos de nivel en paralelo con las boyas de nivel. Fuente: Endesa Generacion-Enel Green Power Hydro.

El autor, Francisco Javier Martínez Monseco.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

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

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

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

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

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

Estructura Los trabajos constarán de tres partes diferenciadas:

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

2. Texto. En la primera página se incluirá el título (máximo 60 caracteres con espacios), resumen (máximo 250 palabras) y 4-8 palabras clave. Se recomienda que el título, el resumen y las palabras clave vayan también en inglés. Los artículos originales deberán ajustarse en lo posible a esta estructura: introducción, material y métodos, resultados, discusión y/o conclusiones, que puede reproducirse también en el resumen. En los artículos de revisión, innovación y opinión se pueden definir los apartados como mejor convenga, procurando distribuir la información entre ellos de forma coherente y proporcionada. Se recomienda numerar los apartados y subapartados (máximo tres niveles: 1, 1.2, 1.2.3) y denominarlos de forma breve.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

¿Por qué es necesario seguir desarrollando motores de combustión para luchar contra la crisis climática global desde la perspectiva del transporte?

The real necessity of Internal Combustion Engines development for fighting against climatic change crisis from the point of view of Road Transport

José Ramón Serrano[1], Raúl Payri[2], Bernardo Tormos[3], Alejandro Gómez Vilanova[4]

Resumen

Los motores de combustión interna alternativos (MCIA) son el principal sistema de propulsión en el transporte por carretera. El presente trabajo presenta un análisis objetivo de la imposibilidad directa del reemplazo total de los mismos como planta motriz en los vehículos. A día de hoy, este comentario es absolutamente cierto incluso considerando el mejor escenario de previsión de crecimiento para los vehículos eléctricos e híbridos. Los argumentos para defender esta postura tienen en cuenta el crecimiento en la demanda de transporte, el avanzado desarrollo de motores ultra limpios y de alta eficiencia, la disponibilidad de combustibles de origen fósil, los bajos tiempos de repostaje y alta densidad energética de los combustibles líquidos. Todos ellos son fuertes argumentos para apoyar una viabilidad a medio y largo plazo de los MCIA como planta propulsora predominante en las aplicaciones del transporte por carretera.

Ampliación del artículo publicado en el Boletín de Noticias de Automoción, Especial Vacaciones Agosto 2019 (I), de la Asociación Española de Profesionales de Automoción (ASEPA), titulado “Los motores de combustión contra la crisis climática”.

Palabras clave

Palabras clave: MCIA, transporte, eficiencia energética, contaminación atmosférica.

Abstract

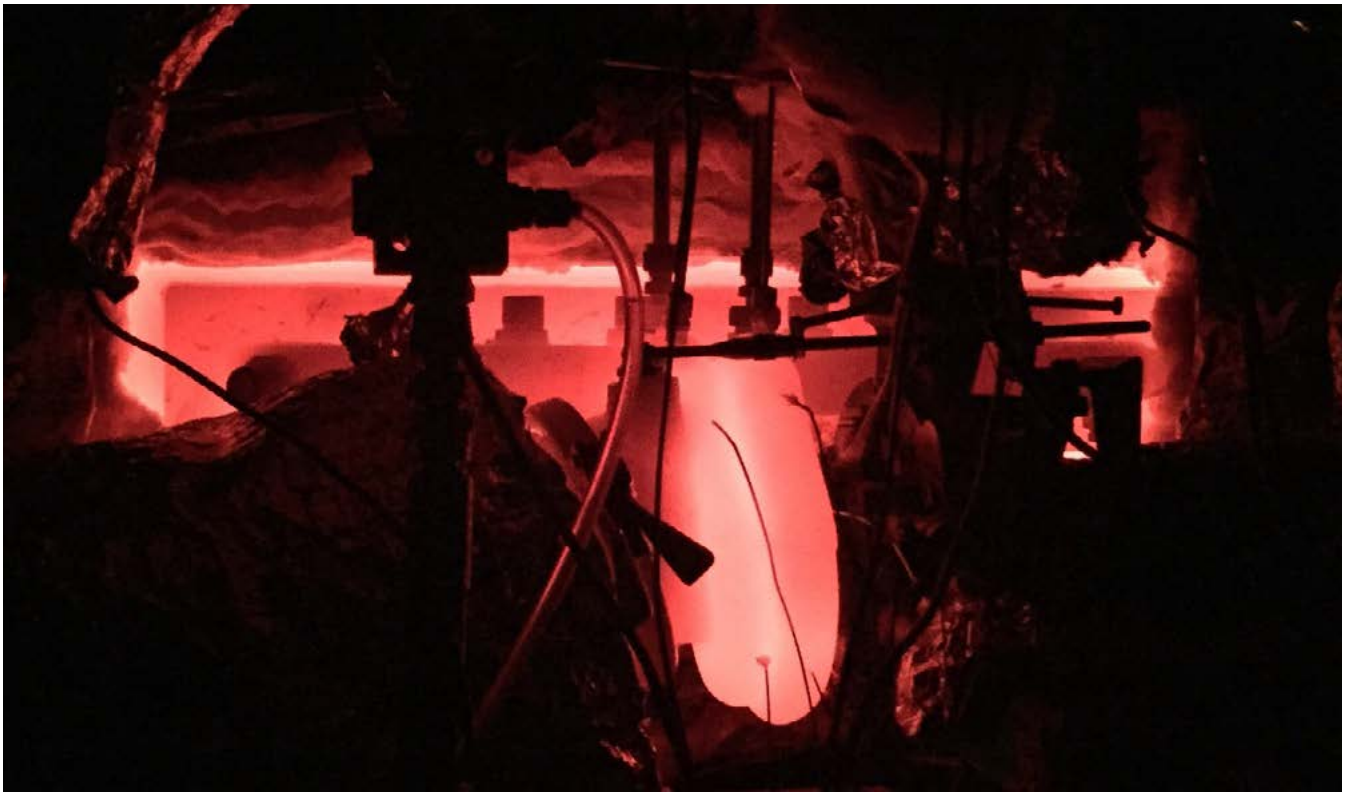
Internal combustion engines (ICE) are the main propulsion systems in road transport. This work discusses the impossibility of replacing them as a power plant in most vehicles. Nowadays, this statement fulfils even considering the best growth scenario for all-electric and hybrid vehicles. The arguments supporting this position took into account the growing demand for transport, the strong development of ultra clean and more efficient ICE, the availability of fossil fuels, the low refuelling times and the high energy density of liquid fuels. Overall, there seemed to be strong arguments to support the medium-long-term viability of the ICEs as the predominant power plant for road transport applications.

Keywords

Key words: ICE, transport, energy efficiency, atmospheric pollution.

Recibido / *received*: 22/09/2019. Aceptado / *accepted*: 22/10/2019.

Instituto Universitario CMT Motores Térmicos de la Universitat Politècnica de València.
1 Dr. Ingeniero Industrial. Catedrático de Universidad. Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la UPV.
2 Dr. Ingeniero Industrial. Catedrático de Universidad. Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la UPV.
3 Dr. Ingeniero Industrial. Catedrático de Universidad. Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la UPV.
4 Graduado en Ingeniería Mecánica. Máster en Motores de Combustión. Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la UPV.
Autor para correspondencia: Prof. Bernardo Tormos Martínez. E-mail: betormos@mot.upv.es.



Turbo caliente. Foto cedida por los autores del artículo.

Introducción

Los motores de combustión interna (MCI) son los principales sistemas de propulsión en el transporte terrestre y ya a mediados de 2017 Serrano [1] hacía referencia a la imposibilidad de su reemplazo como planta motriz en la mayoría de los vehículos en las próximas décadas. Esta afirmación se cumpliría incluso considerando el crecimiento de los vehículos eléctricos e híbridos enchufables. Los argumentos a favor de esta postura tenían en cuenta la creciente demanda de transporte; el fuerte desarrollo de MCI más limpios y eficientes; la disponibilidad de combustibles fósiles a buenos precios, y la alta densidad energética que presentan dichos combustibles convencionales. En conjunto, parecía haber suficientes argumentos para apoyar la viabilidad a medio-largo plazo de los MCI como planta propulsora predominante para el transporte terrestre mundial. La situación ha cambiado drásticamente en los últimos tres años. Los medios de comunicación y otros actores del mercado están reclamando la muerte de los MCI a medio plazo [2]. Los políticos de varios países del G7, como Francia y el Reino Unido, han anunciado la prohibición de los MCI en sus mercados [3], en algunos casos ya en 2040. Las grandes ciudades como Londres, París, Madrid y Berlín están considerando límites severos para los MCI en sus calles. ¿Qué análisis se puede plantear de esta nueva situación?

¿Cuál es el problema de los MCI?

Los argumentos de los medios contra los MCI van desde la necesidad de reducir las emisiones de CO_2 (calentamiento global), hasta la necesidad de mejorar la calidad del aire en las ciudades (emisiones de NOx y material particulado).

Gran parte de este debate sobre el futuro de los MCI ha sido amplificado (o detonado) por el escándalo del Dieselgate [4][5]. Una horrible decisión desde un punto de vista de gestión y de ingeniería (en un momento y lugar determinados) ha generado un efecto mariposa en la industria automovilística del mundo entero. No obstante, haciendo del problema una virtud, el Dieselgate ha forzado nuevas regulaciones para obtener MCI mucho más eficientes y limpios [6][7][8][9].

Como ocurre comúnmente, las viejas y laxas regulaciones han derivado actualmente en un efecto pendular hacia posiciones radicalmente contrarias, haciendo las delicias de los medios de comunicación y generando reacciones políticas excesivas (ambos, sin una clara base científica). Todo esto se plasma en titulares alimentados por la necesidad de publicar una novedad suficientemente popular o buenista. Podríamos definir la situación como: "populismo energético". Por supuesto, las nuevas regulaciones que obligan a la tecnología de los MCI a ser más respetuosa con el medio ambiente deben ser siempre bienvenidas. Sin embargo, las prohibiciones, motivadas por un diagnóstico deficiente de la situación no ayudarán en absoluto: ni para mejorar la calidad del aire ni para mitigar el calentamiento global.

¿Cuál es el problema con los vehículos eléctricos?

Asumiendo la necesidad del transporte a medio y largo plazo, ¿cuál debiera ser la alternativa al MCI actual? ¿Son automóviles como los que fabrica Tesla? Combinando ese efecto péndulo del que se hablaba antes con el excelente marketing de la marca americana, el cóctel de confusión está servido para los medios de comunicación. Al fin y al cabo, uno podría preguntarse: ¿No están los sistemas propulsivos conven-

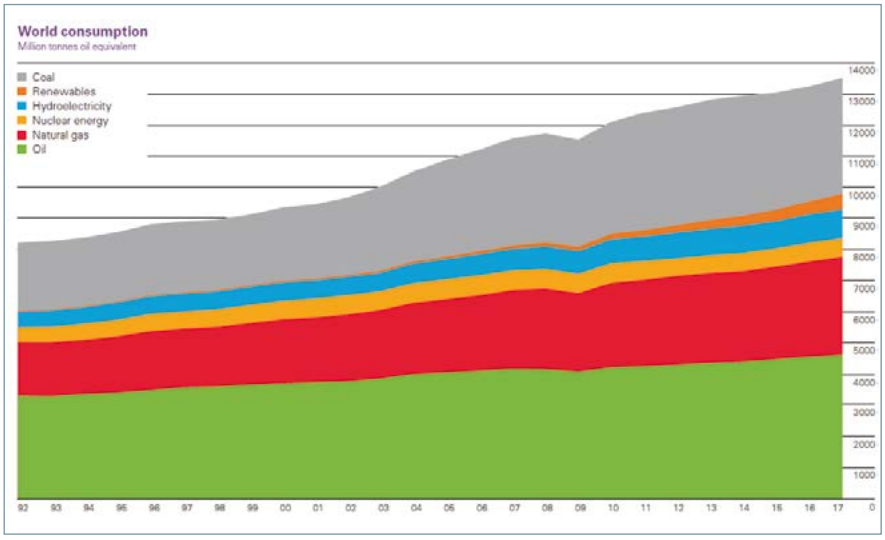


Figura 1. Evolución del consumo mundial de energía según origen en millones de toneladas equivalentes de petróleo en los últimos 25 años [18].

cionales usando la misma tecnología durante los últimos 140 años o incluso más? ¿Cómo puede un concepto tan antiguo ser innovador? ¿Cómo puede ser genial y tecnológico un MCI si continúan quemando cosas dentro de los motores? Y fácilmente llegar a la siguiente conclusión errónea: ¡Demos la bienvenida a los *nuevos motores eléctricos y baterías* en automóviles de cero emisiones!

La mala noticia es que la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma. Los motores eléctricos y las baterías no son nuevos, tampoco son limpios y, en general, no están libres de problemas; específicamente, dos grandes problemas.

El primer gran problema es que el motor eléctrico no usa una fuente de energía, sino un vector energético. Esto es: electricidad, que no existe como fuente y no se puede acumular en grandes cantidades; tiene que generarse cuando se consume. Si pensamos en las baterías como acumuladores de energía eléctrica, estas se inventaron hace mucho tiempo y siguen siendo pilas de productos químicos que pueden transformarse fácilmente en electricidad cuando sea necesario. Pese al progreso observado, las baterías son una tecnología totalmente inmadura en el rango de potencia y energía necesaria para el transporte terrestre. Por tanto, no pueden competir con éxito con los combustibles líquidos. ¿Y por qué es una tecnología tan inmadura? Hay cuatro motivos:

- El reabastecimiento del nivel de batería es inaceptablemente largo para los usuarios [10].
- La densidad de energía es inaceptablemente baja. Con autonomías reales por debajo de los 250 km en los utilitarios [11] y alrededor de los 300 km en los SUV [12].
- La durabilidad de las baterías es limitada y menor que la vida útil del propio vehículo. Estudios como Tang et al [13] y Polzin et al [14] son buena prueba de este problema asociado a más basura electrónica que reciclar.
- Por último, el suministro de materias primas para su fabricación (níquel, litio, cobalto, cobre, manganeso, etc.) es un problema acuciante, ya que están alcanzando precios desorbitados. Según Sarah Maryssael, gerente global de suministros de metales para Tesla [15], actualmente el principal problema es el aprovisionamiento de cobalto, necesario para el cátodo de las baterías de iones de litio; un Tesla Model X necesita 7 kg por vehículo y un Tesla Model 3 unos 4,5 kg [16]. Este mineral se extrae principalmente en la República Democrática del Congo, donde se incumplen los derechos humanos a través del trabajo infantil y la falta de seguridad en las minas, entre otras muchas realidades [17]. Luego llega a los mercados internacionales y su origen se diluye debido a la escasa trazabilidad existente. Finalmente, se refina fundamentalmente en China, por lo que se añaden problemas geopolíticos a la inseguridad del suministro.

El segundo gran problema es que no estamos hablando de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), sino de masa, energía, potencia y el segundo principio de la termodinámica. Así como el público entiende el impacto de la gravedad y las fuerzas de fricción en las tecnologías de transporte, deben saber también como de restrictivo es el segundo principio de la termodinámica: El problema es que la electricidad tiene que ser producida, que en la mayoría de los casos se produce a partir de fuentes de energía no renovables (con alrededor del 60% de pérdidas) y que tiene que ser transportada (con las pérdidas adicionales de otro 20%). Por desgracia, las fuentes renovables son escasamente un 10% del mix energético mundial [18] y no tenemos un pronóstico a medio plazo de que esta cifra aumente significativamente. Esto lo refleja muy claramente el BP Statistical Review of World Energy (Fig. 1), que es muy pertinente por ser un análisis mundial y no estatal o urbano.

En algunos países como EE UU, China, Rusia, Polonia, Corea del Sur y Alemania, los combustibles fósiles, incluido un buen porcentaje de carbón, siguen siendo la mayor fuente de energía como materia prima de producción de electricidad. Los países del G8 con alternativas reales a las tecnologías que emiten CO_2 son básicamente uno: Francia, y ello debido a su mantenida apuesta por la energía nuclear. Por tanto, está claro que con el mix energético actual y con un análisis del ciclo de vida completo, el llamado análisis de la cuna a la tumba, la alternativa de los motores eléctricos no eliminará las emisiones globales de CO_2.

La figura 2, elaborada en 2014 por el Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport de la Comisión Europea [19], muestra eficazmente cómo con el mix Europeo de producción eléctrica no eliminaríamos las emisiones de CO_2, sino que las bajaríamos de 210 gCO_2/km a 170 gCO_2/km. Pero el problema es que Europa tiene un honroso 35% del mix entre renovables e hidráulica [18] mientras que a nivel mundial solo existe

un 10% (v. Fig. 1) y nuevamente hay que recordar que este es un problema mundial, no particular de Europa.

Más recientemente, en abril de 2019, la prensa internacional se hizo eco de un reciente estudio del IFO alemán (Institute Centre for Economic Studies, CESifo GmbH) realizado por el Prof. Dr. Hans-Werner Sinn et al. [21] y en el que se ha calculado que con el mix energético alemán un Tesla Clase 3 emite en su vida útil de 156 a 180 gCO_2/km. Esto supone entre el 11% y el 28% más que los modernos Diesel E6d Temp. En estos momentos, un análisis de la cuna a la tumba del proceso de electrificación total del transporte muestra que las emisiones gaseosas solo se estarían reubicando de las ciudades al entorno de grandes centrales térmicas y centros de producción, como ha estudiado para diversos países europeos el Dr. Maarten Messagie, de la Universiteit Brussel - research group MOBI [22]. Por desgracia, el problema del calentamiento global no puede ser "reubicado" y los fenómenos atmosféricos no conocen las fronteras, ya que las lluvias ácidas y las nubes de material particulado (PM 2.5) lo han demostrado repetidamente, como se aprecia en la figura 3 [17]. En pocas palabras, con una electrificación masiva del parque automovilístico y con el mix energético mundial actual, y en particular el europeo, solo se puede aspirar a deslocalizar el CO_2 emitido. Pero lo que es peor, no se prevén cambios sustanciales en el mix eléctrico actual de aquí a 2030 como para que la electrificación del transporte sea una solución clara al problema del cambio climático, según estudios de la Agencia Federal de Medio Ambiente Alemana [23].

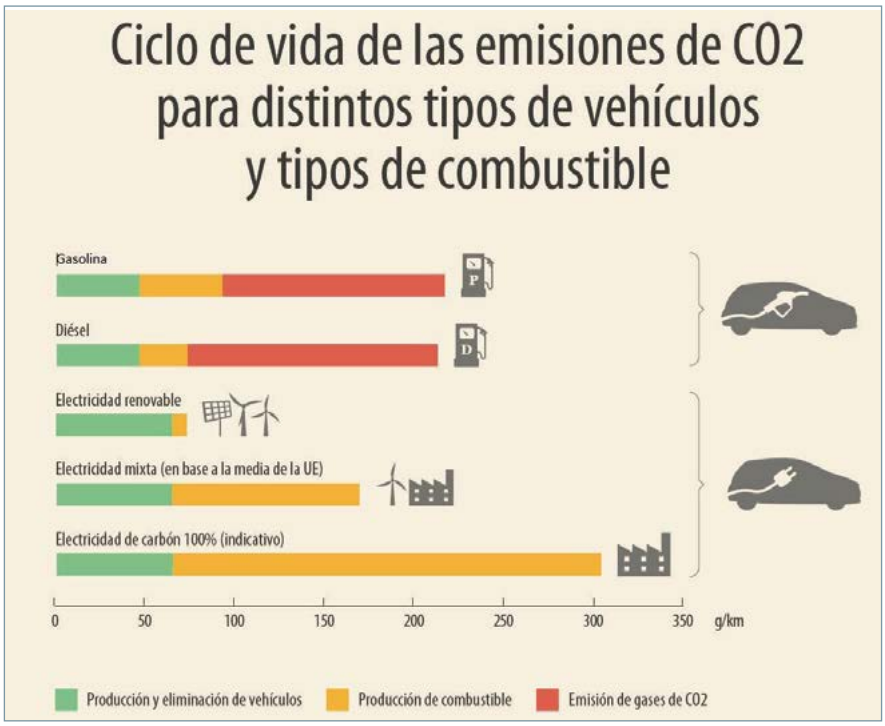


Figura 2. Emisiones de CO_2 de la cuna a la tumba en g/km dependiendo de la fuente energética [20].

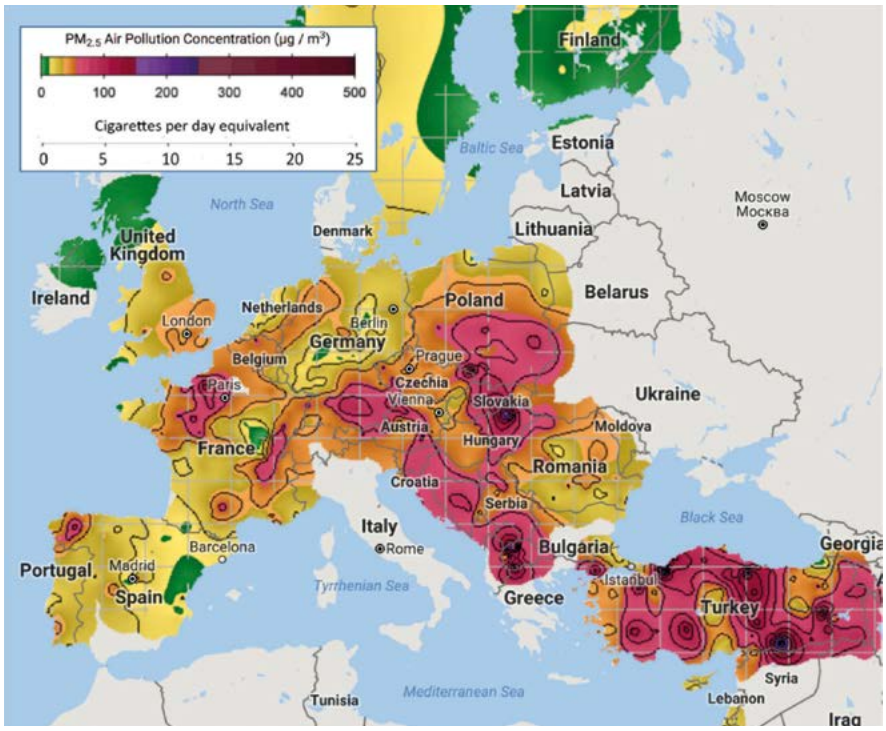


Figura 3. Niveles europeos de PM 2.5. Extraída de [24]. http://berkeleyearth.org/wp-content/uploads/2017/01/Europe-air-pollution.png [24].

¿Qué pueden aportar los nuevos motores de combustión interna (MCI)?

Las limitaciones futuras de los gases de efecto invernadero (CO_2), los contaminantes gaseosos y las emisiones de ruido serán cada vez más severas. Esto obligará a los fabricantes de motores y a la industria automovilística a invertir en tecnologías más innovadoras y sofisticadas para su reducción [8][25][26]. Las regulaciones de emisiones en conducción real (Real Driving Emissions-RDE) se están adoptando en las principales zonas económicas mundiales, lo que significa desafíos adicionales para los fabricantes de automóviles, ya que esto amplía enormemente el rango operativo del MCI en el que las emisiones contaminantes deben mantenerse por debajo de los límites de homologación [27][28][29]. Se avecina una revolución con respecto a los motores tradicionales de gasolina y diésel, y los límites entre ambos se desvanecen rápidamente a medida que se adquiere un conocimiento más

profundo y un mayor control del proceso de combustión. Los turbocompresores, los ciclos orgánicos de Rankine (ORC) y la hibridación [30][30] son parte del entorno del MCI, todos ellos dedicados a extraer cada julio de energía de los combustibles líquidos. La investigación en química de catalizadores ofrece posibilidades interesantes para la limpieza de los gases de escape hasta límites increíbles. Hoy en día, nada es demasiado innovador o arriesgado para hacer frente a la demanda esperada a medio plazo de MCI más limpios y eficientes. Finalmente, los combustibles fósiles son baratos y están disponibles. El agotamiento del petróleo ya no es un tema de discusión, ya que la tecnología del *fracking* ha ofrecido un nuevo paradigma, haciendo de Estados Unidos el mayor productor de combustibles fósiles del mundo [18].

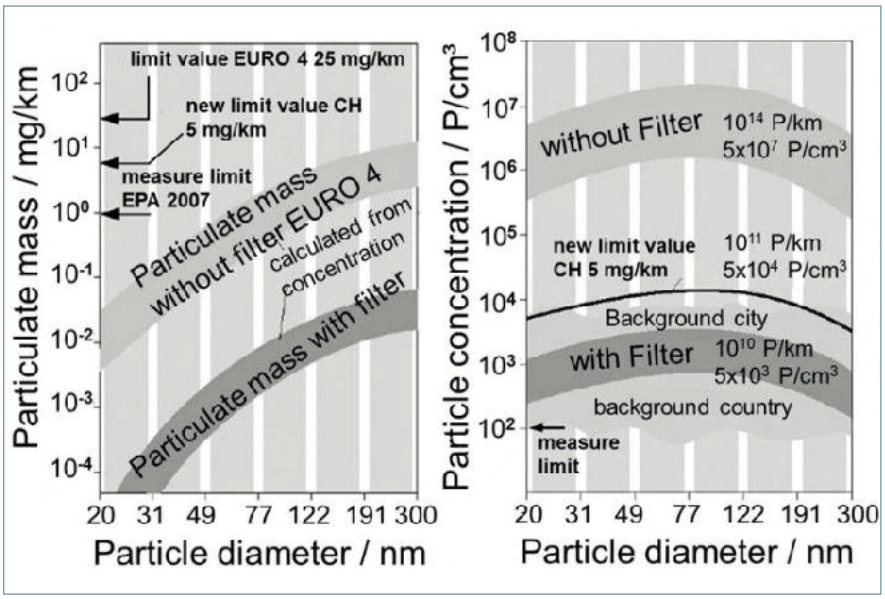


Figura 4. Los motores diésel con trampa de partículas pueden limpiar el medio ambiente urbano [34].

¿Qué tienen de fantástico los nuevos motores de combustión interna (MCI)?

Los MCI emiten contaminantes gaseosos a nivel local y CO_2; y esto se acepta como un mantra, al igual que se acepta que los automóviles eléctricos no lo hacen. Asumir ambos paradigmas es el gran argumento para la sustitución de los MCI. ¿Qué pasa si la situación fuera de alguna manera la contraria? Si nos centramos en un análisis de la cuna a la tumba, ni la producción de las baterías ni la producción de electricidad están libres de emisiones de CO_2 y contaminantes [21]. La producción de electricidad causa emisiones de CO_2 mucho mayores que la producción de combustibles fósiles líquidos, como se mostraba en la figura 2, ya que es un vector energético más difícil de obtener y transportar. Se puede afirmar de manera similar que la producción de MCI genera emisiones de CO_2, aunque menos que producir baterías y motores eléctricos[31][32], como también se muestra en la figura 2.

¿Qué pueden hacer los MCI para aumentar la calidad del aire? Podemos afirmar que un motor Diesel Euro 6d Temp moderno puede limpiar el aire de partículas y *smog* en países muy contaminados, o durante episodios graves de contaminación, como las situaciones referidas en China [33]. Las trampas de partículas de los modernos motores de combustión diésel y gasolina reducen el nivel de las PM 10 por debajo del valor medio atmosférico, como claramente se aprecia en la figura 4. Si combinamos el mensaje de esa figura [34] con los datos de la Ilustración 3, podemos entender la ventaja de tener motores de combustión con trampas de partículas en países como Polonia, donde casi el 50% de su mix energético depende exclusivamente del carbón [18] y genera graves problemas de partículas.

La tecnología está disponible y la investigación en curso para permitir que los MCI de próxima generación actúen como aspiradores de contaminantes en el aire de las grandes ciudades. Esto es algo que, definitivamente, los motores eléctricos con baterías no pueden hacer. Los nuevos Diesel E6d Temp están emitiendo un 80% menos NOx que lo estipulado por la norma, según un estudio de la ADAC alemana; es decir, están limpiando el aire de las emisiones de otras fuentes [35]. Se necesita acción política para renovar las flotas de transporte en todo el mundo y promover en todos los países los mismos estándares en emisiones para MCI que se mantienen en EE UU, Japón y Europa. Así mismo, una renovación del parque automovilístico es necesaria, en particular en España y en la EU, como se concluye tras un exhaustivo análisis publicado recientemente [36]. No es tanto el tipo de tecnología (MCI vs Baterías), es más una cuestión de modernización de la tecnología actual.

Con respecto a los problemas de emisiones de gases de efecto invernadero (Global Warming Potential [GWP]), es bueno recordar que la contribución del transporte a las emisiones mundiales de GWP en toneladas equivalentes de CO_2 se ha mantenido históricamente en el 10%. Como se observa en la figura 5, elaborada por la FAO [37], la industria, la agricultura, la extracción de recursos, el procesado de basuras, la producción de energía (para entre otras cosas los sistemas de calefacción y el aire acondicionado en los hogares) hacen el resto. Por tanto, un cambio masivo mundial a vehículos eléctricos supondría una reducción potencial mundial de un 11% de las toneladas equivalentes de CO_2 que se emiten, y eso, en el caso de que los motores eléctricos cargasen la batería a partir de energía 100% limpia de CO_2 (renovables/nuclear) que sabemos no será así en el corto y medio plazo [18][23]. Es decir, hoy en día ese cambio drástico, con las subsiguientes emisiones de CO_2 que implicaría supondría una reducción de las emisiones de gases GWP menor del 11% del 10% del parque que usaría electricidad renovable, es decir, bastante menor de un ya pobre 1,1%.

En el futuro, a largo plazo, puede argumentarse que los automóviles eléctricos bajarán sustancialmente sus emisiones de CO_2 si la electrici-

dad proviniese de fuentes renovables o nucleares. Como se puede apreciar en la figura 6, pese a la gran dispersión de datos existente en las fuentes [46][19][21][22][23], este escenario está lejos de cumplirse en la actualidad en la mayoría de los países de la Unión Europea. Teniendo en cuenta países como España con alrededor del 35% de fuentes renovables en el mix, las emisiones equivalentes de CO_2 son ligeramente mejores que los modernos Diesel E6d Temp. Si hacemos una extrapolación a futuro, en el escenario central, necesitaríamos aumentar el mix de renovables por encima del 60% para tener una clara ventaja competitiva frente a las tecnologías de combustión con encendido por compresión (CI) en emisiones de CO_2. Incluso aunque llegásemos al 100% de renovables, los vehículos eléctricos no tendrían nunca cero emisiones equivalentes de CO_2.

Si uno imagina que un 60% de fuentes renovables en el mix energético fuera el estándar a medio-largo plazo, ¿podrían los MCI hacerlo tan bien? La respuesta es sí y mejor, si utilizamos combustibles sintéticos provenientes de la captura y uso de CO_2 (CCU) atmosférico [38]. Hay ya varios proyectos de I+D en Suiza, Alemania y Canadá centrados en CCU. Se trata de sistemas capaz de transformar el CO_2 tomado directamente del aire en combustibles líquidos llamados "PtX fuels" (*e-fuels*, incluido e-diésel). Esto se realiza mediante hidrogenación del CO_2 usando H2 producido por electrolisis usando fuentes renovables [39]. También hay proyectos para bombear el CO_2 capturado de las centrales eléctricas a los pozos de petróleo y convertirlo posteriormente en petróleo neutral desde el propio punto de vista del CO_2. Incluso hay proyectos en los que los automóviles capturan parte de sus propias emisiones de CO_2 (junto con el CO_2 de la atmósfera) y realizan la conversión a bordo en combustible neutral de CO_2 [39]. De esa manera, la auto-CCU podría contribuir incluso a una reducción del CO_2 atmosférico. Si los combustibles utilizados en estos coches capturadores de CO_2 fuesen en su mayoría biocombustibles [40], como es el caso en Brasil, esto representaría una manera eficiente de eliminar el CO_2 de la atmósfera. Sin embargo, el desarrollo de esta tecnología queda sujeto al aprovechamiento eficiente de la energía térmica residual de los motores [41]. En conclusión, si buscamos un cambio de paradigma, ¿Por qué no cambiamos nuestros vehículos para que actúen como capturadores de CO_2 en las carreteras? Eliminarían el otro 90% del CO_2 (el de la industria, la agricultura, etc.) que el transporte terrestre no está produ-

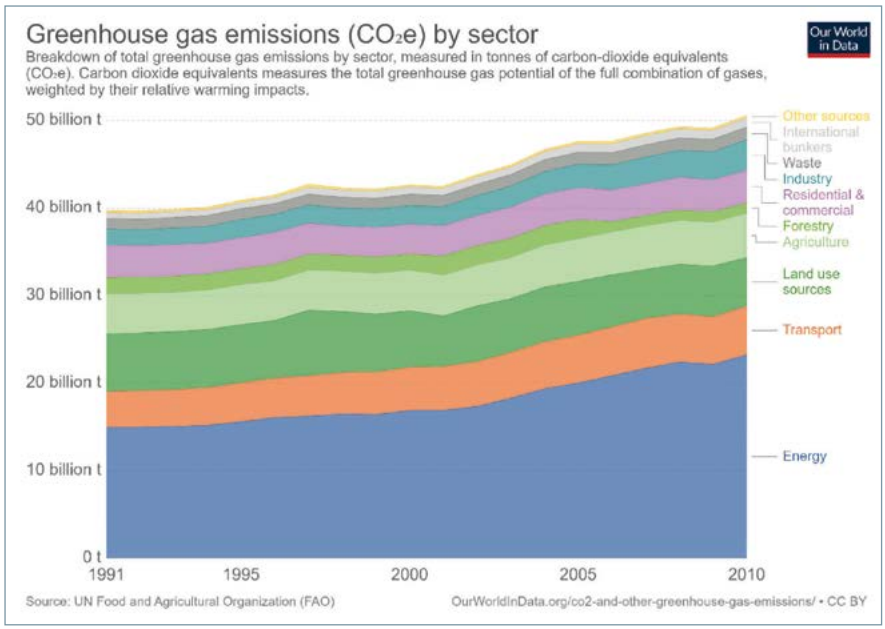


Figura 5. Emisiones de gases de efecto invernadero (GWP) en toneladas equivalentes de CO_2 por sectores [37].

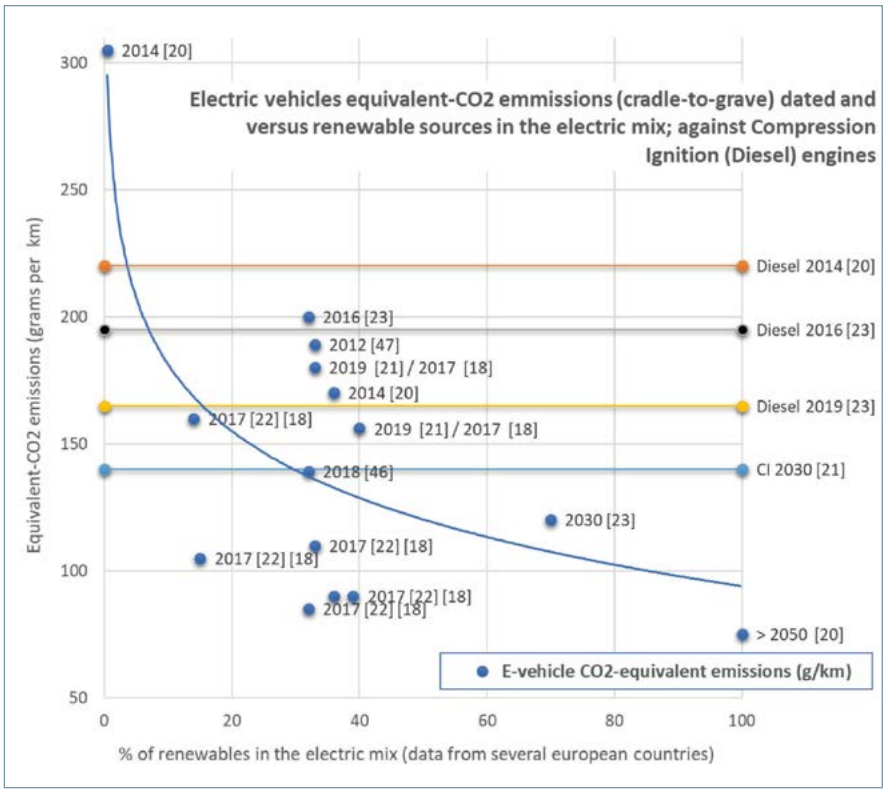


Figura 6. Emisiones de CO2 equivalentes de la cuna a la tumba de los vehículos eléctricos en función del porcentaje de renovables en el mix energético. Comparación con los motores de encendido por compresión (CI) o diésel. Elaborado a partir de las referencias de esta publicación.

ciendo [41]. Además, esto es algo que los motores eléctricos con baterías no pueden hacer.

El dinero público y los esfuerzos de los gobiernos deberían promover la investigación para reducir las emisiones contaminantes, en lugar de *elegir* a los ganadores para un futuro incierto. Los subsidios directos a cualquier industria o tecnología y la prohibición gratuita de otros, sin argumentos científicamente probados, es el tipo de ejercicio de riesgo que nunca ha tenido éxito. El propio Bundestag alemán en mayo de 2019 propuso que no se puedan prohibir los motores diésel E6d Temp en las ciudades alemanas, ni siquiera los E4 y E5 cuando emitan menos de 270 mgNOx/km (gracias a un posible *retrofit*), lo que está pendiente de certificarse por el Tribunal Supremo alemán [42]. En Francia se está estudiando dar la máxima calificación ambiental a los motores diésel E6d Temp tras constatarse que son tanto o más limpios que los motores de gasolina [43]. Parece que las autoridades europeas por fin empiezan a escuchar a científicos e ingenieros [44][45]. En general, promover actividades de investigación de cualquier tecnología, independientemente del campo de investigación, siempre ha brindado grandes beneficios para las generaciones futuras, y normalmente, ha sido lo más barato.

Referencias bibliográficas

Serrano JR. "Imagining the Future of the Internal Combustion Engine for Ground Transport in the Current Context". Applied Sciences. Vol 7, 1001.

"España pretende prohibir las matriculaciones de coches diésel, gasolina e híbridos a partir de 2040"; El Mundo; noviembre, 2018.

"Dyson presses UK government for earlier petrol car ban". Financial Times, mayo de 2019.

Brand C. "Beyond 'Dieselgate' : Implications of unaccounted and future air pollutant emissions and energy use for cars in the United Kingdom" Energy Policy. 2016;97:1-12. 2016.

Dey S, et al. "The potential health, financial and environmental impacts of Dieselgate in Ireland". Transportation Planning and Technology. 2019;41(1):17-36.

Normativas de emisiones contaminantes en Europa (versión completa). https://www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php#stds.

Ming Z, et al. "Particulate Matter Emission Suppression Strategies in a Turbocharged Gasoline Direct-Injection Engine". Journal of Engineering for Gas Turbines and Power-Transactions of the ASME. 2017;139(10):102801.

Payri R, et al. "Impact of counter-bore nozzle on the combustion process and exhaust emissions for light-duty Diesel engine application". International Journal of Engine Research. 2019;20(1):46-57.

Lapuerta M, et al. "High-pressure versus low-pressure exhaust gas recirculation in a Euro 6 Diesel engine with lean-NOx trap: Effectiveness to reduce NOx emissions", International Journal of Engine Research. 2019;20(1):155-63.

M. Neaimeh, S. D. Salisbury, G. A. Hill, P. T. Blythe, D. R. Scoffield, and J. E. Francfort, "Analysing the usage and evidencing the importance of fast chargers for the adoption of battery electric vehicles," Energy Policy. 2017;108:474-86.

"Los coches eléctricos y su autonomía limitada"; Organización de Consumidores y Usuarios (OCU); Noviembre, 2017.

Moeller S. "Autobahn Test: Tesla Model X beats Audi e-tron & Jaguar I-Pace"; nextmove GmbH. February 2019. Accesible en https://nextmove.de/autobahn-test-tesla-model-x-beats-audi-e-tron-jaguar-i-pace/

Tang L, et al. "Battery Life Extending Charging Strategy for Plug-in Hybrid Electric Vehicles and Battery Electric Vehicles," IFAC-Papers OnLine. 2016;49(11):70-6.

Polzin E, et al. "An accelerated calendar and cycle life study of Li-ion cells," J Power Sources. 2002;101(2):238-47.

García F. "Alarma ante la posible escasez de baterías para vehículos eléctricos". El Mundo, 8 Mayo 2019.

Fuentes V. "Tesla prevé una escasez mundial de minerales que son clave para fabricar las baterías de los coches eléctricos" Motorpasion, 2 de mayo de 2019.

Broom D. "The dirty secret of electric vehicles". World Economic Forum report. 29 Marzo 2019. Accesible en https://www.weforum.org/agenda/2019/03/the-dirty-secret-of-electric-vehicles/

BP Statistical Review of World Energy, June 2018. Accesible en https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html

Edwards R, et al. "Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context". Report EUR 26237 EN. JRC Technical Reports. European Commission. 2014.

http://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20190313STO31218/emisiones-de-co2-de-los-coches-hechos-y-cifras-infografia

Sinn H-W, et al. "Kohlemotoren, Windmotoren und Dieselmotoren: Was zeigt die CO2-Bilanz?". Ifo Schnelldienst Vol 72, (08) pp. 40-54, 2019.

Maarten Messagie – Vrije Universiteit Brussel - research group MOBI "Life Cycle Analysis of the Climate Impact of Electric Vehicles". Transport & Environment. October 2017. https://www.transportenvironment.org/publications/electric-vehicle-life-cycle-analysis-and-raw-material-availability

Blaich M. "El motor diésel y la conflictiva tendencia a la electrificación". Interempresas. 29 de enero de 2019. http://www.interempresas.net/Sector-Automocion/Articulos/232843-El-motor-diesel-y-la-conflictiva-tendencia-de-la-electrificacion.html.

http://berkeleyearth.org/wp-content/uploads/2017/01/Europe-air-pollution.png

Boccardo G M, et al. "Experimental investigation on a 3000 bar fuel injection system for a SCR-free non-road Diesel engine". Fuel. 2019;243(1):342-51.

Puskar M, Kopas M. "System based on thermal control of the HCCI technology developed for reduction of the vehicle NOX emissions in order to fulfil the future standard Euro 7". Science of the Total Environment. 2018;643(1):674-80.

Lujan J M, et al. "An assessment of the real-world driving gaseous emissions from a Euro 6 light-duty Diesel vehicle using a portable emissions measurement system (PEMS)". Atmospheric Environment. 2018;174:112-21.

Grigoratos T F, et al. "Real world emissions performance of heavy-duty Euro VI Diesel vehicles". Atmospheric Environment. 2019;201:348-59.

https://www.greencarcongress.com/2019/02/201902-22-adac.html

Huang Y, et al. "Fuel consumption and emissions performance under real driving: Comparison between hybrid and conventional vehicles", Science of the Total Environment. 2019;659(1):275-82.

Qiao Q, et al. "Comparative Study on Life Cycle CO2 Emissions from the Production of Electric and Conventional Vehicles in China," Energy Procedia. 2017;105:3584-95.

ACEA - The automobile Industry Pocket Guide 2018 – 2019. Accesible en: https://www.acea.be/publications/article/acea-pocket-guide

Kan H, et al. "Ambient air pollution, climate change, and population health in China," Environment International. 2012;42(1):10-9.

Mayer A, et. Al. "Erfahrungen mit Partikelfilter-Nachrüstungen bei Baumaschinen in der Schweiz". In Proceedings of the FAD-Konferenz. Dresden: FAD e.V; 2003.

Hull R. "Has the Government got it wrong on 'dirty Diesel' cars? Tests show some BMW, Mercedes and Vauxhall models produce almost ZERO harmful NOx emissions". Dailymail. 2019.

Serrano J R. et al. "Impact on Reduction of Pollutant Emissions from Passenger Cars when Replacing Euro 4 with Euro 6d Diesel Engines Considering the Altitude". Influence. Energies. 2019;12(7):1278.

Ritchie H, Roser M. "CO_2 and other Greenhouse Gas Emissions". Our World in Data. May 2017. Accesible en https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions [Recurso online].

Cormos A M, Cormos C C. "Techno-economic evaluations of post-combustion CO2 capture from sub- and super-critical circulated fluidized bed combustion (CFBC) power plants". Applied Thermal Engineering. 2017;127(25):106-15.

Dr. Ulrich Kramer 'Defossilizing the transportation sector. Options and requirements for Germany '. FVV PRIME MOVERS. TECHNOLOGIES. 2018. FVV / SCHAEFFLER.

Hamad E Z, Al-Sadat W I. "Apparatus and Method for Oxy-combustion or Fuels in Internal Combustion Engines". US Patent US 2013/0247886 A1. Sept. 26, 2013.

Sun H, et al. "The practical implementation of methanol as a clean and efficient alternative fuel for automotive vehicles", International Journal of Engine Research. 2019;20(3):350-8.

Desantes J M, et al. "Motor de Combustión Interna". P201930285. OEPM Madrid. Mar 28, 2019.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Bundestag beschließt einheitliche Regeln für Umgang mit Verkehrsverboten. Diesel-PKW dürfen nach erfolgreicher Hardware-Nachrüstung weiter einfahren. 14.03.2019. Pressemitteilung Nr. 032/19. Luftreinhaltung.

Diesel International. Euro 6D-Temp Diesel like petrol. France tries to adapt the anti-pollution stamps. The idea is to bring the Diesel back to the first class. January 2019.

Wissenschaftliche Gesellschaft für Kraftfahrzeug- und Motorentechnik e.V. (WKM) The Future of the Combustion Engine / Assessment of the Diesel Engine Situation. June 2017.

Aparicio F, et al. "El automóvil en la movilidad sostenible" Informe ASEPA. ASEPA. Julio 2018.

Troy R. Hawkins, Bhawna Singh, Guillaume Majeau-Bettez, and Anders Hammer Strømman "Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles". J Industrial Ecology. 2012;17(1):53-64.

ACREDITACIÓN DPC INGENIEROS

JUNIOR SENIOR ADVANCED EXPERTISE

Tu experiencia y formación tienen un valor

Tu experiencia y formación tienen un valor

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

La acreditación como ingeniero, en cualquiera de los niveles, aporta a los profesionales beneficios intangibles, prestigio profesional, y beneficios tangibles, acceso a la bolsa de empleo de ingenieros acreditados, descuentos en formación, seguro profesional, etc.

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

COGITI ACREDITACIÓN DPC INGENIERO JUNIOR

COGITI ACREDITACIÓN DPC INGENIERO SENIOR

COGITI ACREDITACIÓN DPC INGENIERO ADVANCED

COGITI ACREDITACIÓN DPC INGENIERO EXPERTISE

Beneficios de la acreditación

Prestigio profesional

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

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 paises UE.
Asesoramiento dirécto del COGITI en la preparación de los dosieres de reconocimiento de cualificaciones profesionales.

Acceso a Grado

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

Empresas colaboradoras.

Arambarri & González Executive Search

MARSH

Michael Page International

HAYS Recruiting experts worldwide

NB Norman Broadbent

Wolters Kluwer España

marketyou BETA

MAPFRE

catenon Worldwide Executive Search

ferroser

Gehrlicher Solar

ADARTIA

www.acreditacioncogitidpc.es

Fuentes y estanques ornamentales. Directrices y especificaciones de proyecto y construcción

Fountains and ornamental ponds. Guidelines and specifications of proyect and construction

Carlos de la Fuente Borreguero

Resumen

La principal función de la fuente y el estanque ornamental es proporcionar belleza a través del equilibrio y la armonía de sus componentes, de su integración en el entorno y de su correcto funcionamiento, de modo que preste el nivel de servicio deseado. Conseguir estos objetivos implica identificar los factores que condicionan la calidad del proyecto y la obra resultante. En este artículo se identifican estos factores, aportando unas directrices y especificaciones que podrán ser de gran utilidad para que los proyectistas y constructores de fuentes y estanques ornamentales encuentren en cada caso la mejor solución.

Palabras clave

Fuente ornamental, surtidor de agua, cascada, ría, proyecto, nivel de servicio.

Abstract

The main function of the fountain and the ornamental pond is the relationship between the function of the source and the harmony between the components, the integration in the environment and the correct functioning, the way to obtain the desired level of service. Achieving these objectives implies identifying the factors that condition the quality of the project and the resulting work. This article identifies these factors, including guidelines and specifications, which are very useful for planners and builders of ornamental ponds and fountains.

Keywords

Ornamental fountain, water spout, waterfall, estuary, project, level of service.

Recibido / received: 12/07/2019. Aceptado / accepted: 21/10/2019.

Carlos de la Fuente Borreguero. Doctor, ingeniero eléctrico, Máster de Postgrado en Ingeniería Ambiental para Profesionales Relacionados con la Obra Civil y la Industria e ingeniero técnico industrial. En la actualidad, trabaja como director de Gestión de Servicios de Luz Madrid UTE.
Autor para correspondencia: Carlos de la Fuente Borreguero. E-mail: c.fuente@wanadoo.es.

Fuente de la Asamblea, en Madrid. Foto cedida por el autor.

Introducción

La fuente ornamental ha de ser concebida como una manifestación artística, en el que la técnica se pone al servicio de la estética (se entiende por estética aplicada a fuentes ornamentales la conjunción de belleza, armonía y equilibrio entre sus componentes y sistema de funcionamiento, de modo que provoque sensaciones positivas en los ciudadanos, al ser percibidas por los sentidos). Una vez que se ha alcanzado la "idea" de la fuente que se quiere, su imagen será una composición, más o menos compleja, en la que pueden intervenir surtidores, láminas, cascadas, escorrentías, espejos de agua, efectos de sonidos, juegos de luces de color, etc., asociados a elementos tecnológicos, efectos musicales, escultóricos, arquitectónicos y constructivos. El agua en movimiento y sus efectos sonoros suele cautivar la atención y provocar efectos relajantes sobre las personas que disfrutan de su encuentro (González Fariñas, 2011).

En las ciudades y pueblos se localizan fuentes con una gran diversidad de tamaños: desde las pequeñas fuentes situadas en los jardines y reducidos espacios urbanos, que sirven como puntos focales destinadas a ser contempladas y que con frecuencia incorporan esculturas de piedra tallada o de hierro fundido; a fuentes de gran tamaño y vistosidad, como las situadas en puntos dominantes, con objeto de crear una conexión visual o relación axial entre vías principales o entre espacios abiertos (Douglas Aurand, 1990); o largas rías (láminas de agua construidas en el fondo de vaguadas, asemejando pequeños ríos, con formas y cauces supeditados al entorno y con frecuencia rodeados de sugestivas sendas botánicas), y canales de agua ubicados en los grandes parques. La idea conceptual debe ser crear una maravillosa atmósfera de belleza y solidez.

En algunos casos se opta por construir fuentes con criterios de diseño, elección de materiales y técnicas constructivas inadecuadas con objeto de reducir el coste, lo que da como resultado fuentes que no funcionan correctamente, y que crea una actitud negativa de los ciudadanos hacia ellas. En otros casos ha sido una mala conservación la que la ha llevado a su vandalización, lo que crea una impresión tan negativa como que la comunidad estaría mejor sin ella (de la Fuente Borreguero, 2014).

Una vez construida la fuente ornamental se requiere que funcionen correctamente todos los sistemas que la integran: juegos de agua, iluminación y estaciones de tratamiento; según las características definidas para cada sistema y horario establecido, proporcionando el nivel de servicio deseado (de la Fuente Borreguero, 2018). El nivel de servicio puede mermar a lo largo del tiempo, a causa del envejecimiento propio de los componentes, fallos, averías y de la acción de agentes externos (climáticos, vandalismo, obras en la vía pública). El objeto de los planes de mantenimiento es minimizar sus consecuencias y mantener la calidad del servicio.

Para conseguir que la fuente ornamental sea de alta calidad y cumpla los objetivos marcados, es primordial redactar un buen proyecto y efectuar su construcción sin mermar la calidad prevista, lo que implica identificar correctamente todos los factores y aspectos determinantes del mismo, con objeto de integrarlos adecuadamente. En el artículo se aportan unas directrices y especificaciones que podrán ser de gran utilidad, para que los proyectistas y constructores de fuentes ornamentales encuentren en cada caso la mejor solución.

En el artículo se emplea únicamente la expresión fuente ornamental,

Figura 1. Fuente de la Rosaleda del parque de El Retiro en Madrid.

aunque en la mayoría de las ocasiones lo indicado también pueda aplicarse a los estanques ornamentales. Se ha recurrido a este recurso para que el texto resulte sea más ágil y fluido. La diferencia entre estanque y fuente ornamental es que el estanque no dispone de surtidores ni elementos ornamentales de agua en movimiento (Federación Española de Municipios y Provincias, s.f.).

Condiciones de un buen proyecto

Al iniciar el proyecto de una fuente ornamental es preciso plantearse las siguientes cuestiones:

- *Razones para su construcción:* a las razones ornamentales, que se le suponen, en ocasiones hay que sumar otras, como, por ejemplo, servir para delimitar espacios proporcionando un efecto barrera; crear un espectáculo de agua, luz y sonido que sirva de punto de atracción; en edificios singulares servir para incorporar un elemento moderno y elegante que aporte la presencia y el brillo del agua y refresque el ambiente; emplearse como hábitat para poblaciones piscícolas; servir de estanque para la práctica del modelismo naval; etc. (Douglas Aurand, 1990).
- *Exigencias estéticas:* si las exigencias estéticas son muy elevadas, si se requiere la incorporación de elementos esculturales o arquitectónicos o si debe servir para modificar la distribución espacial, el proyecto formal debe ser abordado por un profesional especializado en estos retos artísticos y/o arquitectónicos, dejando para los ingenieros el diseño de las instalaciones y la responsabilidad de poner la tecnología al servicio del hecho artístico, con garantías de éxito (González Fariñas, 2011).
- *Cuál será su emplazamiento:* es necesario estudiar muy bien el entorno donde se ubicará la fuente, con objeto de plantear una solución en la que todos los elementos que la componen están armoniosamente integrados y en la que el diseño del vaso y de los juegos de agua (surtidores de agua iguales, con funcionamiento simultáneo y que son alimentados por una misma bomba) se adecúen al emplazamiento (Douglas Aurand, 1990). Es muy distinto proyectar una fuente para una rotonda, una plaza, un parque, el interior de un centro comercial o edificio. Para la integración de la fuente con el entorno se tendrá en cuenta su forma, tamaño, calidad del diseño, materiales de construcción, etc., de modo que cuando esté parada su apreciación estética sea satisfactoria, como sucede con la fuente de la Figura 1. Al igual que en los demás procesos de creación artística, sólo el buen hacer del diseñador o proyectista podrá dar en cada caso con la solución más adecuada. El estudio de las formas arquitectónicas y la correcta conjugación de juegos de agua y luz, serán los responsables del efecto final de la fuente ornamental y su integración en el entorno (Velasco Ferrer, s.f.). La forma del vaso no sólo incide en su aspecto estético, sino que también afecta, y a veces de forma notable, en su funcionamiento.

Una vez abordadas las tres cuestiones anteriores se puede iniciar la redacción del proyecto. Al hacerlo hay que evitar caer en el uso abusivo de elementos tecnológicos visibles y aburridas repeticiones de surtidores y caídas de agua (González Fariñas, 2011), copiadas de cualquier fuente existente. Es preferible la originalidad, la creación como síntesis de lo conocido y de lo que la imaginación permita, siempre que la tecnología logre abordarlo y sea factible su construcción y puesta en servicio.

La fuente exige equilibrio y armonía es su composición, lo que implica una correcta relación entre las secciones de los diversos juegos o efectos de agua

que la integran, y un mínimo caudal en movimiento, convenientemente distribuido entre todos los surtidores. Por debajo de ese caudal mínimo el diseño no estaría satisfactoriamente logrado. Al margen del caudal, la sección de los surtidores o toberas incide, de modo esencial, en el grado de perfección de los efectos agua-color y en la eficacia y economía de la iluminación. La perfección en la geometría del agua exige "venas líquidas" de geometría adecuada, sin discontinuidades ni bolsas de aire que perturben su trayectoria, para que la iluminación se realice correctamente, empleando la mínima potencia luminosa. Se requiere, por tanto, una elección adecuada de los juegos de agua. Para ello, es necesario conocer todas las posibilidades que brinda la extensa gama de toberas existentes y la conjugación entre ellas, dimensionar correctamente la red de tuberías, elegir bombas apropiadas y plantear una buena iluminación de los juegos de agua. Todos estos aspectos han de ser tenidos en cuenta en la fase de diseño de la fuente ornamental, y sólo el buen hacer del diseñador podrá dar con la solución más adecuada en cada caso particular (Velasco Ferrer, s.f.)

En el proyecto de una fuente ornamental se tendrán en cuenta criterios de sostenibilidad y ahorro de agua, tanto en lo que se refiere al suministro, como a su funcionamiento y mantenimiento. Deben plantearse fuentes ornamentales con sistemas de recirculación o de circuito cerrado, teniendo que reponer únicamente el agua necesaria para su llenado tras una operación de limpieza con vaciado, las pérdidas por evaporación y las debidas a su funcionamiento, producidas fundamentalmente por la acción del viento. Hoy en día, en nuestro país y en otros muchos, no cabe plantearse construir una fuente ornamental con suministro continuo de agua, cualquiera que sea su origen.

También se considerarán criterios de sostenibilidad a la hora de proyectar las instalaciones eléctricas y de iluminación, seleccionando los receptores (bombas, proyectores, etc.) que satisfagan las necesidades previstas, con el menor gasto energético posible.

Factores determinantes del proyecto

Al proyectar la fuente ornamental se debe considerar los factores que se indica a continuación, pues serán determinantes para la solución propuesta:

- Climatología de la zona.
- Emplazamiento.
- Servicios existentes.
- Presupuesto.
- Condiciones de explotación y mantenimiento.

Figura 2. Fuente cibernética en rotonda de la Av. Ramírez Betancourt, en Las Palmas de Gran Canaria.

Climatología

Se debe tener en consideración la climatología de la zona donde está prevista su ubicación, aunque éste no sea uno de los factores más determinantes del proyecto.

Los climas cálidos, en principio no presentan ningún problema a la hora de construir y mantener una fuente ornamental. La evaporación del agua es proporcional a la temperatura ambiente, a la velocidad del viento y a la superficie ocupada por la lámina de agua. En zonas cálidas tienen una gran aceptación las fuentes transitables. En estas fuentes las personas pueden circular entre los surtidores, resultando muy agradable, en los calurosos días de verano, sentir el efecto refrescante creado por el microclima que forman.

En las zonas de climas fríos, donde las heladas en invierno son habituales, debe tenerse en cuenta este hecho, pues la fuente no puede funcionar cuando el agua está helada. Además de helarse el agua del vaso, que se detecta en una simple inspección visual, también se hiela el agua del interior de las toberas y tuberías. Este agua helada forma un "tapón" que puede romperse bruscamente, con la fuerza del agua impulsada al poner en funcionamiento la bomba, produciendo, en los primeros instantes, un surtidor de agua descontrolado, que puede salirse del vaso y formar placas de hielo en su entorno, que pueden resultar muy peligrosas para los peatones y para la circulación.

Emplazamiento

El emplazamiento de la fuente es, tal vez, el factor más importante a considerar en su diseño. Un buen diseño requiere estudiar todos los aspectos del mismo, con objeto de proponer, en cada caso, la solución más adecuada, pues un diseño plenamente acertado para un emplazamiento puede resultar un enorme fracaso en otro. Adecuar la fuente al entorno constituye, probablemente, el mayor reto. Requiere inspiración, sensibilidad plástica, conocimientos y trabajo. Los aspectos a considerar relacionados con el emplazamiento son los siguientes:

Fuentes situadas en parques, jardines y áreas peatonales. Si está situada en una confluencia de paseos, se debe buscar la simetría total para su observación desde cualquier punto, recurriendo a vasos de forma circular o polígono regular. Si se sitúa en un paseo, itinerario o parterre, su forma se debe alargar, adaptándose al entorno. Aparecen, entonces, otras formas geométricas, como el rectángulo, la elipse, etc. Cuando se sitúa en entornos irregulares, la definición de su forma y tamaño goza de mayores grados de libertad, para satisfacción del diseñador, condicionado únicamente por los aspectos funcionales que exijan su diseño y el presupuesto disponible.

Un diseño recurrente en los parques son las llamadas rías, en las que las diferencias de nivel se resuelven con atractivos saltos o cascadas de agua, consiguiendo un elemento integrado en el parque, que dialoga con todos los demás componentes del mismo.

En los parques también son abundantes los estaques para poblaciones

Figura 3. Fuente en la glorieta de Alonso Martínez en Madrid.

piscícolas, que en multitud de ocasiones sirven también de hábitat a aves acuáticas.

Los vasos de las fuentes cuyo interior resulta visible y de fácil acceso, en particular los situados en paseos y áreas peatonales, por razones estéticas deben tener visibles los mínimos componentes de las instalaciones, dejando únicamente vistos, a ser posible, las toberas y proyectores. También, por razones estéticas, es preferible que el interior del vaso esté revestido de piedra o materiales cerámicos. La profundidad del agua será la menor posible, evitando que en el supuesto de que alguien caiga a su interior no tenga consecuencias, o resulten más leves (González Fariñas, 2011).

Los vasos de las fuentes situadas en áreas peatonales, en ocasiones adoptan formas que constituyen una continuación del pavimento que les rodea, haciéndose accesibles y siendo posible pasear por su interior, como ocurre con las fuentes transitables. Esta integración se consigue construyendo uno o varios vasos que alojan los componentes hidráulicos y eléctricos, que se cubren con losas iguales o similares a las del pavimento circundante, o con una rejilla metálica tipo trames, solución claramente más barata que cubrirle con losas, pero con resultados estéticos en absoluto comparables.

En cuanto a los juegos de agua, las fuentes ornamentales situadas en los parques, jardines y áreas peatonales admiten, en principio, todos los diseños imaginables, condicionados únicamente por la forma y tamaño de los vasos, así como por las exigencias funcionales y de mantenimiento que impongan los juegos proyectados. Estos espacios son idóneos para ubicar fuentes cibernéticas (fuentes de gran dinamismo, concebidas para crear espectáculos de agua, luz con toda su diversidad de colores y en ocasiones música, en las que todos los surtidores de agua y proyectores de luz están gobernados mediante un software y sincronizados entre ellos), Figura 2, pues contemplar todos los escenarios que ofrecen requiere disponer de tiempo libre y ánimo sosegado.

Fuentes situadas en plazas y glorietas. Las fuentes situadas en el centro de plazas o glorietas, que sirven como elemento de articulación del tránsito de peatones y vehículos, tienden a adoptar formas circulares o de polígonos regulares, pues permiten una simetría total para su observación desde cualquier punto (Figura 3), al igual que sucedía con las fuentes situadas en la confluencia de paseos en parques. Cuando se sitúa en el centro de una plaza o glorieta, que no tiene la función de dirigir o articular el tránsito de vehículos o peatones, puede adoptar cualquier forma, quedando únicamente condicionada por aspectos funcionales y presupuestarios.

En las plazas o glorietas donde confluyen varias vías de importante tráfico, distribuido mediante una rotonda central con una fuente ornamental, esta debe diseñarse de modo que no suponga un obstáculo que impida a los conductores ver los movimientos que realizan los vehículos más próximos. Por ello, la forma y tamaño del vaso deberá estar acomodado a la isleta, tendiendo, por lo general, a adoptar la misma forma, para evitar, en todo caso, que el muro lateral del vaso llegue hasta el bordillo que la delimita. Los diámetros de las toberas y la altura de los surtidores están muy condicionados por su ubicación y por el tamaño del vaso, de forma que permitan su óptima visión, tanto para los peatones como para los pasajeros de los vehículos que circulan por la zona. Se debe estudiar la influencia que la acción del viento puede ejercer sobre los surtidores, pues cuando su velocidad alcanza valores elevados puede provocar que el agua se derrame fuera del vaso, y producir situaciones molestas para las personas y bienes, así como pérdidas de agua que pueden llegar a ser cuantiosas. Estas fuentes requieren un control de su funcionamiento en función de la velocidad del viento (de la Fuente Borreguero, 2018).

Hay que ser muy cuidadosos al instalar fuentes cibernéticas o de escenarios cambiantes en estos emplazamientos, pues su funcionamiento puede distraer a los conductores de los vehículos y provocar accidentes. De instalarse estas fuentes, se procurará que un mismo escenario permanezca inalterable durante varios minutos, huyendo de variaciones rápidas que son las que más distraen a los conductores.

Servicios existentes

Antes de iniciar la redacción del proyecto de una fuente ornamental hay

que asegurar la disponibilidad en el entorno de los siguientes servicios:

Red de suministro de agua, en cantidad y calidad suficiente. Lo ideal es disponer de una tubería de agua potable, perteneciente a la compañía abastecedora o de una red de riego. No obstante, como el agua potable es un bien escaso, sobre todo en determinadas partes de nuestro territorio, se debe estudiar la posibilidad de consumir agua procedente de suministros alternativos, como pozos, manantiales, agua reutilizada convenientemente tratada. En estos casos se deberá realizar un estudio sobre la calidad del agua a utilizar, en particular el de su contenido de nutrientes, al objeto de prevenir procesos de eutrofización de la lámina de agua (Ayuntamiento de Madrid, 2006).

Red de saneamiento, que permita realizar el vaciado completo de la fuente, lo que requiere verificar su trazado, profundidad y diámetros de los tubos.

Suministro de energía eléctrica, con potencia suficiente para atender las necesidades de las bombas de recirculación y/o instalación de alumbrado de la fuente ornamental. El suministro desde la red de la compañía distribuidora de energía es una buena garantía de continuidad y mantenimiento de los parámetros de tensión y frecuencia. También se puede estudiar la posibilidad de recurrir a suministros procedentes de energías renovables, como la solar o la eólica, y sistemas de acumulación de energía, por ejemplo baterías, para evitar que el funcionamiento de la instalación se vea afectado por la falta de continuidad en la generación de las fuentes renovables. Un buen proyecto de estas características será el que consiga la autosuficiencia energética, es decir, que toda la electricidad necesaria para el funcionamiento de la fuente ornamental sea de origen renovable.

La existencia de servicios en la ubicación prevista para la fuente ornamental puede suponer un condicionante en su construcción. La presencia de tuberías enterradas de gas, de abastecimiento de agua, colectores de aguas residuales, líneas eléctricas de alta o media tensión, instalaciones de comunicaciones, pueden suponer limitaciones en el diseño y construcción de la fuente, y en el supuesto de optar por su desvío o retranqueo un importante sobrecoste. También la existencia de líneas eléctricas aéreas puede condicionar la solución propuesta, en particular la altura de los surtidores.

Para conocer los servicios existentes se solicitará, a las compañías titulares de los mismos y al ayuntamiento, los planos actualizados de todos ellos. En los planos debe indicarse la naturaleza del servicio, sus características, cotas que determinen su posición, profundidad, etc. y las normas que tienen establecidas para solicitar su desvío o retranqueo.

Presupuesto

Antes de iniciar la redacción del proyecto de una fuente ornamental es preciso conocer la disponibilidad económica para su construcción, o al menos una orientación de la misma. De no ser así, puede darse el caso de completar el proyecto de una fuente cuyo presupuesto superará ampliamente la cantidad prevista para su construcción, con lo cual este proyecto no será viable y se deberá redactar uno nuevo. Esto supone un mal uso de los recursos técnicos y humanos de la oficina de proyectos, un mayor coste de la redacción del proyecto y riesgo de retrasar la fecha de su terminación.

Condiciones de mantenimiento y explotación

También es preciso conocer algunos aspectos referidos a las condiciones en que se realizará su mantenimiento y explotación, principalmente:

- Cómo se afrontarán los costes de los consumos de agua y de energía eléctrica, reparación y/o sustitución de equipos electromecánicos y de iluminación, personal de mantenimiento, etc.
- Época del año en que funcionará y horario.
- Nivel de preparación del personal que se encargará de su mantenimiento.

El proyecto debe incorporar el cálculo de los costes que supondrán su mantenimiento y explotación, lo que permitirá al titular de la instalación, o responsable de su puesta en servicio, consignar la partida presupuestaria necesaria. De esta manera, pueden hacer previsiones reales y evitar situaciones límite en las que las nuevas fuentes no funcionan, o lo hacen de forma muy reducida, al no poder afrontar a los gastos de mantenimiento y explotación (de la Fuente Borreguero, 2014). Algunos costes son fácilmente cuantificables, como el coste/hora del consumo de energía o el gasto anual de agua. Sin embargo, otros son de más difícil cuantificación, como los de reparación y/o sustitución de elementos y equipos averiados, costes que sólo empresas especializadas y con mucha experiencia en el mantenimiento de fuentes ornamentales podrán calcular con exactitud.

Esta previsión de los costes permitirá saber las necesidades económicas y de medios (humanos, maquinaria, etc.) que requiere las operaciones de mantenimiento, conocer los costes de energía eléctrica y consumo de agua y controlar si los costes reales se ajustan a las previsiones, y de no ser así poder analizar las desviaciones.

A la hora de proyectar una fuente ornamental conviene actuar con cierta mesura y conocer la cualificación del personal encargado de su mantenimiento, de modo que no se proyecte una fuente que incorpore los últimos avances tecnológicos si el personal de mantenimiento no tiene la formación necesaria y tampoco se contempla contratar a empresas especializadas, que cuenten con personal debidamente formado.

Otros aspectos a tener en cuenta en la redacción del proyecto

Además de los factores expuestos, determinantes en la redacción del proyecto, se ha de tener en cuenta otra serie de aspectos que pueden influir enormemente en la calidad del proyecto y de la obra resultante. Se aportan, a continuación, otros aspectos a considerar y algunas sencillas recomendaciones a tener en cuenta:

- *Ubicación de los juegos de agua:* los juegos de agua se deben situar en la superficie del vaso teniendo en cuenta su tipología, altura y movimientos, cuidando que las distancias sean las adecuadas, a fin de evitar que el agua se derrame fuera del vaso y se produzcan salpicaduras que puedan afectar al entorno. Una regla básica es que el efecto de la salpicadura de un surtidor, en ausencia de viento, se extiende horizontalmente en un radio aproximadamente igual a la altura del mismo (González Fariñas, 2011). También puede limitarse la altura de los surtidores verticales a

la que impone la Normativa sobre Gestión Sostenible del Agua (Federación Española de Municipios y Provincias, s.f.), que no permite alturas superiores al 70 % de la distancia que hay desde la tobera al borde más próximo del vaso de la fuente. Para evitar las salpicaduras producidas por una cascada o salto de agua, se pude emplear la regla básica consistente en que la distancia del borde del vertedero a la pared interior del vaso de recogida del agua no sea inferior a la altura del salto.

- *Acción del viento:* se debe estudiar la presencia de vientos que puedan afectar al funcionamiento de los surtidores de agua. En caso de que les puedan perturbar, se dotará a la fuente de un control anemométrico de su funcionamiento, que actúe sobre la dinámica de los juegos de agua, de acuerdo con la velocidad del viento y programación prevista, modificando su altura o parándoles (de la Fuente Borreguero, 2018).
- *Ruido:* se deberán evitar posibles molestias por el ruido ocasionado por el agua. El agua en movimiento produce sonido que puede resultar agradable o perjudicial (ruido), dependiendo de la situación de la fuente y del uso del espacio contiguo (Safe Rain, s.f.). El tenue sonido producido por el discurrir de pausadas láminas de agua, el espaciado sonido de goteo o el causado por surtidores de pequeño caudal y altura, produce sensaciones apacibles, sosegadas y de relajación, que invitan a detenerse a contemplar la fuente, a fijarse en el entorno y a meditar. Por el contrario, los surtidores de gran altura y caudal, como los que se emplean en amplias localizaciones exteriores, como plazas, parques, etc., y que llaman positivamente la atención por su magnificencia visual y por su impacto sonoro, en caso de haber edificios próximos pueden producir molestias por ruidos a las personas que les ocupan y perturbar su tranquilidad. Si se trata de edificios de viviendas, el ruido producido por el funcionamiento de la fuente, sobre todo cuando se abren las ventanas, puede llegar a ser molesto y perjudicial para la salud de sus moradores.
- *Volumen de agua del vaso inferior o depósito de aspiración:* al proyectar una fuente ornamental o una ría, con vasos en cascada y sistema de recirculación, el vaso inferior o depósito de aspiración (o de compensación) se diseñará con capacidad suficiente para retener el caudal circulante o en movimiento, de modo que una vez parada la recirculación no se vaya por el rebosadero . También se diseñará de forma que se garantice el correcto funcionamiento de las bombas, asegurando que la profundidad del agua, en el punto de aspiración, sea la recomendada por los fabricantes. Con ello se evita que las tuberías de aspiración queden parcialmente vacías, o se produzcan remolinos que permitan la entrada de aire a las bombas, produciendo problemas de funcionamiento (Safe Rain, s.f.) y el tan temido efecto de cavitación.
- *Oleaje:* el agua en movimiento produce un oleaje que puede afectar al funcionamiento de las toberas, provocando fluctuaciones en la altura de los surtidores, o en el caso de los saltos de agua variaciones del caudal vertido. Salvo que se deseen estos efectos de surtidores fluctuantes o de caudal variable, será necesario instalar sistemas para reducir el oleaje (Velasco Ferrer, s.f.).
- *Alteración del efecto espejo:* en determinadas láminas de agua se pretende un efecto espejo, que puede verse alterado si existen surtidores inclinados. La alteración será mayor cuanto más se aleje de la vertical. Para reducir su efecto perturbador estos surtidores deben entrar en la lámina con un ángulo (b) que debe estar en el intervalo siguiente: 30º < b < 90º. Si el agua se desplaza en una determinada dirección, caso de una cascada o ría, y el surtidor entra muy horizontalmente, puede producir una ola estacionaria en la zona de entrada, con crecimiento del nivel aguas abajo del punto de impacto y decrecimiento del mismo agua arriba (González Fariñas, 2011).
- *Desvanecimiento de cascadas:* cuando al caudal de las cascadas es insuficiente para su altura se puede producir su rotura o disgregación, transformándose la lámina de agua que se vierte en un conjunto de pequeños e irregulares chorros, sin atractivo alguno. Para evitarlo es necesario que el espesor de la lámina que se vierte esté en relación con la altura del salto de agua y que el vertedero esté muy bien nivelado, sin resaltes que perturben el fluir de la lámina.
- *Calidad del agua:* es muy importante mantener la calidad del agua dentro de unos determinados parámetros, lo que requiere retirar del interior de los vasos los elementos que puedan afectar a su limpieza y disponer de un sistema de tratamiento adecuado a sus características, que evite su descomposición y la aparición de malos olores, para mantener la calidad microbiológica en las mejores condiciones posibles, siempre dentro de los límites que la legislación vigente exija (España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2007). Esto permitirá reducir el número de vaciados, para limpieza y reposición del agua de la fuente, con la consiguiente disminución del consumo de agua. Otro riesgo a valorar, cuando proliferan microorganismos en el agua, es la dispersión que de los mismos pueden realizar los surtidores, contribuyendo a enrarecer el aire circundante y contagiar enfermedades a las personas, bien por contacto o por las vías respiratorias (González Fariñas, 2011). Se tendrá en cuenta lo dispuesto por la legislación vigente para la prevención y control de la legionelosis (España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2007) (España. AENOR, 2017).
- *Arbolado:* hay que evitar, en la medida de lo posible, situar la fuente en zonas donde exista abundante arbolado o cualquier otro tipo de vegetación, que pueda provocar la entrada de hojas e impurezas en el vaso y circuito hidráulico (España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2007).
- *Instalación de llenado*: se diseñará de modo que enlace la red de suministro existente en la zona con la fuente ornamental. Si la fuente se compone de varios vasos sobrepuestos, formando cascadas, la tubería de llenado llegará hasta el vaso superior, realizándose el llenado de los demás por rebose de los situados a alturas superiores.
- *Instalación de vaciado*: se instalará un sistema de drenaje que permita el

vaciado completo de la fuente. Esto requiere que todos los vasos cuenten con un sistema de vaciado propio, situado en el punto más bajo. En las proximidades de la fuente se construirá una o varias arquetas de vaciado, a las que llegarán los tubos de vaciado de todos los vasos y el rebosadero (o rebosaderos) de la fuente. A su vez, de estas arquetas partirá un tubo que conectará con la red de saneamiento. Las rías de mucha longitud, donde puede resultar muy costoso conectar el vaciado de cada vaso con una arqueta y ésta a su vez con la red de saneamiento, se puede optar por que cada vaso vacíe al inmediato inferior hasta llegar al último (inferior), que se conectará con la red de saneamiento.

- *Rebosadero:* a la superficie de la lámina de agua se la dotará de un rebosadero y/o aliviadero, que estará diseñado para evacuar el exceso de agua acumulada por el aporte pluvial directo, el procedente de escorrentías o de la rotura o manipulación indebida o incorrecta de la instalación de llenado (Federación Española de Municipios y Provincias, s.f.) En el caso de una fuente con vasos en cascada o sobrepuestos, el rebosadero se situará en el vaso inferior.
- *Instalación hidráulica:* se dimensionará correctamente la red de tuberías o circuito hidráulico y se elegirán adecuadamente las bombas. Los circuitos de aspiración de las bombas se protegerán mediante un filtro que retenga las partículas de mayor tamaño (hojas, papeles, etc.), impidiendo su entrada en el circuito hidráulico, pues podrían obstruirlo.
- *Instalación eléctrica*: se realizará conforme a los reglamentos que sean de aplicación y se dotará a la fuente de iluminación suficiente.
- *Materiales:* todos los materiales que estén en contacto con el agua y humedades deberán resistir la acción agresiva del agua y del cloro, o de otros agentes desinfectantes, con el fin de evitar fenómenos de oxidación o corrosión. Se evitarán materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias y hongos (España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2007)
- *Aguas estancadas*: se evitará la existencia de zonas con aguas estancadas, que pueden favorecer el desarrollo de bacterias y los procesos de eutrofización.
- *Profundidad:* se procurará emplear vasos o estanques de poca profundidad (Oase Living Water, s.f.).
- *Ocultación de elementos tecnológicos*: en la medida de lo posible se ocultarán todos los componentes tecnológicos de la fuente (Oase Living Water, s.f.).
- *Impermeabilización*: para evitar filtraciones se impermeabilizarán todas las superficies de los vasos y depósitos en contacto con el agua, empleando, en cada caso, los productos y técnicas que mejores resultados garanticen, en función de los materiales utilizados en su construcción.
- *Sala de máquinas*: se situará lo más cerca posible de la fuente, para reducir los costes iniciales de obra civil e instalaciones y para minimizar las pérdidas de carga de los circuitos hidráulicos. Los accesos para el personal de mantenimiento serán cómodos y seguros. La sala tendrá altura suficiente para poder permanecer de pie. Será posible introducir y sacar del interior todos los equipos electromecánicos. Los equipos estarán posicionados de modo que se pueda acceder a los mismos con facilidad y trabajar cómodamente. Estará impermeabilizada para evitar posibles filtraciones a través de techo, paredes y suelo, y estará correctamente ventilada para evitar humedades. Tendrá un sistema de drenaje para evitar inundaciones por rotura de tuberías, válvulas, cierres de las bombas, etc.

Ejecución de la obra

Al construir la fuente ornamental hay que conseguir alcanzar los objetivos de calidad previstos en proyecto, lo que implica materializar todos los factores de los que depende. La dinámica habitual, durante la ejecución de la obra, es desviarse de las exigencias de proyecto, con el propósito de reducir costes y asegurar el cumplimiento de los plazos, tendiendo a adquirir materiales más baratos o de más fácil localización y recurrir a procesos constructivos más sencillos, cortos o conocidos. Estas prácticas pueden hacer disminuir la calidad prevista y para contrarrestarlas es necesario establecer los controles necesarios, durante las distintas fases de la obra: replanteo, ejecución de los trabajos y recepción (de la Fuente Borreguero, 2014)

Conclusiones

Las fuentes y estanques ornamentales, en los que se han identificado correctamente los factores y aspectos determinantes de la calidad del proyecto y de la obra resultante y a los que se ha dado una solución satisfactoria, siguiendo las directrices y especificaciones indicadas en este artículo, cumplirán con los objeticos previstos: proporcionar belleza a través del equilibrio y la armonía de sus componentes, de su integración en el entorno y de su correcto funcionamiento, de modo que presten el nivel de servicio de deseado.

BIBLIOGRAFÍA

Ayuntamiento de Madrid, 2006. Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid. pág. 14. [En línea] Disponible en: https://www.madrid.es/UnidadWeb/UGNormativas/Normativa/2006/Ficheros/ANM200650.pdf [Último acceso: 11 julio 2019].

de la Fuente Borreguero, C., 2014. Criterios que mejoran la calidad del servicio y la eficiencia energética en el alumbrado público municipal a lo largo de todo su ciclo de vida. s.l.:Conama. ISBN: 978-84-697-2060-8. pág.16.

De la Fuente Borreguero, C. F. A. A., 2018. Fuentes ornamentales: ahorros energéticos y de agua así como mejora del nivel de servicio. [En línea] Disponible en: http://dx.doi.org/10.6036/8651 [Último acceso: 4 agosto 2019].

Douglas Aurand, C., 1990. Fountains and Pools. Construction Guidelines and Specifications. Second Edition. New York: Van Nostrand Reinhold. 0-442-00696-9. pág. 1, 2, 5.

España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2007. Guia técnica para la Prevención y Control de la Legionelosis en instalaciones. Capítulo 9. pág. 3. [En línea] Disponible en: https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/guia.htm. [Último acceso: 5 julio 2019].

Federación Española de Municipios y Provincias, s.f. Red Española de Ciudades por el Clima. Guia para el desarrollo de normativa local en la lucha contra el cambio climático. Capítulo 5. pág. 7, 10. [En línea] Disponible en: http://www.redciudadesclima.es/sites/default/files/2257cbeccc2c6fab50da7853fcf9feff.pdf [Último acceso: 6 julio 2019].

González Fariñas, J. E., 2011. Hidráulica de fuentes ornamentales e instalaciones acuáticas. Santa Cruz de Tenerife: Carpetería Drago S.L. ISBN: 978-84-614-7971-9. pág. 1, 271-276.

Oase Living Water, s.f. [En línea] Available at: https://www.oase-livingwater.com/? [Último acceso: 12 octubre 2019].

Safe Rain, s.f. [En línea] Available at: http://www.saferain.com/es/blog/fuentes-de-interior.html [Último acceso: 9 octubre 2019].

Safe Rain, s.f. [En línea] Available at: http://www.saferain.com/es/blog/diseno-de-fuentes-ornamentales-parte-2-3.html [Último acceso: 19 octubre 2019].

Velasco Ferrer, C., s.f. Fuentes Ornamentales, pág. 16, 31 y 54, s.l.: s.n.

Diseño de un juguete adaptativo inteligente de estimulación psicomotora

Design of an adaptative intelligent toy of psychomotive stimulation

Sara Álvarez Argüelles

Resumen

En este artículo se desarrolla el diseño de un juguete inteligente que se adapte a los ritmos de aprendizaje de cada niño, estimulando aquellas áreas de desarrollo más adecuadas a cada etapa de crecimiento. Se dirige a bebés en edades entre los 0 y los 24 meses de edad, pero puede ampliarse posteriormente la vida útil al incorporar nuevos juegos. Todas las actividades estarán controladas vía aplicación móvil, en la que se lleva a cabo un registro de la evolución del niño. Para esto se han diseñado y desarrollado 11 juegos; 4 de ellos se encuentran físicamente en el producto y el resto son juegos virtuales proyectados en la alfombra.

Palabras clave

Producto inteligente, juguete adaptativo, estimulación psicomotora, bebés.

Abstract

This article shows the development of an intelligent toy that is adapted to the learning rhythm of every child, stimulating the most adequate development areas for each growth stage. It is focused on babies between 0 and 24 months, being able to increase the product life cycle by incorporating new games. All the activities will be controlled by mobile app, where a record of the kid evolution is registered. For this purpose, 11 games have been designed and developed; 4 of which are physically located in the product, and the rest are virtual games projected in the carpet.

Keywords

Intelligent product, adaptative toy, psychomotive stimulation, babies.

Recibido / received: 24/09/2019. Aceptado / accepted: 22/10/2019.

Ingeniera en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto.
Autor para correspondencia: Sara Álvarez Argüelles. E-mail: sara.alv.arg@gmail.com

Sala de juegos infantil. Foto: Shutterstock.

Introducción

El objetivo del proyecto es el diseño de un juguete inteligente adaptativo de estimulación psicomotora para bebés, entendiendo como bebés a niños en edades comprendidas entre los 0 y los 24 meses.

No todos los niños tienen el mismo ritmo de aprendizaje y, por eso, resulta de especial interés el diseño de un juego que se adapte y evolucione a medida que lo haga el niño. En algunos casos de niños con problemas de aprendizaje, en los cuales su madurez no se corresponde con su edad física, podría ser una herramienta muy útil.

Las áreas de desarrollo en las que se centra el juguete son: el sentido del oído, la vista, el tacto y el desarrollo motor del bebé (motricidad fina y gruesa), además de la percepción.

Además, el diseño de un único juguete que vaya evolucionando con el niño permite concentrar en un único producto todos aquellos juguetes que se van acumulando a lo largo de los años a medida que el niño crece y necesita más estímulos para sentirse realizado (Fig. 1).

Figura 1. Integración del juguete en un dormitorio infantil (fuente: elaboración propia).

Metodología

Las fases del proyecto pasan por la investigación de vanguardia, centrada en las distintas etapas del desarrollo de los bebés mes a mes y evaluando los estímulos más adecuados para cada etapa. Se sigue de un estudio de mercado que permita la diferenciación del producto; diseño final del producto, definiendo todas las partes y juegos que incorporar, y, finalmente, el análisis estructural para garantizar la seguridad del niño y la adecuada configuración de las partes.

Para garantizar la seguridad del niño a la hora del juego tanto con relación a la toxicidad de los materiales como a la configuración del producto, hay una serie de normas que se deben cumplir en el diseño de los juguetes para niños. Entre ellas se encuentra la UNE-EN 62115:2006: Sobre juguetes eléctricos. Seguridad.

Tras analizar el desarrollo del bebé mes a mes desde su nacimiento hasta los dos años, se puede tener una visión

FUNCIÓN	NECESIDAD	MATERIALIZACIÓN
1. Potenciar la motricidad fina	Aprendizaje	Juegos de agarrar objetos
2. Favorecer la motricidad gruesa	Aprendizaje	Juegos para potenciar el gateo, baile...
3. Aprendizaje de vocabulario	Aprendizaje	Juegos para seleccionar la figura correcta
4. Activar los sentidos	Aprendizaje	Canciones y texturas
5. Desarrollo de la percepción	Aprendizaje	Asociación de ideas
6. Incorporación de nuevos juegos al producto	Información	Aplicación móvil que permite descargar nuevos juegos
7. Control de la evolución de aprendizaje por parte de un tercero	Información	Aplicación móvil lleva control y muestra gráfico
8. Detección de posibles problemas de aprendizaje	Información	Alarma cuando el desarrollo no es el que debería según edad.
9. Configuración de idioma de salida de audio	Información	Configuración mediante aplicación móvil

Tabla 1. Relación entre función, necesidad y materialización (fuente: elaboración propia).

más concreta de cuáles pueden ser sus necesidades y cómo estimular aquellos aspectos del desarrollo que más lo necesiten.

Se proponen una serie de materiales para estimular cada uno de los sentidos particularmente, y serán tenidos en cuenta a la hora de diseñar todos los juegos y actividades del producto.

Para que esto se lleve a cabo de forma adecuada, el producto será inteligente, que permita recopilar datos durante el juego para determinar el desarrollo y la evolución del niño en las distintas áreas que trabajar e informará a sus educadores, que recibirán el *feedback* de manera satisfactoria.

El producto se dirige a distintos usuarios. Por un lado, se encuentra el comprador, usuario que adquiere el producto, que puede ser distinto al que lleva el control del desarrollo, usuario secundario, y luego está el usuario primario, el bebé, quien juega y utiliza de manera directa el producto.

El producto que diseñar constituirá un avance en lo que se conoce hasta ahora.

Una vez estudiados los productos existentes en el mercado, según distintas clasificaciones, como la marca y aquellos que resultan más interesantes dada su función, se puede definir el producto que se va a diseñar.

La característica de producto inteligente se escapa de todos los juguetes evaluados, ya que no se llegan a cumplir las funciones definidas en el diseño.

Este es un producto interesante de introducir en el mercado ahora mismo, dado el actual deseo de rodearse de productos inteligentes que permitan llevar un control y seguimiento de su uso.

En la primera etapa del desarrollo de un bebé puede resultar especialmente útil, ya que ayudará a los educadores a conseguir estimular adecuadamente al niño para que crezca fuerte y sano.

El diseño surge ante la necesidad de combinar todos los primeros juguetes para bebés en un único producto que realice todas las funciones y que, además, permita llevar un seguimiento del desarrollo psicomotor de los niños en las primeras etapas de vida (Tabla 1).

Hay que tener en cuenta los requerimientos de diseño que incluyen la necesidad de incorporar una parte que permita la interacción de juegos virtuales, además de los juegos mecánicos, físicos del producto; por tanto, se realizan unos bocetos iniciales con la propuesta de algunos de esos juegos y actividades.

Las partes claramente diferenciadas del producto son el proyector, la base formada por cuatro caras laterales intercambiables, que le aportan un carácter modular al producto, y la alfombra, sobre la cual se proyectan las imágenes correspondientes a los juegos virtuales.

Tiene salida de audio y proyección de imágenes y la batería se carga mediante USB (Fig. 3).

El juguete se diseña para un entorno doméstico en el que el bebé pase tiempo jugando y divirtiéndose mientras aprende y desarrolla sus sentidos.

La relación entre las funciones reales del producto y las virtuales es muy estrecha y se lleva a cabo mediante una aplicación móvil que informa de los resultados y permite la configura-

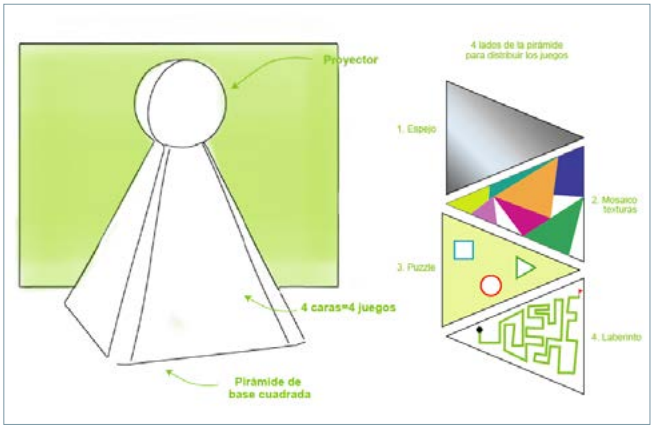


Figura 2. Boceto de la alternativa (fuente: elaboración propia).

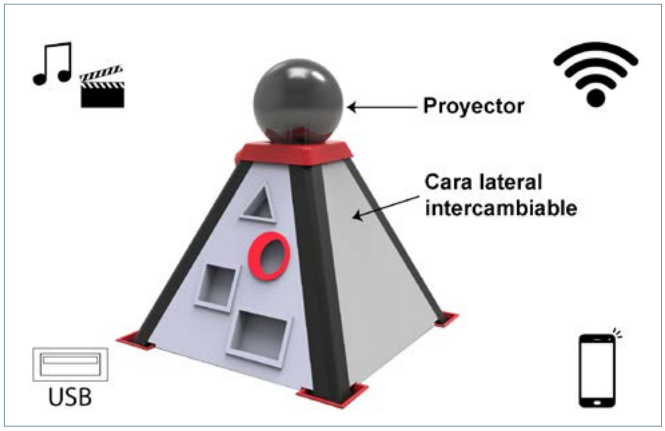


Figura 3. Diseño final y resumen de las características del dispositivo (fuente: elaboración propia).

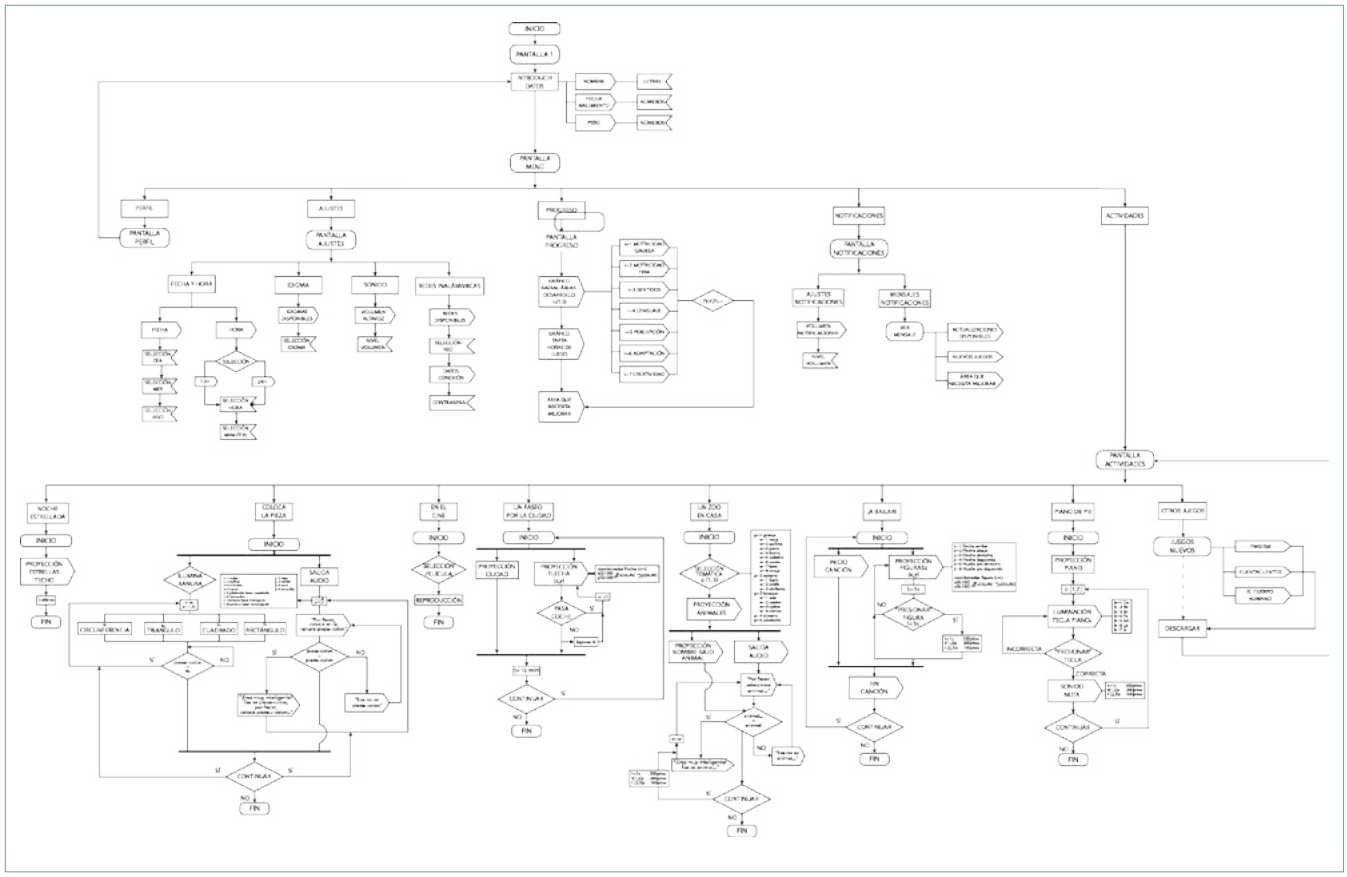


Figura 4. Diagrama de flujo de información completo para el funcionamiento de la aplicación móvil (fuente: elaboración propia).

ción de los juegos. El funcionamiento de la aplicación y su relación con los juegos se establece mediante un diagrama de flujo (Fig. 4).

La interfaz de la aplicación que se propone parte de una pantalla de inicio de la que derivan las pantallas secundarias (Fig. 5).

La primera pantalla que sale al abrir la aplicación es la de inicio. En ella se pueden ver cinco posibles selecciones que nos llevarán a nuevas ventanas para configurar los parámetros seleccionados. Estas cinco opciones son: ajustes, progreso, notificaciones, actividades y perfil.

Para asegurar que el ritmo y los ejercicios sean los adecuados dada la edad del niño, se debe completar el perfil del usuario de tal manera que se indique la fecha de nacimiento.

Todos los juegos se iniciarán desde la edad de 0 años, y gracias a esta configuración es posible acelerar las primeras lecciones para alcanzar la edad que corresponde a mayor velocidad. En caso de que el niño no supere esas lecciones, se creará una alarma.

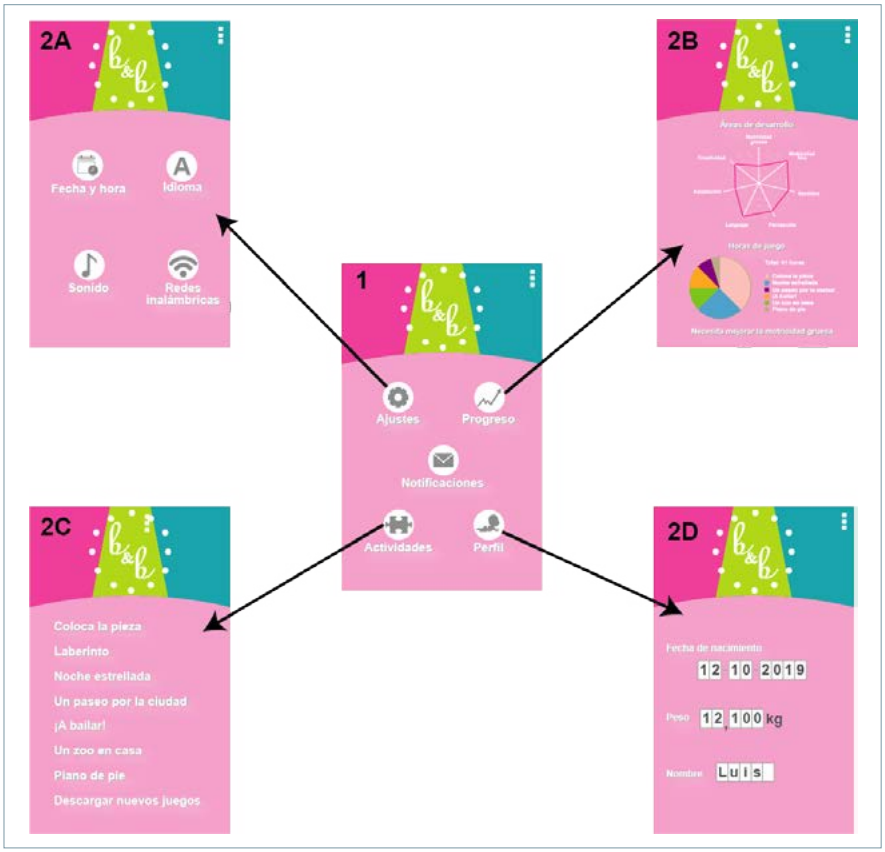


Figura 5. Relación entre la pantalla de inicio y las pantallas secundarias (fuente: elaboración propia).

También se pone el peso y nombre del niño. Con el nombre, se permite que el juguete se dirija al niño por su nombre y de esta manera será más cercano, además de facilitar que el niño se identifique con su nombre.

En el apartado de progreso, la pantalla se divide en dos partes. En la parte superior mediante un gráfico radial se ven las áreas de desarrollo, y en la mitad inferior de la pantalla hay un gráfico de tarta que indica las horas de juego y qué juego se ha usado.

En la parte inferior se indican cuáles son las áreas de desarrollo en las que el niño está más flojo o que necesita mejorar, para poder prestar atención e insistir sobre las actividades que las favorezcan.

Gracias al gráfico de horas de juego se puede ver cuáles son los juegos con los que el niño pasa más tiempo y, por tanto, cuáles le gustan más. De esta manera, se podrá intuir la temática que más le interesa y descargar futuros juegos relacionados con el tema.

En la pantalla de actividades aparecen todos los juegos, los que vienen instalados y los que se hayan descargado posteriormente.

En la parte inferior se permite acceder a una biblioteca *online* en la que descargar nuevos juegos, los cuales se irán actualizando.

Si se selecciona cualquiera de los juegos, aparecerá una nueva pantalla en la que se indican las instrucciones y el procedimiento que se debe seguir, además del botón de inicio para que comience el juego.

Todas las operaciones se realizan en los ajustes, perfil y progreso, se detalla en la figura 8.

En el progreso se registran los datos recogidos por el dispositivo durante la interacción con el niño y se muestra el desarrollo en las distintas áreas según un gráfico radial; en la parte inferior se aprecia en un gráfico tarta las horas de juego en cada actividad.

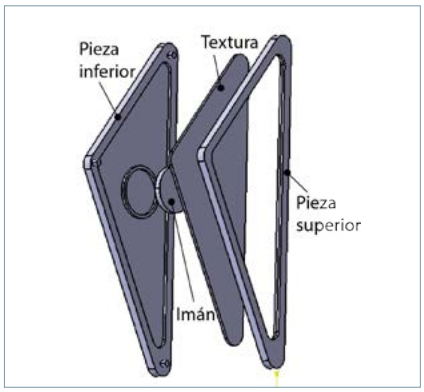


Figura 6. Estructura pieza mosaico texturas.

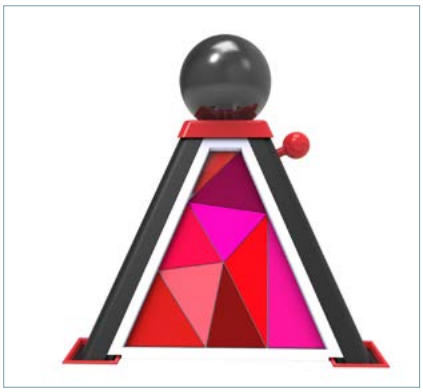


Figura 7. Mosaico texturas.

Definición de los juegos

Mosaico texturas

El mosaico texturas (Fig. 7) comienza siendo una experiencia táctil durante las primeras etapas de desarrollo. Está formado por nueve piezas las cuales tienen distintos materiales y, por tanto, distintas texturas (Fig. 6). El niño comenzará estableciendo los límites de las piezas por el tacto.

Para los materiales que representen cada textura se elegirán distintos tejidos: fieltro, algodón en toalla de rizo, goma EVA (etilvinilacetato), papel de lija de 100, microfibra (franela), madera, látex de caucho natural, papel crujiente cubierto de tela y silicona.

Todas las piezas están dentro de la gama cromática de los rojos, ya que se trata del primer color, tras el blanco y el negro, que logran distinguir. En este momento el juego pasará al siguiente nivel, y el niño será capaz de

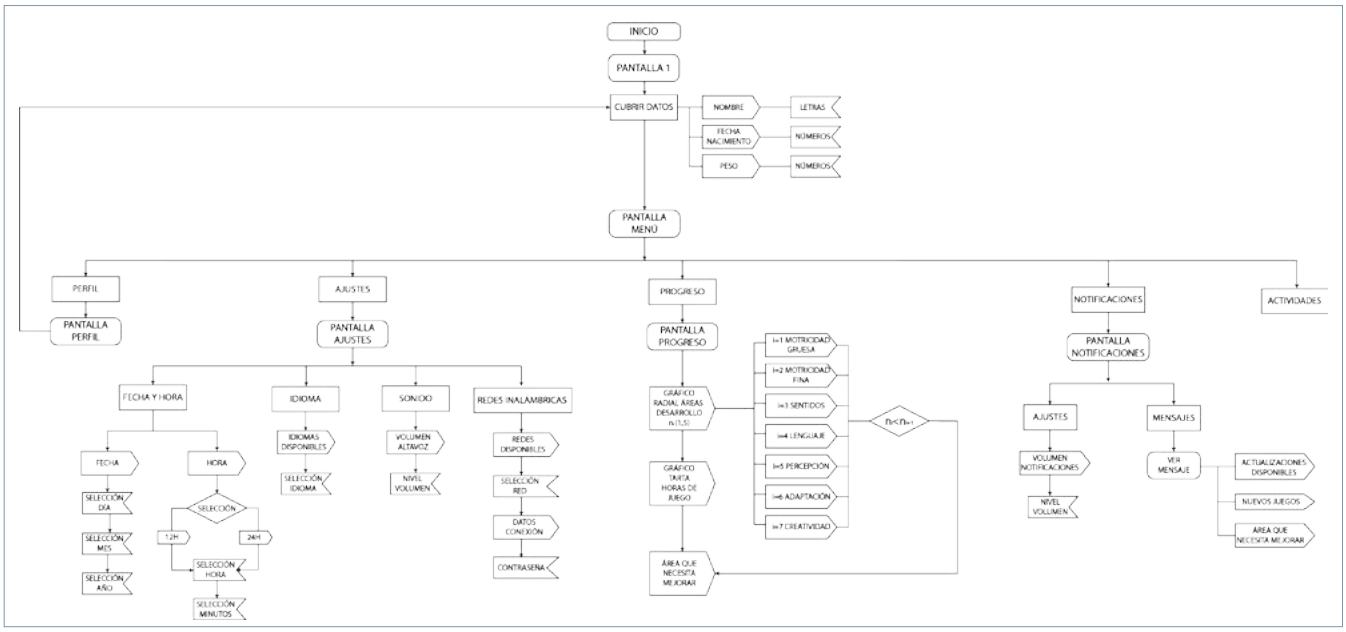


Figura 8. Relación de las posibles opciones en el inicio de la aplicación (fuente: elaboración propia)

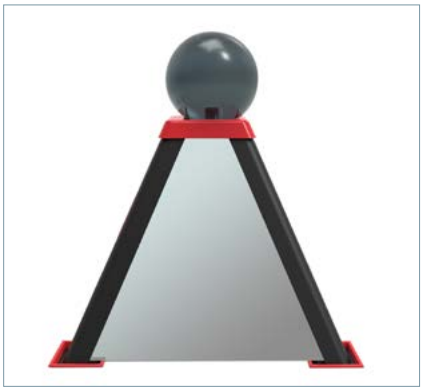


Figura 9. Espejo.

Figura 10. Laberinto.

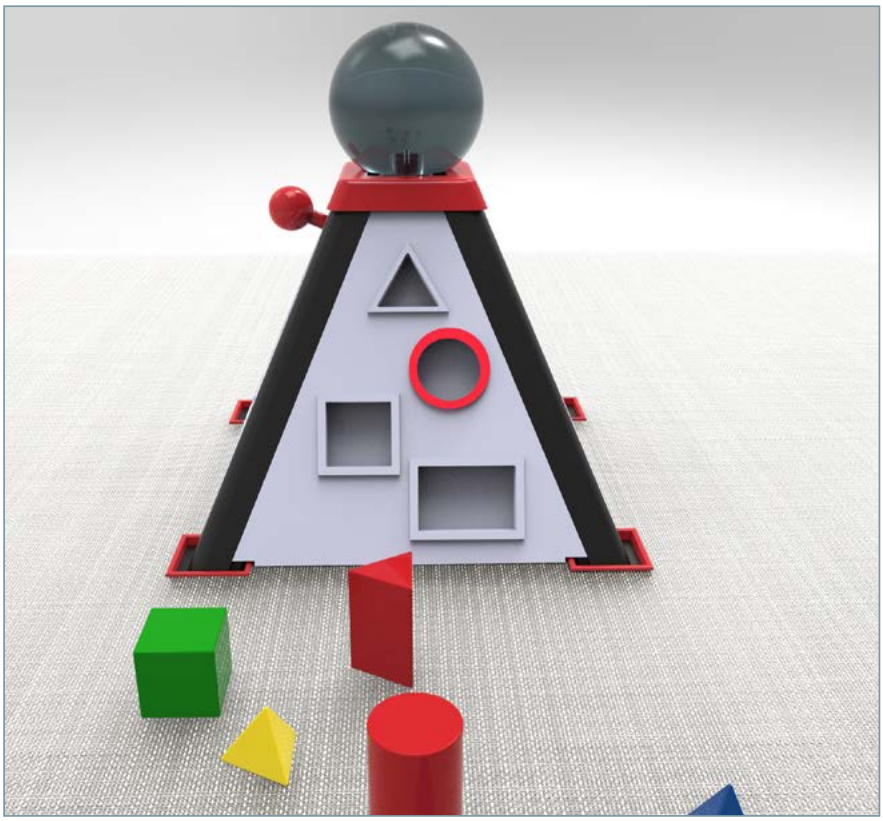


Figura 11. Coloca la pieza.

establecer los límites utilizando los sentidos del tacto y la vista.

Finalmente, una vez que su vista adquiera la madurez total, el juego alcanza un último nivel en el que las piezas se extraen y se convierte en un puzle imantado.

Espejo

La cara de la torre está recubierta de un material que permite que el niño se refleje (Mylar). Constituye un espejo (Fig. 9) y ayuda a establecer la percepción y a comenzar a asociar su reflejo consigo mismo al ver los movimientos que realiza.

Laberinto

El juego laberinto (Fig. 10) favorece la motricidad fina y la percepción, teniendo como objetivo principal seguir la trayectoria con la pieza de color rojo.

Se integra en una de las caras laterales de la torre central y consiste en mover una pieza a lo largo de una ranura siguiendo un movimiento hacia derecha e izquierda, arriba y abajo, desde un extremo hasta el otro de la ranura.

Coloca la pieza

Este juego, Coloca la pieza (Fig. 11), es una adaptación del clásico juego de encajar bloques, que ayuda a la motricidad fina al tener que agarrar el bloque e intentar colocarlo en la ranura correspondiente. También se desarrolla la percepción al relacionar las distintas figuras geométricas y colores de las piezas (Fig. 12) con las que se están solicitando en ese momento.

La vista y el oído intervienen en tanto que reciben la información y la

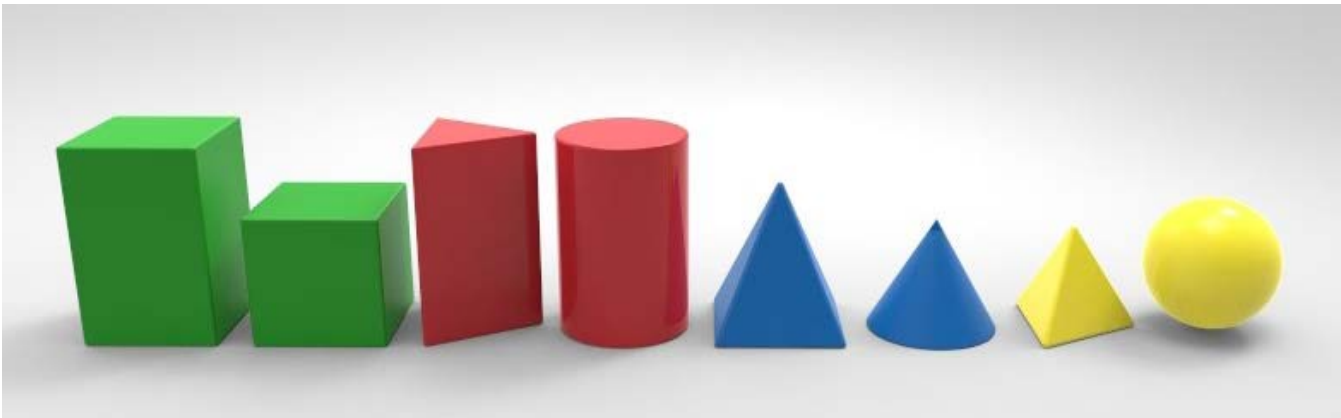


Figura 12. Poliedros, piezas que colocar.

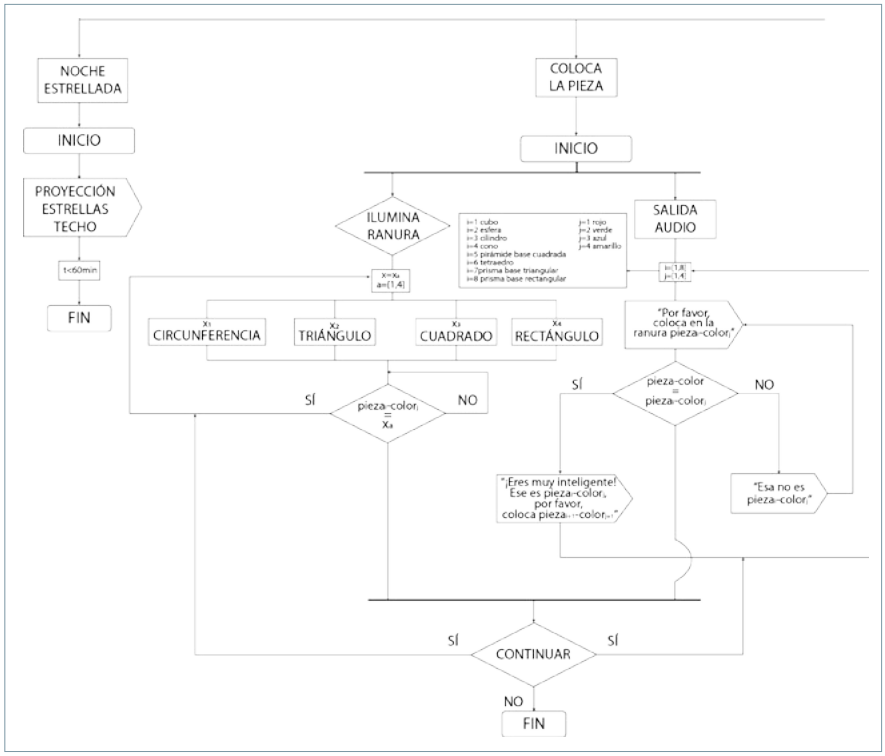


Figura 13. Funcionamiento de las actividades "Noche estrellada" y "Coloca la pieza".

Figura 14. Un zoo en casa: temática granja.

Figura 15. ¡A bailar!

procesan para que el niño seleccione la pieza adecuada conforme el color y la geometría que han oído y la coloquen en el hueco iluminado.

Este juego está físicamente integrado en una de las caras laterales de la base de la torre y las operaciones a realizar están indicadas por el propio producto mediante la salida de audio.

Consiste en un conjunto de poliedros que pueden tener proyecciones en planta iguales; por lo que más de una pieza encajará en el hueco de la base.

Cada una de las ranuras tendrá el perímetro cubierto de leds, que se iluminarán con diferentes colores haciéndolos coincidir con la pieza que se debe encajar.

Gracias a este juego de colores podría ser posible detectar problemas de daltonismo. Si se cometen una sucesión de fallos constantes entre el verde y el rojo, el producto podrá enviar una alarma para prestar especial atención a dicho problema y, en su caso, ponerse en contacto con profesionales que puedan confirmar o rechazar el diagnóstico.

Aunque las ranuras de la cara lateral tienen una tira led en el borde que puede cambiar de color, las piezas tienen un color fijo, por lo que las posibilidades son limitadas.

- Círculo: cilindro, esfera, cono, cilindro.
- Cuadrado: prisma de base cuadrada, cubo, pirámide de base cuadrada.
  Triángulo: prisma de base triangular, tetraedro, cono.
- Rectángulo: cilindro, prisma de base cuadrada, pirámide de base triangular.

Noche estrellada

Para las primeras etapas de desarrollo del bebé, cuando aún permanece muchas horas quieto boca arriba, el proyector de estrellas en el techo proporciona un ambiente relajante.

Esta proyección se puede convertir en una rutina antes de acostarse y realizar unos ejercicios de relajación.

No es un juego como tal, sino más bien un modo de uso del producto, el cual puede aplicarse desde el nacimiento hasta el fin de la infancia del niño al alcanzar los 12 años, o hasta que se considere necesario.

La proyección permanecerá encendida durante una hora y al alcanzar los 60 minutos se apagará automáticamente (Fig. 13).

Un zoo en casa

Con el juego Un zoo en casa (Fig. 14) se trata de favorecer el lenguaje al oír el nombre de los animales, y la percepción que permita relacionar el nombre de cada animal con la figura que lo representa.

Este juego forma parte de la sección de juegos virtuales del producto y se proyecta en la alfombra.

Habrá diferentes niveles, empezando por las temáticas y luego se irá complicando con la posibilidad de añadir más animales a cada categoría, de tal manera que sea un juego evolutivo.

También estará la opción "aleatorio", en la que podrá salir cualquier animal para ser identificado.

Al igual que en el caso de Coloca la pieza, en este juego también es la salida de audio la que le indica al niño qué animal debe seleccionar. Sobre la alfombra se proyectan todos los animales correspondientes a la temática seleccionada, y en cuanto se activa la solicitud de uno de ellos, bajo la representación del mismo aparecerán los símbolos lingüísticos correspondientes a su nombre para que el niño asocie el sonido de la palabra con el concepto y lo relacione con los caracteres.

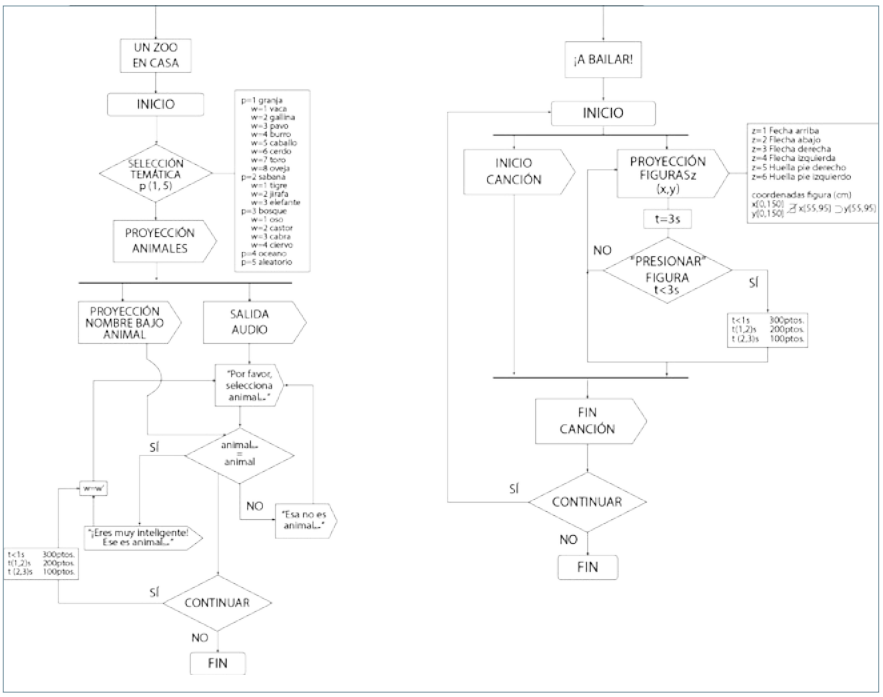


Figura 16. Funcionamiento de las actividades Un zoo en casa y ¡A bailar!.

La puntuación a sumar dependerá tanto de los aciertos como de los fallos (Fig. 16).

Por cada acierto se sumarán 300 puntos si se tarda menos de 1 segundo en contestar; 200 puntos, 2 segundos, y 100 puntos, 3 segundos.

Para obtener la puntuación final que será tenida en cuenta a la hora de establecer el gráfico radial de las áreas de desarrollo, se hará una media de los puntos obtenidos en los aciertos y el número total de intentos (incluidos los intentos fallidos); para tener un mejor control del desarrollo.

¡A bailar!

Dentro de los aspectos que engloba la motricidad gruesa, la coordinación se ve favorecida, además de la agilidad de reflejo y equilibrio; todo sin olvidar la diversión.

La alfombra se convierte en una alfombra de baile, con flechas y suena la música para seguir los pasos de baile. La flecha o figura aparece durante unos instantes, y si se presiona antes de que desaparezca suma puntos dependiendo de la velocidad con la que se presione. Al presionar desaparece esa y aparece la siguiente.

Entre las figuras proyectadas hay (Fig. 15): flecha hacia arriba, flecha hacia abajo, flecha derecha, flecha izquierda, huella derecha, huella izquierda.

La duración de cada figura proyectada es de tres segundos. Las puntuaciones dependen del tiempo de reacción, de tal manera que se suman 300 puntos si se presiona la figura en menos de 1 segundo; 200 puntos entre 1 y 2 segundos, y 100 puntos entre 2 y 3 segundos.

Como la figura desaparece tras 3 segundos o cuando se acierta, se trata de un juego relativamente rápido en el que cuenta la velocidad; y no es posible confundirse de figura, por lo que los intentos fallidos no serían relevantes en este caso; la puntuación final se hará con la suma total de puntos.

Cuando el niño vaya adquiriendo agilidad y su motricidad gruesa mejore, su puntuación irá en aumento y, por tanto, se verá el progreso y el desarrollo.

Al final de la canción aparece la suma de puntos y se puede empezar de nuevo el juego o seleccionar otro distinto.

Este juego también es evolutivo al existir la posibilidad de ir aumentando la velocidad y cantidad de figuras al mismo tiempo. Se irá complicando adaptándose al ritmo del niño.

Los colores elegidos son los primarios: rojo, verde, azul y amarillo. La idea es favorecer la motricidad gruesa y la velocidad de reacción del niño, por lo que los colores son simplemente para llamar la atención y no para asociarlos con ninguna idea en particular.

Figura 17. Coche de Un paseo por la ciudad.

En el cine

Dirigiendo el proyector hacia una pared o el techo se pueden proyectar vídeos y películas controlados mediante la aplicación móvil (Fig. 18).

Un paseo por la ciudad

Para favorecer el gateo en las primeras etapas de desarrollo del desplazamiento, se diseña esta actividad que permite al niño explorar en un entorno controlado.

A través del proyector aparecerá la vista aérea de una ciudad en la alfombra, con sus pasos de peatones, edificios, etc.

Como accesorio complementario cuenta con un coche con sensor que permite al niño tener un punto de apoyo al mismo tiempo que se desplaza (Fig. 17).

El camino a recorrer irá variando, siguiendo la carretera e indicado por una flecha que avanzará a medida que el coche pasa por encima, incitando al niño a continuar.

Después de varias sesiones en las que el niño alcanza el nivel esperado cambiará el escenario y, por tanto, los recorridos.

Respecto a la evolución del juego, además de incrementar la velocidad de recorrido de la flecha a medida que el niño adquiere agilidad y su gateo mejora, también irá poco a poco adquiriendo más detalle la proyección de la ciudad (Fig. 17).

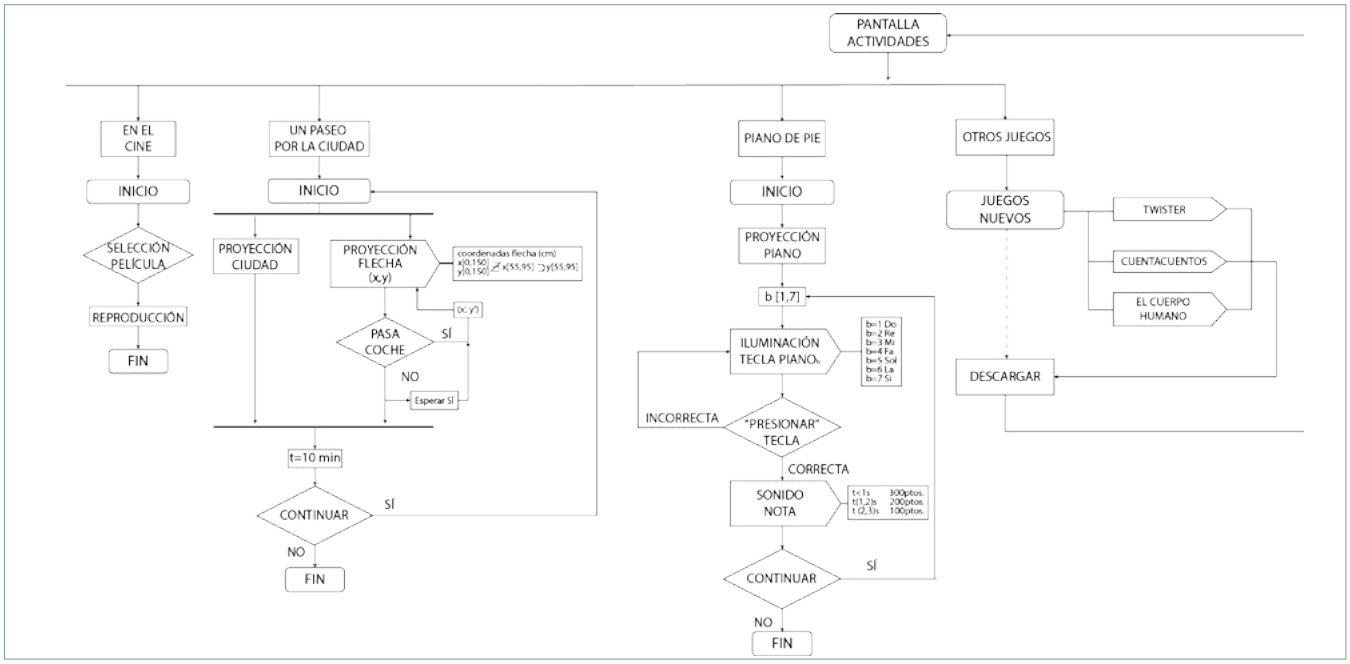


Figura 18. Esquema de funcionamiento de las actividades En el cine, Un paseo por la ciudad, Piano de pie, Otros.

Piano de pie

Las primeras lecciones son sencillas y de reconocimiento para favorecer la motricidad gruesa, pero a medida que evoluciona el juego, también se verán estimulados el oído y la percepción. Dentro de la motricidad gruesa se encuentran el equilibrio y la agilidad de reflejos.

El juego consiste en la proyección de las teclas de un piano, una escala completa, de do a si.

Una tecla del piano se iluminará y será esa tecla la que el niño deberá presionar. En el momento en que acierta, suena la nota.

La iluminación de las teclas seguirá una canción, por lo que al ir adquiriendo agilidad en el juego se apreciará la melodía, pese a que inicialmente parezcan notas al azar.

Posteriormente, durante la evolución del juego se afinará más y la máxima puntuación será cuando se toque la nota exacta, es decir, con la duración adecuada.

Otros juegos

Hay una variedad de juegos disponibles para incorporar en un futuro al producto y ampliar su vida útil y con actividades para realizar en compañía, en las que intervendría más de un jugador, además de complementos al estudio (Fig. 18).

El material seleccionado mediante CES EduPack 2018 para la fabricación de las piezas físicas del producto será el ABS, dadas sus características que atienden a los requerimientos funcionales del producto, y se fabricará mediante inyección.

Algunos modos de uso del producto aseguran que su vida útil se alargue hasta que el usuario lo considere oportuno.

Una vez que el niño alcanza la madurez intelectual adecuada a su edad, se propone cambiar el idioma del producto y comenzar los juegos con otro idioma. De esa manera, el aprendizaje se realizará por asociación de conceptos, de la misma manera que los bebés aprenden el idioma materno.

Conclusiones

Como conclusión al proyecto y diseño realizados, se cumplen los objetivos fijados al inicio y se satisfacen las necesidades encontradas.

Las áreas de desarrollo principales se ven cubiertas con el diseño de los juegos, que al ir evolucionando se centran en los aspectos destacados en cada etapa de desarrollo infantil.

Gracias a la configuración física de los juegos, en combinación con todos los componentes electrónicos, las actividades realizadas suponen un entretenimiento además de estimulación de aprendizaje del niño.

Por otro lado, el control por parte de un tercero mediante una aplicación móvil que permita ver gráficamente el progreso del niño en las distintas áreas de desarrollo aporta un valor añadido al producto.

Todo el dispositivo es seguro e intuitivo, además de guiar al niño en cada actividad para que alcance su mayor potencial sin olvidar la diversión.

Bibliografía

C. Kamii and R. DeVries, La teoría de Piaget y la educación. 1985.

Desarrollo de algunos parámetros de los niveles armónicos del desarrollo.

Desarrollo infantil - Pediatría - Manual MSD versión para profesionales [online]. Disponible en: https://www.msdmanuals.com/es/professional/Pediatría/Crecimiento-y-desarrollo/Desarrollo-infantil. [Consulta el 15 de junio de 2019].

Desarrollo psicomotor del bebé en su primer año de vida: 0-12 meses - elbebe.com. [Online]. Disponible en: https://www.elbebe.com/bebes/bebes-desarrollo-psicomotor. [Consulta el 17 de enero de 2019].

María Montessori, la pedagogía de la responsabilidad [online]. Disponible en: http://educomunicacion.es/figuraspedagogia/0_montessori.htm. [Consulta el 13 de febrero de 2019].

Percepción de los colores y las formas en los bebés [online]. Disponible en: https://minutusshop.com/percepcion-de-los-colores-y-las-formas-en-los-bebes/. [Consulta el 30 de mayo de 2019].

S. Biddulf. El secreto del niño feliz. Una guía imprescindible para padres y educadores. Edaf, 1988.

W. Wöbking. Desarrollo y plenitud personal nº 3. Niños más inteligentes. Guía para estimular la memoria, la concentración y la creatividad, Primera ed. Integral, 1996.

Wolters Kluwer | fundación técnica industrial | COGITI

Formación

Incluye un acceso durante un año a **CISS Prevención de Riesgos Laborales**, Base de Datos especializada en PRL valorada en 462€.

PLAZAS LIMITADAS

Formación

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

La Prevención de Riesgos Laborales continúa siendo una materia imprescindible en todas las empresas. Por este motivo la demanda de profesionales orientados y formados en PRL es cada vez mayor en el mercado.
Consigue el título máster y obtén tu gran ventaja competitiva.

Metodología

Una metodología didáctica online cuyo objetivo es que dispongas de tu propio ritmo de estudio, decidiendo cuándo y cómo estudiar y, por tanto, totalmente compatible con tu actividad profesional.
Podrás acceder desde cualquier lugar al aula virtual, donde encontrarás el temario del máster y la documentación de soporte.
Contarás con un seguimiento y atención personalizados proporcionados por los tutores en la misma plataforma y también por correo electrónico y vía telefónica.
Tendrás un aprendizaje activo y colectivo, a través del intercambio de conocimiento y experiencias en los foros.
Contarás además, con el apoyo de sesiones síncronas.
La evaluación será continua y formativa y se adaptará al carácter de las asignaturas y las competencias a evaluar. La nota final será la media, según la ponderación establecida de la calificación de las distintas actividades de cada asignatura: test de evaluación, casos prácticos, cuestionarios de preguntas cortas, test de seguimiento y participación en las diferentes actividades del aula virtual.

Programa

Permite cursar el **Título de Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales**, adaptado al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), nivel 3 del MECES y nivel 7 del EQF.

Incluye las 3 especialidades:
- Seguridad
- Higiene
- Ergonomía

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

por la Universidad Francisco de Victoria con **3 especialidades**: Seguridad, Higiene y Ergonomía.

Precio del Máster Completo
2.950€

Descuento por inscripción anticipada del 10% sobre honorarios de matrícula
2.704€
Antes del 17 de enero
(si quedan plazas disponibles)

- Créditos: 60 ECTS
- Modalidad: e-learning
- Fecha inicio: **28/02/2020**
  (Fecha admisión: 30/01/2020)
  Fecha fin: **Diciembre de 2020**
- Con el apoyo docente de reconocidos **expertos en la materia**
- Precio total del Máster: 2.950€
  (Posibilidad de pago fraccionado)
  Antes del 17 de enero precio por inscripción anticipada: 2.704€
- Programa **bonificable** en los seguros sociales (Fundación Estatal para la Formación en el Empleo- FUNDAE).
- Acceso a la base de datos **CISS Prevención Riesgos Laborales**
- Potencia tu Networking
- Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales por la **Universidad Francisco de Vitoria**. Verificado por la ANECA.
- Descuentos a reconocidas obras en PRL de Wolters Kluwer:
  50% descuento Base de datos CISS Prevención, 35% descuento Revista Gestión Práctica Riesgos Laborales, 15% descuento en Anuarios TODO PRL y Prontuario PRL.

Infórmate ahora

Para más información así como para formalizar la matricula, pueden ponerse en contacto con **Luís Antonio Durán**, en el teléfono **699 49 77 51**, o por e-mail **aduran@wke.es**

El COGITI, anfitrión de la Asamblea General de la Asociación de Jóvenes Ingenieros Europeos

Madrid acogió, del 17 al 20 de octubre, la Asamblea General de la Asociación de Jóvenes Ingenieros Europeos (European Young Engineers-EYE), donde se dieron cita unos 150 ingenieros (entre 20 y 35 años) procedentes de toda Europa.

Las organizaciones de jóvenes ingenieros participaron en dicho evento, en el marco de las Conferencias (*Conference on Sustainable Engineering*), que periódicamente lleva a cabo la Asociación de Jóvenes Ingenieros Europeos (European Young Engineers-EYE), y que en esta ocasión ha organizado el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), que integra a 49 colegios profesionales y cerca de 80.000 colegiados, como institución anfitriona.

Se trataba de un punto de encuentro que tenía entre sus objetivos lograr la internacionalización de la profesión de ingeniería, y la creación de un auténtico mercado único que permita la movilidad de jóvenes ingenieros a través de las fronteras. Entre las actuaciones que se llevan a cabo en las Conferencias que EYE organiza de forma bianual, se encuentran la Asamblea General, la celebración de talleres y sesiones formativas (*workshops*), o las visitas a empresas y factorías industriales del país anfitrión, entre otras. En total participan unos 150 ingenieros (entre 20 y 35 años), que representan las diversas y variadas asociaciones de este colectivo profesional a nivel europeo.

El COGITI forma parte de la citada asociación desde mayo de 2018, y a iniciativa de la institución, se ha constituido un Grupo de trabajo sobre Política Europea (*European Policy Working Group*), con el objetivo de generar un clima de opinión entre los jóvenes ingenieros sobre políticas europeas que afecten a la Ingeniería. "Es una gran responsabilidad y un honor para el COGITI ser los anfitriones de este importante encuentro internacional de la Ingeniería. Trabajaremos con los ingenieros europeos para construir el futuro de la profesión y de la sociedad", expresó el presidente del COGITI, José Antonio Galdón Ruiz.

Con la incorporación del COGITI en EYE, la organización apuesta por la promoción y el desarrollo de los ingenieros junior. Además, COGITI trabaja muy de cerca con la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingeniería del Ámbito Industrial (AERRAAITI), desarrollando numerosas actividades y eventos, y poniendo especialmente el foco de atención en la empleabilidad de los ingenieros y en su desarrollo profesional.

José Antonio Galdón, presidente del COGITI, participa en la inauguración de las Jornadas, acompañado por Ana Mª Jáuregui, Enrique Playán, Matthias Weissmann, y Alejandro Sotodosos (de izda. a dcha.).

"En el COGITI pensamos que el talento joven es el combustible del futuro para la profesión de ingeniero. Por lo tanto, apoyamos firmemente todos los incentivos de las instituciones destinados a proporcionar la red necesaria, las habilidades y las oportunidades para expresar sus pensamientos, deseos y aspiraciones", señaló Galdón.

La Asociación de Jóvenes Ingenieros Europeos (European Young Engineers-EYE) está compuesta por 26 entidades procedentes de una veintena de países europeos, que representan a más de 250.000 profesionales, entre los que se encuentran asociaciones de ingenieros y los sindicatos profesionales de Ingeniería más grandes de Europa.

Acto de inauguración en la RAI

La Real Academia de Ingeniería (RAI) acogió en la tarde del pasado jueves 17 de octubre, la inauguración de las Jornadas de la Asamblea General de la Asociación de Jóvenes Ingenieros Europeos (EYE).

Al acto de inauguración asistieron los 150 ingenieros que durante cuatro días participaron en las actividades programadas: talleres (workhops), celebrados en el Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid, y visitas a empresas, como Airbus, Renfe, Canal de Isabel II, Naturgy, Amazon, Inster, o a instituciones (Congreso de los Diputados y Ayuntamiento de Madrid); además del Council Meeting (Consejo de EYE), que tuvo lugar el sábado 19 de octubre en la sede del COGITI.

Acto con los grupos parlamentarios, en el Congreso de los Diputados.

Acto en el Congreso de los Diputados

Los ingenieros también visitaron el Congreso de los Diputados, el viernes 18, donde asistieron al "acto con los grupos parlamentarios", organizado por el COGITI, y que reunió a diputados de los Grupos Parlamentarios Socialista, Popular y Ciudadanos, que expresaron sus puntos de vista sobre las cuestiones que les plantearon. Todos ellos coincidieron en la necesidad de facilitar la internacionalización de la profesión de ingeniero, y manifestaron haber "recogido el guante" para lograr que la Tarjeta Profesional Europea se aplique también a dicha profesión.

Recibimiento del Alcalde de Madrid

Ese mismo día, el Alcalde de Madrid, José Luis Martínez-Almeida, recibió en el Ayuntamiento a los ingenieros de EYE, a quienes dio la bienvenida a la ciudad. "El futuro debe construirse con jóvenes como vosotros, firmemente comprometidos con el desarrollo de las ciudades", señaló.

A continuación tuvo lugar una interesante conferencia de Enrique Dupuy de Lome Corchado, Jefe de inversiones globales en Wayra (Grupo Telefónica). Más información en www.cogiti.es.

III Barómetro Industrial: Urge un pacto de Estado para dotar al sector industrial de mayor peso

José Antonio Galdón presenta el III Barómetro Industrial a los medios de comunicación.

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) presentó, el 8 de octubre, en su sede, su III Barómetro Industrial del COGITI-Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2019, que en esta edición ha contado con la colaboración del Consejo General de Economistas de España (CGE), cuyo Servicio de Estudios ha elaborado el informe *Una perspectiva económica de la situación de la industria en España*, que se incluye en esta edición del Barómetro.

En la presentación participaron representantes de ambas organizaciones. Por parte del COGITI, su presidente, José Antonio Galdón Ruiz, y la coordinadora del Barómetro, Mónica Ramírez; y por parte del CGE, su presidente, Valentín Pich, y el director de la Cátedra Economistas Contables del CGE, Salvador Marín. Todos ellos coincidieron en resaltar la oportunidad de esta presentación, dada la actual coyuntura de desaceleración económica mundial y de contracción del sector industrial. Más información en web COGITI.

APORTAR AL PPA DESGRAVA Y AHORA

ALGO MÁS

Bonificación extra del

0,20%

sobre el importe de tu aportación

¿Cómo? Haz una aportación extraordinaria al Plan de Previsión Asegurado de Mupiti (PPA) a partir de 3.000 euros y te ingresaremos en tu cuenta bancaria el 0,20% de ese importe. *

¿Cuándo? Del 1 de noviembre de 2019 al 31 de diciembre de 2019.

¿Por qué? Aparte de la desgravación fiscal, esta bonificación es una rentabilidad adicional a la que tiene, con carácter general, el PPA (1% interés técnico + participación en beneficios).

*El importe de la bonificación se ingresará en la cuenta corriente que se indique en la solicitud en un plazo máximo de 30 días desde la entrada de la aportación. En el ingreso se descontará la retención del IRPF legalmente establecida.

Descarga aquí la solicitud para hacer la aportación

mupiti

Contacta ahora

900 820 720

info@mupiti.com

www.ppademupiti.com

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

Colaboración del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Valencia

Tribuna

Morir de necesidad

José Luis Langa Bañegil

Uno de los grandes retos a los cuales nos enfrentamos los colegios profesionales, en general, y el de ingenieros técnicos industriales, en particular, es el hecho de la fuga o, mejor dicho, de la falta de colegiados. ¿Qué ha ocurrido para que se haya perdido ese corporativismo?

La Ley 2/1974 de 13 de febrero, creaba el marco que permitía la ordenación de la profesión, la defensa de los intereses de los colegiados, y también la de los consumidores; posteriormente la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, la llamada Ley Omnibus, introdujo simplificaciones de los procedimientos, para dotar de mejores condiciones de prestación de servicios a la ciudadanía. Entonces, siendo éste un triángulo idóneo para el desarrollo de la profesión, ¿qué ha ocurrido?

Antes, cuando un perito industrial y, más tarde, un ingeniero técnico industrial terminaba la carrera, una de las primeras cosas que hacía era colegiarse. No puede achacarse a su obligatoriedad, ya que ha sido y sigue siendo por la gran mayoría desconocido este hecho, sino por la razón de pertenecer a un colectivo que pudiese ayudarles y acompañarles en su nueva singladura profesional.

¿Y qué ha cambiado? ¿La crisis? ¿Las nuevas tecnologías? ¿El relativismo?

Debemos ser objetivos y tener en cuenta que la crisis que ha azotado a nuestro país en la última década ha afectado de manera sustancial al colectivo. Muchos de nuestros compañeros perdieron su puesto de trabajo, y tuvieron que buscar sustento allende nuestras fronteras; lo que ha permitido, por buscar el lado positivo, exportar nuestra capacidad y creatividad a otros países, y demostrar que los ingenieros técnicos industriales españoles nada tienen que envidiar a los de otros países, supuestamente más tecnológicamente avanzados.

La profesión de Ingeniero Técnico Industrial se postula como el referente de un futuro marcado por el desarrollo tecnológico.

Hoy en día, los colegios profesionales ofrecen muchos servicios, tantos como posibilidades de trabajo ofrece la profesión.

Pensar que las nuevas tecnologías son las culpables y que Internet es la caja de pandora, por la cual los ingenieros técnicos industriales no se colegian, tampoco sería acertado. Es cierto que hoy tenemos todo el saber en la palma de la mano. Con un solo click podemos ver videos de presentaciones, acceder a cursos, ver el diseño de una mega fábrica o de un cohete espacial o cualquier cosa imaginable. Ya no necesitamos acudir a una conferencia para saber cuál es el último descubrimiento, ni es necesario ir a una feria para estar a la última en desarrollos tecnológicos. Streaming, Youtube o los teléfonos inteligentes de última generación, por citar alguno ejemplos, son herramientas que forman parte de nuestra vida cotidiana y nos han hecho más fácil el desarrollo de nuestra profesión.

Pero, ¿y el factor humano?

Eso no puede solventarse a través de una pantalla. Para eso están los colegios, para escuchar a sus colegiados en su devenir profesional, con sus inquietudes, con sus ilusiones y sus proyectos. Hoy en día los colegios profesionales ofrecen muchos servicios, tantos como posibilidades de trabajo ofrece la profesión. Los colegios hemos tenido que avanzar al mismo tiempo que la tecnología, para poder estar a la altura que requieren las necesidades de nuestro colectivo. Sin embargo, las estadísticas no reflejan una relación directa entre servicios y el uso de las mismas.

No podemos dejar de lado el relativismo. Ese “da igual”, “yo puedo solo” o “no me interesa”. Es cierto que hoy en día los planes de estudio son muy exigentes y que los jóvenes salen muy formados de las universidades, pero tras esas paredes de estudio y conocimiento, existe el mundo real, esa batalla diaria a la que tenemos que enfrentarnos, en un mundo cada vez más globalizado y más competitivo, que muchas veces no perdona nuestros errores. Antes, los más jóvenes se apoyaban en los mayores, fuente de conocimiento y sabiduría, pero sobre todo de experiencia. Y ahí estaban los colegios profesionales, para ayudarles, apoyarles y acompañarles.

Parafraseando a John Fitzgerald Kennedy, deberíamos preguntarnos, no lo que el Colegio puede hacer por nosotros, sino “qué podemos hacer nosotros por el Colegio”; ya que ello nos llevaría a ayudar a otros compañeros, a ampliar los conocimientos, pero sobre todo a engrandecer nuestra profesión, la profesión de ingeniero técnico industrial, que hoy más que nunca se postula como el referente de un futuro marcado por el desarrollo tecnológico a gran escala. Si los colegios no existieran, habría que crearlos, ya que son los garantes de la profesión y del buen hacer de los profesionales defendiendo sus derechos, pero también exigiendo el cumplimiento de las normas a las cuales están sujetos.

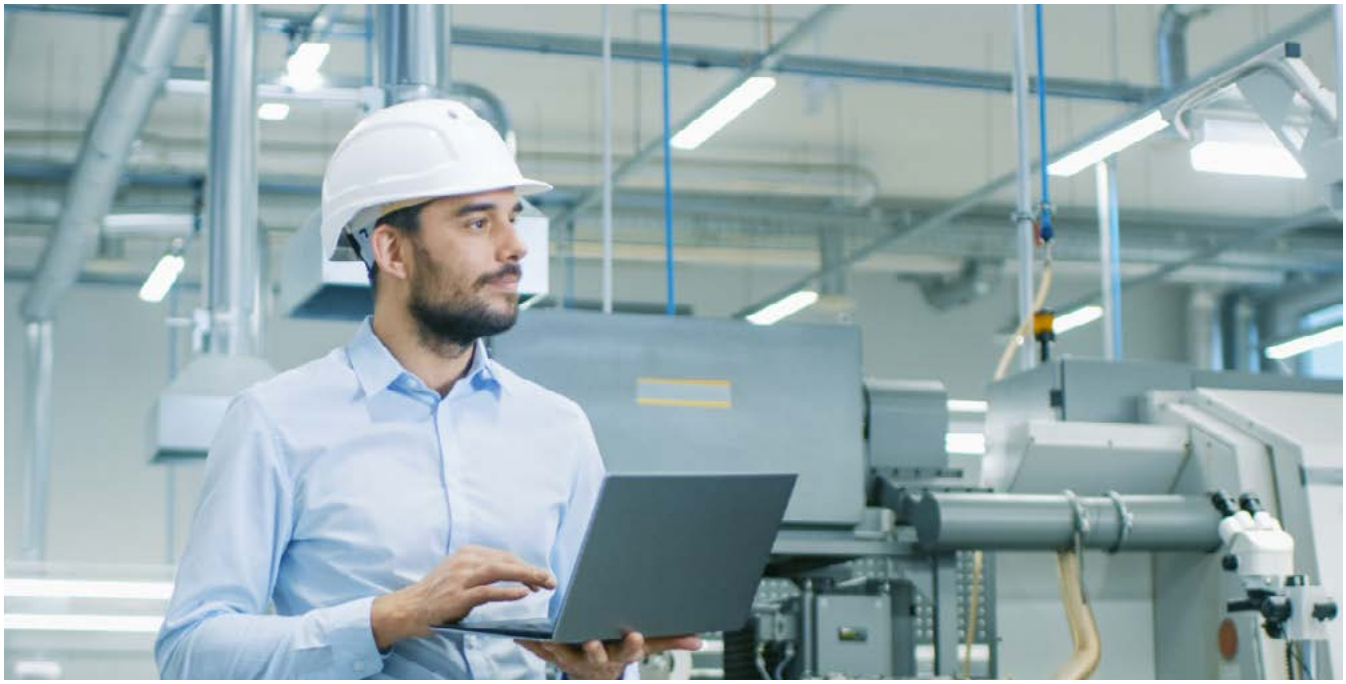
No debemos olvidar que los colegios profesionales contribuimos al progreso de la sociedad.

José Luis Langa Bañegil es secretario del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Valencia.

El Consejo Valenciano de Colegios de Ingenieros Técnicos industriales conciencia sobre la importancia de la Seguridad Industrial en toda la Comunidad Valenciana

Campaña: Sí, Seguridad Industrial, siempre

La campaña Sí, Seguridad Industrial, siempre, está activa durante todo este año en las tres provincias de la Comunitat



La seguridad industrial es un derecho específico y base fundamental de la sociedad del bienestar. Foto cedida por los autores de la campaña

Por su propia nomenclatura, el concepto de seguridad industrial genera confusión y puede llevar a pensar que se refiere únicamente a entornos industriales, pero no es así. La seguridad industrial garantiza el bienestar social las 24 horas del día y protege, directa y eficazmente, la vida diaria y cotidiana de todas las personas, sin excepción.

Todos utilizamos a diario ascensores, vehículos, aparatos eléctricos, sustancias químicas, etc., y accedemos a numerosos establecimientos o espacios de masivo uso público (colegios, cines, hospitales, cafeterías, oficinas, gasolineras, comercios, calles, parques, carreteras), que están sometidos al cumplimiento de la normativa de seguridad industrial.

La seguridad industrial es un derecho específico y base fundamental de la sociedad del bienestar. La efectividad de este derecho solo es posible si los titulares de instalaciones, tanto en entornos domésticos como industriales, así como en establecimientos sometidos a la normativa, cumplen con las obligaciones que se derivan. En este contexto, nace el Plan de Acción para la Promoción de la Seguridad Industrial y la Campaña *Sí, Seguretat Industrial Sempre*, que contempla acciones informativas y de comunicación que se han venido desarrollando durante todo este año en entornos profesionales e industriales.

> El Plan de Acción incluye más de 500 diagnósticos de seguridad industrial en locales e instalaciones de pública concurrencia.

Sólo desde el conocimiento y la sensibilización es posible garantizar, en positivo, el cumplimiento de las obligaciones, fomentando la conciencia sobre las ventajas y beneficios, particulares y sociales. Por ello, a través de esta campaña, el Consejo Valenciano de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales y la Generalitat Valenciana pretenden hacer cómplices a todos y cada uno de los ciudadanos, para que sean agentes activos, vigilantes y demandantes de seguridad industrial en sus entornos más inmediatos, desde su hogar, a su lugar de trabajo, pasando por locales de ocio, comercios, etc.

El Plan de Acción para la Promoción de la Seguridad Industrial conlleva diversas acciones, incluyendo más de 500 diagnósticos de seguridad industrial en locales e instalaciones de pública concurrencia, difusión mediante jornadas o eventos, una campaña de comunicación en medios convencionales (prensa, radio, televisión, cines), página web y artículos de divulgativos en revistas técnicas.

Sí, cuando te duchas.
Sí, cuando coges el ascensor.
Sí, cuando repostas combustible.
Sí, cuando cocinas.

Muchos profesionales y empresas trabajan para que todo esté y funcione según las normas de seguridad industrial.

Sí, la seguridad industrial es como el aire, no se ve pero está en todas partes.

Sí, Seguretat Industrial. Sempre.

SEGURETAT INDUSTRIAL

GENERALITAT VALENCIANA
Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball

Julio Amador Guerra

Catedrático en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid

"Nuestra Escuela es un centro de referencia para la formación en energías renovables"

Mónica Ramírez

La creciente demanda mundial de energía, unida a los objetivos medioambientales establecidos en el proyecto Horizonte 2030, supone un gran reto desde el punto de las oportunidades a las que se enfrentan las diferentes tecnologías de generación renovable. Julio Amador, Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), con una tesis doctoral sobre integración de energías renovables, fotovoltaica y eólica, basada en sistemas de información geográfica, vaticina "el espectacular crecimiento" que seguirán experimentando las plantas fotovoltaicas y los parques eólicos. Como experto en el sector, a lo largo de esta entrevista analiza cómo será la evolución del modelo energético y por dónde irán las líneas de investigación.

¿En qué situación se encuentra el ámbito de las energías renovables? ¿Cuál es actualmente el sector más pujante?

Las energías renovables se encuentran en pleno crecimiento, especialmente la energía eólica y la solar fotovoltaica, con potencias instaladas anualmente superiores a 50 GW para la eólica y superiores a 100 GW para la fotovoltaica. En la actualidad, de la nueva potencia eléctrica instalada en el mundo, las modernas energías renovables duplican a las fuentes convencionales: carbón, gas y nuclear; algo totalmente impensable hace pocos años.

La energía renovable con mayor crecimiento es la solar fotovoltaica que, además, presenta la mayor variedad de aplicaciones: plantas de potencia, autoconsumo, sistemas aislados, microrredes, etc.

¿Cómo piensa que será su evolución en los próximos años?

Las plantas fotovoltaicas y los parques eólicos seguirán su espectacular crecimiento, aumentándose cada vez más los requerimientos de calidad, especialmente, en lo que respecta a su comportamiento respecto a la red eléctrica, lo que se va a traducir en avances en convertidores de frecuencia y en sistemas de almacenamiento. De forma simultánea, aunque con crecimientos más moderados, seguirá aumentando la integración de energías renovables en la edificación y el entorno urbano. Las baterías sufrirán importantes mejoras tecnológicas y un descenso de costes que las harán cada vez más competitivas tanto a nivel de plantas fotovoltaicas, industrias y en el sector residencial. Por otra parte, se irán implantando sistemas híbridos fotovoltaico-eólicos, tanto a nivel de plantas de potencia como de microrredes.

Julio Amador muestra la terraza solar instalada en la ETSIDI de la Universidad Politécnica de Madrid.

¿Nos dirigimos, por lo tanto, hacia un cambio de modelo energético?

Estamos ya inmersos en un cambio de modelo energético de sistemas de producción centralizados a sistemas de generación distribuida. Hemos pasado de la búsqueda de una energía cada vez más concentrada: desde el carbón vegetal, pasando por el carbón mineral, el petróleo, el gas y el uranio; al aprovechamiento de energías renovables cada vez más dispersas en la naturaleza. No en vano, la primera energía renovable en ser competitiva ha sido la minihidráulica, seguida por los parques eólicos, hasta llegar a algunas formas de biomasa y la energía solar, que es la renovable más dispersa geográficamente.

Además, se está avanzando en la electrificación de todos los sectores económicos: climatización de edificios, transporte, industria, servicios, etc. En concreto, la necesidad de edificios que sean capaces de producir su propia energía está convergiendo con el desarrollo tecnológico y el abaratamiento de los costes de la energía solar fotovoltaica. Este tipo de energía renovable es sin duda el motor del cambio de modelo energético por su sencillez y facilidad de producción de energía en los propios edificios, haciendo que cualquier usuario se convierta de sólo consumidor y, por tanto, elemento pasivo respecto al sistema energético, a un componente activo, productor de energía para su propio consumo. Hay ya en el mundo más de 100 ciudades en las que la contribución de energías renovables a su consumo eléctrico es superior al 70 %.

¿Cuáles diría que son las claves de la sostenibilidad energética?

La Unión Europea ha dejado clara su estrategia para realizar una transición a energía eléctrica o descarbonizar la economía a través de las directivas europeas que constituyen el llamado "paquete de Energía Limpia", aprobadas en diciembre del año pasado: está basada en el desarrollo de las energías renovables y el incremento de la eficiencia energética.

Este aumento de las energías renovables es imprescindible, pero debe reali-

zarse teniendo en cuenta los requisitos ambientales y sociales. En concreto, es necesario avanzar en el reciclado de módulos fotovoltaicos, aerogeneradores, baterías y el resto de los equipos base de la transición eléctrica; realizar la implantación de parques eólicos y plantas fotovoltaicas a través de procesos de evaluación de impacto ambiental rigurosos, en avanzar a una generación distribuida más adaptada y cercana al consumo, el electrificar más rápida y eficazmente el transporte, el utilizar equipos más eficientes y, en definitiva, que los hábitos de consumo tanto a nivel global como individual, sean más sostenibles, de forma que todo lo que hacemos, nuestras ciudades, industrias, centros de ocio, etc., se realicen y exploten teniendo en cuenta criterios energéticos sostenibles.

¿Qué oportunidades va a brindar el autoconsumo energético?

El que cualquier persona pueda tener un sistema de producción de energía eléctrica en su propia residencia, o en lugar de uso habitual, como puede ser un aparcamiento, está dando lugar a un cambio de mentalidad. Pasando de sólo estar preocupados de cuánto nos cuesta el recibo de la luz, el recibo del gas o el combustible del coche, a tener interés en cuánto produce nuestra instalación solar y, por tanto, jugar un papel cada vez más activo en el sector energético.

Además, el autoconsumo tiene una repercusión directa en el crecimiento del tejido industrial, contribuyendo al desarrollo de empresas de servicios energéticos, de distribución de material, instaladoras, mantenedoras, etc. Lo que se va a traducir, como es lógico, en nuevas figuras profesionales y un mayor dinamismo social, económico e industrial.

Cada vez más, los países en vías de desarrollo apuestan por las energías renovables. En 2015, por primera vez, las inversiones mundiales en energías renovables fueron mayores en estos países que en los más desarrollados. ¿Cómo pueden acceder a la energía estos países más deficitarios?

Excelente pregunta, ya que una de las grandes ventajas de las energías renovables es su potencial de contribución al acceso universal a la energía por distintas razones. Una de ellas es que el recurso solar es mayor a latitudes más bajas, que coincide geográficamente con este tipo de países. Otra razón es la modularidad de las energías renovables, que permiten sistemas sencillos como los llamados “Solar home system” para alimentar un par de puntos de luz, una radio y un televisor con un pequeño módulo fotovoltaico y una batería.

Estos sistemas están permitiendo acceder a la energía eléctrica a personas que si tuvieran que esperar a que llegase la red eléctrica convencional pasaría, al menos, una generación. Además, las microrredes, con sistemas híbridos fotovoltaico-diésel, fotovoltaico-eólico-diésel, etc., permiten sustituir a los tradicionales grupos electrógenos con importantes ventajas económicas, sociales y ambientales. Finalmente, los parques eólicos y las plantas fotovoltaicas que pueden tener tamaños diversos y, por tanto, pueden requerir mucha menor inversión que las centrales eléctricas convencionales, están permitiendo un desarrollo de las, normalmente, débiles redes eléctricas locales. También es importante destacar la contribución al acceso universal a la energía y al agua, de un número creciente de personas, de otras tecnologías renovables como el bombeo fotovoltaico, el biogás, sistemas solares de depuración de aguas, las cocinas solares, etc.

Como docente de la Universidad Politécnica de Madrid y experto en Energías Renovables, ¿cuáles piensa que son las principales necesidades formativas de los alumnos en esta materia?

Las necesidades formativas se detectan en todos los niveles educativos. No obstante, por centrarnos en algo concreto, podemos destacar la formación profesional de montaje y mantenimiento de instalaciones de energías renovables, principalmente para instalaciones solares y mantenimiento de parques eólicos; así como la formación enfocada a proyectos: promoción, tramitación, elaboración, supervisión y, en definitiva, todas las fases de un proyecto renovable. Es destacable que la Universidad Politécnica de Madrid UPM está homologada para la impartición del Certificado de Profesionalidad de Organización y Proyectos de Instalaciones Solares Fotovoltaicas que se desarrolla en la ETSIDI desde hace 7 años. Además, es necesaria la formación científico-técnica de alto nivel en tecnologías más limpias que normalmente se adquiere a través de másteres específicos.

¿Y en cuanto a su labor investigadora en la Universidad, qué líneas de investigación está llevando a cabo en estos momentos?

Estamos trabajando en la parametrización energética de sistemas fotovoltaicos conectados a red, analizando el comportamiento de distintas tecnologías de célula fotovoltaica a través de la medida de parámetros meteorológicos y eléctricos.

Por otra parte, en colaboración con el CIEMAT, estamos realizando diversos trabajos de determinación del potencial solar de tejados, de forma que cada vecino tenga un acceso fácil al conocimiento de qué energía solar anual puede darle su tejado. Los resultados principales de esta investigación han sido una serie de Geoportales que permiten visualizar de forma abierta los principales resultados obtenidos para cada edificio. Se han realizado estudios para Miraflores de la Sierra y para Alpedrete.

También en colaboración con el CIEMAT se ha venido trabajando desde hace ya dos décadas en la integración de energías renovables en la electrificación rural con energías renovables, participando en proyectos de electrificación rural en diversos países de centro y sur de América y del centro de África.

La ETSIDI cuenta con una serie de laboratorios de investigación, ensayos y calibración. En el ámbito de las energías renovables, ¿con qué instalaciones cuenta la Escuela?

La ETSIDI cuenta con una terraza solar con significativos sistemas solares térmicos y fotovoltaicos. La parte fotovoltaica cuenta con 4 sistemas fotovoltaicos autónomos, 13 sistemas fotovoltaicos conectados a red y un sistema fotovoltaico de autoconsumo con baterías de litio-ion, en total 20 kWp de potencia fotovoltaica. Se cuenta con las tecnologías fotovoltaicas comerciales más significativas: silicio policristalino, silicio monocristalino convencional, silicio monocristalino con doble contacto en la parte posterior, silicio amorfo, Telurio de Cadmio y CIS. Estos sistemas fotovoltaicos están totalmente monitorizados y con datos accesibles vía web,. Los sistemas fotovoltaicos conectados a red generan más de 28.000 kWh anuales, que son inyectados a la red interna del centro, constituyendo una instalación de autoconsumo total, ya que toda la energía producida por el sistema fotovoltaico es consumida. Es una visita obligada para quien se acerque a nuestro centro.

Mariel Díaz Castro

CEO y cofundadora de Triditive S.L.

"Pensar en grande es la manera de crear empresas tecnológicas disruptivas"

Mónica Ramírez

"La ingeniería es mi pasión". Con esta afirmación tan contundente comienza Mariel Díaz Castro su entrevista, de la que se desprende fundamentalmente su faceta emprendedora y su gran capacidad de trabajo. Y es que a sus 29 años, esta joven colombiana, que estudió el Grado en Ingeniería Mecánica en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, ya sabe lo que es constituir una empresa y no parar de crecer. Desde 2014 dirige Triditive S.L, que el pasado mes de marzo fue galardonada en la 15ª edición de los Premios Gijón Impulsa como Mejor Start Up, por el desarrollo de tecnologías innovadoras de alto valor añadido tendentes a acelerar la industrialización de la fabricación aditiva, proporcionando desde su centro de producción en Gijón un sistema de automatización completa, capaz de ser exportado a otros lugares del mundo.

Mariel Díaz Castro

¿Qué le motivó para que eligiera estudiar una Ingeniería?

Siempre me he caracterizado por ser una persona curiosa. Me gusta solucionar problemas, crear, inventar. Para mí, Ingeniería era una carrera que me permitiría aportar soluciones en diferentes sectores. La ingeniería es mi pasión.

Al ver su trayectoria profesional, es evidente que es una persona emprendedora. ¿Cómo fueron sus inicios en el mundo laboral?

El desarrollo del espíritu emprendedor ha estado presente a lo largo de mi carrera de Ingeniería. Tuve la fortuna de iniciar estudios de Ingeniería Industrial en la Universidad Distrital, en Colombia, donde se hace hincapié desde el primer momento en emprendimiento y en desarrollar modelos de negocio; adicionalmente, durante la carrera fui parte de AIESEC, un organismo internacional para desarrollar y potenciar jóvenes líderes. Posteriormente, durante mis estudios de Ingeniería Mecánica en España fui seleccionada para un programa europeo de formación de emprendedores tecnológicos "EU-XCELL" desarrollado en Atenas, en un ambiente internacional. Todas estas experiencias me llevaron a saber que mi vocación era emprender, y sobre todo emprender en tecnología.

> "Emprender es un camino solitario, por eso hay que rodearse de un gran equipo; todos los días te encuentras con dificultades"

En la actualidad, es CEO y cofundadora de la empresa Triditive S.L, dedicada a la fabricación aditiva, más conocida como impresión 3D. ¿Qué ventajas ofrecen los procesos de fabricación aditiva frente a los tradicionales?

La fabricación aditiva (que es el nombre industrial de la Impresión 3D), es un proceso que se basa en la fabricación de componentes capa a capa para formar objetos 3D, depositando o aditivando únicamente el material necesario para fabricar dicho objeto. Esto permite libertad de geometrías, además de complejas, sin incrementar el coste de fabricación necesariamente. Este método de fabricación permite la reducción del time-to-market de productos, ya que permite producir rápidamente, sin necesidad de fabricar complejos y costosos moldes o utillajes (con el tiempo y coste asociado a dicho proceso); así como dotar a los productos con un mayor valor añadido y nuevas o mejoradas funcionalidades. La fabricación aditiva es una solución de fabricación sostenible, ya que reduce el material desechado asociado a los procesos manufactureros.

Adicionalmente, nuestra solución AMCELL® es una plataforma automatizada de fabricación aditiva gestionada a través

de EVAM®, un software IoT de gestión y control de la fabricación para crear fábricas gestionadas remotamente. Nuestro objetivo es industrializar la fabricación aditiva para crear grandes series rápidamente y reduciendo costes. AMCELL® funciona en modo 24/7 con mínima intervención humana. Es la primera máquina híbrida con la capacidad de fabricar piezas en metal o polímero.

Hace algún tiempo estuvo en China, donde presentó su empresa, y especialmente Amcell, de la que ya nos ha hablado, la máquina más disruptiva de fabricación aditiva industrial automatizada e híbrida para producción de grandes series en metal. ¿Qué tal fue la presentación en este país asiático?

Estuve en China en el mes de mayo, como parte de un programa de intercambio, en el que empresas europeas presentan su tecnología en el gigante asiático, con el programa CENTI Hits Wuxi. Tuvimos, además, un stand en la feria de tecnología de Wuxi, y la posibilidad de presentar nuestra empresa ante organismos oficiales e inversores en el marco de la "Conference of Talents and innovation", en Wuxi. Gracias a esto hemos podido contactar con potenciales clientes, inversores y el primer paso para analizar el potencial que tenemos en este gigante asiático donde se concentra la fabricación mundial.

Posteriormente fuimos seleccionados en el programa de aceleración de Taiwán "Startups Talents Taipei", y adicionalmente tuvimos un stand en la feria "Innovex", en Taiwan, considerada una de las ferias más grandes e importantes del sudeste asiático. Tuvimos la oportunidad de tener reuniones one-to-one con Venture Capital, clientes y distribuidores potenciales.

Como finalistas del Premio Everis España 2019 en la categoría "Tecnologías Industriales", estuvimos presentando Triditive en la Fundación Everis en Madrid, en junio de este año.

A la vista de la gran acogida que está teniendo, ¿cómo ve el futuro de la empresa y su expansión internacional?

Hemos tenido un año de mucha actividad a nivel internacional. Estuvimos durante 3 meses (de marzo a junio) en Barnsley, al norte de Reino Unido, donde formamos parte del programa de aceleración de empresas de IoT "IoT Tribe", desarrollado en el DMC (Digital Media Center); aquí hemos tenido la oportunidad de abrir nuevas oficinas para llegar a más clientes donde tenemos un mercado mayor.

Actualmente nos encontramos en Hartford (Connecticut). Hemos sido seleccionados en la reconocida y considerada la mejor aceleradora a nivel mundial, Techstars, específicamente en la especializada en impresión 3D de Stanley Black & Decker. Es un paso muy importante para nosotros, ya que únicamente el 1% de las empresas que aplican a Techstars son seleccionadas, con los cual nos sentimos muy orgullosos de tener la posibilidad de desarrollar y acelerar nuestra tecnología en este entorno. Hemos estado relocalizados en Hartford de julio a octubre, y mantenemos nuestra planta piloto y actividad de nuestra sede de Gijón.

Techstars, además de entrar como socio inversor de Triditive, nos dará la posibilidad de acceder a una red mundial de mentores, inversores, emprendedores, y sobre todo de desarrollar un modelo de negocio de impacto mundial.

Al mismo tiempo, gracias al premio que recibimos recientemente, "Emprendedor XXI" de la Caixa, tuvimos la posibilidad de visitar Silicon Valley y acceder al programa "Moonshoot Thinking" de ESADE, que nos ha dado una visión del ecosistema emprendedor de Palo Alto, y sobre todo cambiar el "chip" y "apuntar a la luna", pensar en grande es la manera de crear empresas tecnológicas disruptivas.

El pasado mes de abril, Triditive S.L fue galardonada como Mejor Start Up, en la 15ª edición de los Premios Gijón Impulsa, por el desarrollo de tecnologías innovadoras de alto valor añadido. ¿Qué supone para usted recibir un premio como éste?

Para nosotros es un premio que hemos recibido con mucho cariño de la ciudad que nos ha visto nacer y nos ha apoyado desde el inicio. Nos sentimos muy agradecidos de recibir este reconocimiento en casa. Este premio es un impulso a seguir desarrollando soluciones que no se están haciendo en otros lugares del mundo, y, de cierta manera, demostramos que aprovechando el potencial de la región donde nos encontramos se pueden incubar Startups disruptivas.

- ¿Qué cualidades piensa que son necesarias para poner en marcha una start up?

Primero una idea de negocio disruptiva, y segundo, pero no menos importante, un gran equipo que se complemente en conocimientos y capacidades. Como fundadora de una start up, las cualidades que son importantes, además de conocer la tecnología, aquéllas necesarias, desde mi punto de vista, son pasión (ama lo que haces), perseverancia (trabajar fuertemente para hacer esa idea germinar y crecer), y por supuesto, *Moonshoot thinking*.

¿Cuáles son las principales dificultades que han encontrado?

El camino emprendedor es un camino complejo, todos los días te encuentras con dificultades, ya sea encontrar personal cualificado para formar parte del equipo, enseñar a tus clientes las ventajas de la tecnología que estás desarrollando, trámites burocráticos, gestionar proveedores, clientes, etc. Emprender es un camino solitario, por eso hay que rodearse de un gran equipo. Pero principalmente quizá el mayor reto para una start up en España sea la búsqueda de financiación, aunque se tenga un producto altamente innovador, el ecosistema necesita prepararse para ello.

Como colegiada del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales del Principado de Asturias, ¿qué vinculación mantiene con el mismo?

Actualmente estoy colegiada, y adicionalmente soy profesora del curso "Fabricación aditiva (Impresión 3D)" de la plataforma online del COGITI; actualmente nos encontramos en la 12ª edición.

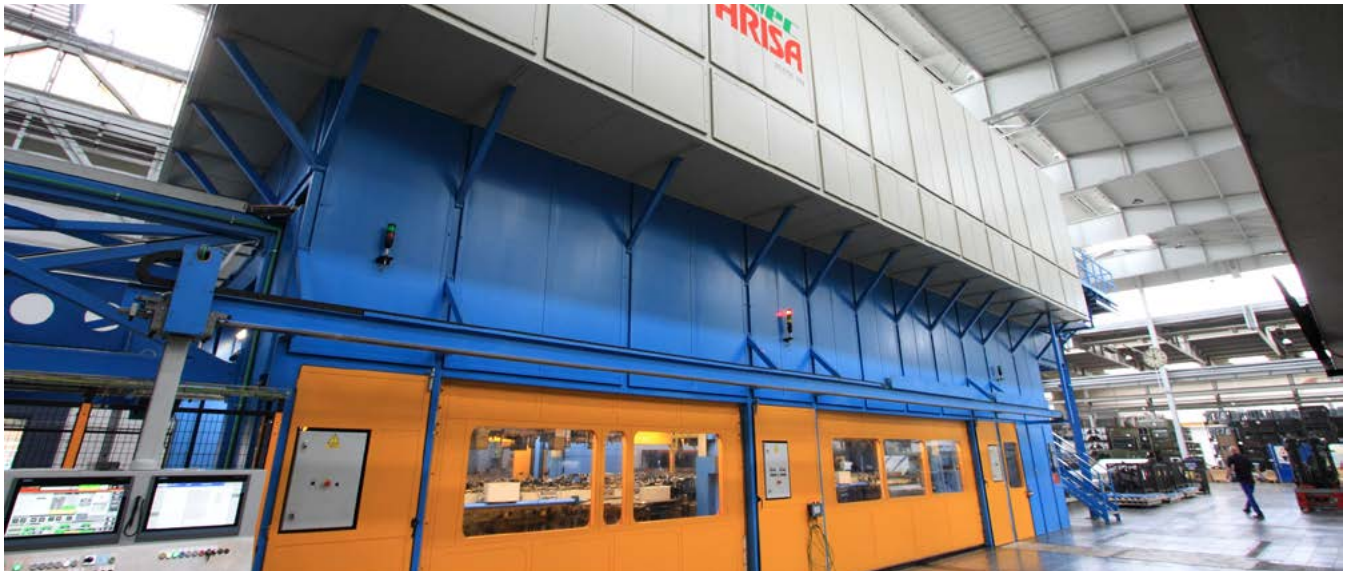
Adicionalmente, cada año colaboramos con el COITIPA para exponer presentar start up en el pabellón del Colegio en la Feria Internacional de Muestras de Asturias.

- ¿Qué consejos daría a los jóvenes ingenieros que finalizan ahora sus estudios?

Tener un objetivo para desarrollar su carrera, seleccionar muy bien sus áreas de especialización para desarrollar su trayectoria profesional. Desde mi punto de vista, es importante tener contacto con el mundo laboral durante la carrera o inmediatamente después de graduarse, ya que esto les dará a los estudiantes un pequeño "golpe" de realidad, y desarrollar habilidades o adquirir conocimiento que no se ve durante la carrera; esto les permitirá tomar decisiones con mayor conocimiento y plantearse si desean continuar los estudios o empezar una carrera en el mundo laboral.

Colaboración del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de La Rioja (COGITIR)

NIDEC ARISA, una historia de innovación



Prensa de 4.500 t., en NIDEC ARISA. Foto cedida por el autor.

Tomás Ariznavarreta Ruiz

La historia de ARISA comienza en 1940, cuando los hermanos Anatolio y Melquiades Ariznavarreta, junto a Gabriel Aisa, deciden la creación de una empresa dedicada a la construcción de maquinaria y, especialmente, a la construcción de prensas mecánicas.

Eran tiempos más que difíciles, recién terminada la guerra civil española y comenzando la Segunda Guerra Mundial, en una situación económica en España catastrófica; sin infraestructura de ningún tipo, sin materias primas, sin tecnología, sin formación técnica de los trabajadores, con un Gobierno autárquico voluntariamente y el bloqueo económico, político y comercial con prácticamente todos los países del mundo, a partir del año 1945.

Eran los tiempos en que, para llamar por teléfono a otra ciudad de España, se necesitaba pedir línea con tres o cuatro horas de antelación, y que para ir a buscar la materia prima al País Vasco o a Asturias, necesitabas entre 6 y 14 horas de viaje en tren, para al final volver sin haber logrado encontrar nada para poder seguir produciendo.

No obstante, a pesar de todas estas dificultades, la empresa fue creciendo, mejorando su tecnología y calidad, así como su capacidad de producción.

A principios de los años cincuenta, el bloqueo comienza a desaparecer y aparece un despertar en todas las áreas productivas, apareciendo las primeras empresas de electrodomésticos, cerrajería, bicicletas y material eléctrico, que necesitan prensas con mayores capacidades de producción, y ARISA comienza a fabricar prensas con sistemas de alimentación automática de banda partiendo de bobina, lo cual representa un gran avance tecnológico.

Todo ello hace que las instalaciones de ARISA, en aquellos momentos de 600m2, resulten insuficientes y se comience la construcción de unas nuevas instalaciones con mayores posibilidades de construcción de las prensas, grúas puente más potentes, nueva maquinaria y mayores alturas de naves, que permitan abordar las nuevas prensas que el mercado comienza a pedir.

En 1957 comienza la construcción de una fundición para tener la seguridad de calidad y plazo de entrega de las piezas fundidas que, en aquel tiempo, eran la materia prima fundamental para la construcción de las prensas.

A mediados de los años cincuenta, ocurre un hecho fundamental para ARISA, tanto desde el punto de vista de producción, como por la innovación tecnológica requerida, y este hecho es el comienzo de la fabricación de coches en España. Es difícil pensar hoy en día, cuando se construyen en España aproximadamente 2.750.000 automóviles, que en el año 1953 no se construía ninguno.

En 1953 comienza el montaje de los primeros coches Renault en Valladolid, con un taller de 100 empleados. También comienza en 1953 el montaje de los primeros Seat 1400 en Barcelona, y en 1957 comienza la fabricación total del famoso Seat 600. Este hecho representa un reto para ARISA, al tener que innovar todos sus productos para adaptarse a los niveles de calidad, productividad y seguridad que exigen estas empresas de automóviles, cuya casa matriz es extranjera y sus exigencias son las mismas que en la casa matriz. El esfuerzo de innovación y desarrollo tecnológico es muy importante, y ARISA logra entrar en estas empresas de automóvil, dentro del tamaño de máquina que, por la propia estructura y dimensiones de la fábrica, es capaz de producir, llegando a instalar más de 100 prensas en Seat para los años 70, la mayor parte de ellas con sistema de alimentación de banda y la tecnología adecuada.

Las dimensiones de ARISA han aumentado, hasta los 3.500 m2, con grúas hasta 30 t, y fabricando prensas hasta una fuerza nominal de 300 t.

A comienzos de los años setenta, comienzan a trabajar en ARISA la segunda generación familiar, tres ingenieros y un licenciado en Económicas, con la idea

clara de mejorar la tecnología, ampliar los mercados, mejorar la productividad y, para ello, se comienza a construir en los terrenos donde ya se tenía la fundición, unos pabellones de 10.000 m2, con mayor capacidad de grúas y alturas de naves, así como la inversión en maquinaria más adaptada a los nuevos tamaños de máquinas que se prevén construir.

Los modelos de máquinas se innovan, adaptándose a las nuevas necesidades del mercado desde el punto de vista de fuerza de las prensas, dimensiones, controles de seguridad, etc. La electrónica se comienza a aplicar en estas nuevas máquinas, y en el año 1978 se construye el primer alimentador automático de banda con control numérico, con un precio muy superior a los alimentadores mecánicos o neumáticos utilizados hasta entonces, pero con unas prestaciones en cuanto a capacidad, precisión y facilidad de manejo, que hacen que rápidamente sean adoptados por el mercado, de forma que a partir de entonces no se vuelven a fabricar más mecánicos.

En el año 1980 viene a instalarse a España la General Motors-Opel en Zaragoza, con las exigencias propias del gran fabricante americano. ARISA logra un pedido de 22 prensas para Figueruelas, y una gran prensa de 630 t para extrusión en semicaliente totalmente automatizada para la empresa Saginaw en Cádiz, perteneciente al mismo grupo.

Un tema muy importante, tanto desde el punto de vista económico, como desde el punto de vista de la innovación tecnológica, es la exportación que comienza a producirse a los países europeos y, principalmente a Francia, donde ARISA tiene que competir en tecnología, calidad y precio con los otros fabricantes europeos, fundamentalmente franceses, alemanes e italianos.

En todo este proceso, se precisa la incorporación de más ingenieros industriales en las diferentes áreas de la empresa: Oficina Técnica, Producción, Servicio Técnico de Asistencia al Cliente; así como ingenieros informáticos y electrónicos para el desarrollo y aplicación de las nuevas tecnologías de autómatas programables y controles numéricos, que se van implantando en las prensas.

A mediados de los años ochenta, se comienzan a desarrollar técnicamente y a producir las primeras prensas transfer, que permiten alimentar a las prensas a partir de formatos y, a finales de dicha década, ARISA, conjuntamente con la Escuela de Ingenieros de Logroño, desarrolla un programa para el cálculo de mecanismo de palancas articuladas (Link-Drive), para sustituir en las grandes prensas el mecanismo típico de las prensas de biela-manivela. Esto hace que se pueda abordar la fabricación de las grandes prensas entre 1.000 t y 3.000 t con grandes dimensiones, así como exportar a los mercados europeos y americanos.

Los años finales de la década de los ochenta y primeros de los noventa exigen una innovación total, tanto en las áreas de diseño con la implantación del CAD en dos dimensiones (diseño asistido por ordenador), como en el área de control, con la implantación de los autómatas programables en todas las prensas, y prensas con control numérico, en el cual todos los ajustes de la prensa y sus periféricos se realizan de forma automática en función del troquel con el que va a funcionar la prensa.

En el año 1991, ARISA realiza el primer transfer de control numérico, que sustituye a los transferes mecánicos anteriormente construidos, al mismo tiempo que se van desarrollando prensas de mayores dimensiones y fuerzas, aumentando al mismo tiempo las exportaciones, alcanzando una cifra cercana al 50% de la fabricación.

En el año 2009, en plena crisis económica mundial, ARISA comienza la construcción de una prensa con una nueva tecnología, que es la servoprensa. Con esta tecnología, el concepto convencional de almacenamiento de energía en un volante de inercia y la transmisión del par a través de un embrague-freno al sistema de mando de la prensa, cambia totalmente. La transmisión del par se realiza directamente a través de unos motores de gran par, los "motores torque", y el almacenamiento de energía se realiza en otros motores, llamados "motores de inercia". Cuando la prensa necesita energía para acelerarse o realizar el trabajo, los motores de inercia disminuyen su velocidad y, trabajando como alternadores, ceden la energía almacenada a los motores torque, aumentando estos su velocidad. Con esta tecnología, las curvas de funcionamiento de la prensa son totalmente programables, en función de lo que necesite la pieza a trabajar, aumentando la productividad de la prensa entre un 20% y un 50%.

Con esta tecnología, ARISA ha construido la prensa más grande del mundo. Una servoprensa de 45.000 kN de fuerza, con una potencia instalada para los motores torque de 9.000 kW y para los motores de inercia de 6.000 kW, pero necesitando solamente una conexión a la red de 1.000 kW. Esta prensa tenía un peso de 1.400.000 kg, con una longitud de la instalación superior a los 30 m y una altura de 14 m. Actualmente, más del 50% de la fabricación se realiza en ARISA con tecnología servo.

En el aspecto comercial, las exportaciones siguen aumentando hasta superar el 80%, y sigue el fenómeno de la globalización. Los fabricantes de automóvil se globalizan y piden, o exigen, a sus proveedores que los sigan en ese proceso de globalización, lo cual para una empresa del tamaño de ARISA es prácticamente imposible por recursos económicos y humanos.

En el año 2015, un gran grupo japonés, NIDEC CORPORATION, que ya había adquirido un fabricante japonés de prensas, KYORI, con implantación en Japón y China, y otro fabricante norteamericano de prensas, MINSTER, propone la adquisición de la empresa ARISA, lo cual se acepta y, se consigue de esta forma, una globalización prácticamente total y unas capacidades suficientes para abordar nuevos retos.

En el año 2016, solamente un año después de la adquisición por el grupo NIDEC, la nueva empresa NIDEC ARISA comienza la construcción de una nueva fábrica de 29.000 m2 aproximadamente, con unas naves de altura 18 m bajo grúa, 6,5 m de profundidad de fosos, grúas de 150 t y máquinas de mecanización para mecanizar piezas de 12 m de largo y 6 m de altura, es decir, para poder construir las prensas más grandes existentes.

La nueva empresa NIDEC ARISA, radicada en Logroño, actualmente tiene cerca de 300 operarios, de los cuales más de 60 son ingenieros de todas las especialidades, facturando alrededor de 85.000.000 de euros y exportando más del 80% de su fabricación a todos los lugares del mundo.

Como indicaba al principio, es la historia de una innovación evolutiva a lo largo de los últimos 80 años.

Tomás Ariznavarreta Ruiz es ingeniero industrial, ex consejero delegado de ARISA, S.A., y ex profesor de la Escuela de Ingenieros de Logroño.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de A Coruña

Tribuna

El valor de la actividad forense del siglo XXI

Emilio Blanco Rodríguez

Utilidad de una profesión

A estas alturas del siglo XXI y a punto de cumplirse los 170 años desde la creación de la profesión de ingeniero técnico industrial, resulta obvio y repetitivo poner de manifiesto la utilidad e incidencia importante que ha supuesto en el desarrollo experimentado por España, en todas esas décadas y en medio de circunstancias históricas diversas.

Por lo demás, también es incuestionable que la acción del ingeniero técnico industrial se vincula a todas aquellos contextos que en el día a día proporcionan seguridad y calidad de vida, pudiéndosele atribuir sin rubor y sin error que es la profesión más cercana al ciudadano.

Con independencia de las sucesivas modificaciones de los planes de estudio por parte del sistema universitario que, obligadamente, han debido ir digiriendo las necesidades emergentes; si hay un hito importante que se debe poner de relieve y que prestó un importantísimo impulso a la profesión, colocándola en el lugar acertado y definiendo con contundencia sus atribuciones profesionales, fue la promulgación de la Ley 12/1986 de 1 de abril. En ella, se vio materializada su habilitación legal, concibiéndose el campo de sus facultades dentro de la rama industrial de la ingeniería, asignándole la cobertura y soporte de los requerimientos de La Ley de Industria, principalmente, la de Ordenación de la Edificación también y, con su desarrollo legislativo, de todo el corolario de Reglamentaciones y Normativas que de ellas penden.

Los datos nos dan la razón y el ingeniero técnico industrial, en la actualidad, no solamente ocupa puestos clave y de todo rango en la correcta gestión del entramado industrial y productivo sino que, igualmente y de forma importante, participa en la implantación, gestión y vida útil de todas las instalaciones tecnológicas que garantizan la ininterrupción de nuestra vida diaria.

Ello se traduce en que los ingenieros técnicos industriales sean demandados por empresarios pragmáticos, en la consciencia de que un profesional con tal capacitación y que dispone de plenitud de atribuciones profesionales resuelve a satisfacción los requerimientos y exigencias derivados de las sucesivas incidencias que genera toda actividad económica industrial, comercial o de servicios. En esta altura, incluso, en muchos casos se produce la imposibilidad de atender con suficiencia las demandas de los empleadores.

La sabiduría pericial

Aun así, entendemos que el ámbito donde todo profesional dispone de la oportunidad de hacer alarde de sus conocimientos, habilidades y experiencia es en la actividad forense, es decir, aquella que se desarrolla en el ámbito de la Administración de Justicia o en lo que con ella se relacione, mediante apoyo documental a los funcionarios judiciales. Ahí los ingenieros técnicos industriales, por tradición y por valía saben ser protagonistas. La propia Ley de Atribuciones, antes citada, dedica el apartado c) de su artículo segundo a atribuirle facultades para "la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos", cuestiones netamente unidas a la ingeniería.

La necesidad de actuar

Es notorio que el actual funcionamiento de sistema judicial y su acción constituyen un elemento que todas las encuestas y consultas colocan en lugares preferentes dentro de las preocupaciones de la ciudadanía. Y tampoco hace falta recordar las notables carencias de medios humanos y materiales de las que adolece el sistema pese a las significativas cantidades económicas que los sucesivos

gobiernos dedican en sus presupuestos para tratar de paliar tales deficiencias y carencias.

Porque, probablemente, sea la propia concepción del sistema la que, en sí misma, nos diga que se trata de un saco sin fondo que es difícil de colmar y que los gobiernos se ven incapaces de frenar, pese a la construcción de más edificios judiciales, a la creación de juzgados de nueva planta y a las hornadas de jueces que se van incorporando a su función pública.

Y en esa tesitura, es necesario poner de manifiesto que el entramado judicial se nutre de muchos otros agentes que de modo importante suman sus tareas, y aportan sus esfuerzos para la culminación de los procesos contenciosos y que, inexcusablemente, se ven implicados y arrastrados por los vicios y carencias que acumula la gestión de la justicia en España. Aquí, de nuevo indiscutiblemente, aparece la vertiente forense del ingeniero técnico industrial.

La cordura y el sentido común aconsejan que hay que actuar ya sin dilación y, huyendo de experimentos, comenzar a generar y poner en práctica con la máxima energía proyectos y planes serios y rigurosos para la efectiva modernización de la justicia española. Ello es posible poniéndole empeño. Da envidia comprobar como la gestión fiscal y tributaria ha alcanzado altas cotas de excelencia, permitiendo que sea ágil, eficaz y rápida. Hoy en día los ciudadanos disfrutamos de aplicaciones útiles y de fácil comprensión y uso, que nos facilitan extraordinariamente la tramitación y pago de impuestos, cargas, tasas, etc.

¿Por qué no ocurre eso en el ámbito judicial? ¿Acaso tiene que ser más dificultosa la tarea de ordenar y agilizar la gestión de los medios y recursos que manejan las dependencias judiciales? Entendemos que no. Imperiosamente, hay que ponerse a la tarea más pronto que tarde.

Aportando soluciones

Desde su posición de históricos aliados en la prestación de justicia como expertos periciales, estamos convencidos que los ingenieros técnicos industriales tienen mucho que decir y mucho que aportar en esa tarea de cambio hacia la eficacia. Su visión práctica y los conocimientos que obligadamente se ven abocados a disponer para llevar adelante un alto porcentaje de sus intervenciones profesionales, han originado que su presencia en los juzgados haya ido ganando cuota de participación en la labor forense. Porque crece la frecuencia en que se requiere la participación de ingenieros técnicos industriales en el ámbito judicial y, de hecho, se sitúan en lugares destacados en el plantel de profesiones intervinientes en la actividad judicial. Pero, sin duda, se puede hacer mucho más. La experiencia coruñesa, consistente en la valiosa tarea que se desarrolló en tiempo pasado en el ámbito del arbitraje en colaboración con el Instituto Galego de Consumo, avala la intención de crecer.

Habría que favorecer al máximo las incorporaciones al Registro de Mediadores-RIM existentes en la Inmein para cumplir la Ley 5/2012

Todo ese bagaje de activos en la mochila de los ingenieros técnicos industriales, con total certeza, evidencia que se hallan en disposición de realizar aportaciones de calado que, bien dimensionadas, ayudarían en la imprescindible labor conjunta, que incumbe a todos los estamentos y agentes implicados, para la puesta al día del sistema judicial. Nos referimos, en concreto, al juego y protagonismo que pueden proporcionar en el entorno de la mediación. Por mera necesidad.

La mediación es un sistema de resolución de conflictos, tanto intrajudiciales, derivados o provenientes de un procedimiento judicial, por haber decidido las partes acudir a él como medio alternativo de resolver el conflicto, como extrajudiciales, porque las partes deciden libre y voluntariamente acudir a él para resolver sus diferencias o divergencias. El 'acuerdo de mediación' al que lleguen las partes, en el caso intrajudicial, finaliza al procedimiento, incorporándose a él; en el caso extrajudicial se puede elevar a escritura pública, con idéntico valor y consecuencias jurídicas plenas.

Un necesario ajuste de legalidad y normativa concedería plenitud a los objetivos que persigue la legislación de la actividad mediadora. Bastaría con que los jueces dispusieran de la potestad de derivar, de oficio, demandas de dimensiones menores hacia la función mediadora, para que la actual congestión de los juzgados se viera sensiblemente mermada. Y también agregaría beneficios de tiempo y de resultados a la resolución de conflictos de la vida cotidiana, tan ligados a los conocimientos de los ingenieros técnicos industriales.

La existencia de "Inmein-Cogiti-Institución de Mediación" que, con carácter pionero, se creó a comienzos de 2013 con la intención de acoger a ingenieros técnicos industriales capacitados para ejercer la mediación; y constituye un extraordinario activo por disponer de profesionales con conocimientos y experiencia suficientes, y con capacidades y habilidad negociadora para hacerse cargo de las reclamaciones que la judicatura estimara oportuno asignarles, en su marco natural para desenvolver su tarea entre partes en conflicto. Inmein es un extraordinario instrumento que, poniéndolo a plena capacidad, proporcionaría extraordinarios frutos.

En paralelo, habría que favorecer al máximo las incorporaciones al Registro de Mediadores–RIM existente en la Inmein, para cumplir los mandatos de la Ley 5/2012, reduciendo las exigencias para la incorporación de ingenieros técnicos industriales como mediadores, y poniendo énfasis en la posesión de conocimientos genéricos y específicos, en evidencias de su carácter negociador, sabiduría y capacidad de mediación.

Y como soporte, nos respalda la existencia del convenio de colaboración firmado en enero de 2016 entre el Consejo General del Poder Judicial y el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial. Poniendo en valor sus contenidos, revitalizándolos o renovándolos, permitirá viabilizar los desafíos planteados con seguridad y firmeza.

Existe escenario, guion y actores. El reto radica en que el director dé la orden de encender los focos y poner en marcha la función con el máximo entusiasmo y la participación de todos para conseguir el aplauso entre acto y acto.

Porque, dicho con la máxima seriedad y el debido rigor, no olvidemos que el espectáculo siempre tiene que continuar en las mejores condiciones, como la vida misma, para que al final, alcancemos el éxito con el aplauso final hacia el trabajo bien hecho.

Emilio Blanco Rodríguez es el coordinador general de COETICOR® (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de A Coruña).

Norma UNE 197001:2019

Criterios generales para la elaboración de informes periciales
Elaborada por el Comité Técnico de Normalización CTN 197 Informes periciales

Luis Francisco Pascual Piñeiro

El pasado 29 de julio de 2019 se publicó la revisión de la Norma UNE. Una revisión que ha sido llevada a cabo por los miembros integrantes del Grupo de Trabajo CTN 197/**GT 1**, de Revisión de la Norma de la Asociación Española de Normalización (UNE). La norma se ha revisado en ocho reuniones celebradas entre el 9 de marzo 2018 y el 10 de abril 2019, en que finalizó la revisión.

La revisión de las normas, mejor dicho la posibilidad de revisión de una norma, se produce por el transcurso de al menos 5 años desde su publicación, en cuyo momento el Comité Técnico que la elaboró deberá estudiar y proponer, en su caso, la conveniencia de su revisión por motivos de actualidad, interés, etc.

En el CTN 197 se consideró necesario crear un Grupo de Trabajo, dentro del Comité, que estudiase la conveniencia e interés de la revisión de las normas, en el que se inscribieron y participaron aquellos miembros del Comité interesados en la revisión de la Norma.

Haciendo historia de la norma que nos ocupa, debemos remontarnos al principio, al origen del Comité CTN 197, cómo y por qué se constituye; siendo una propuesta del CETIB, Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona, quien sugirió en 2007 al organismo español de normalización la conveniente necesidad de elaborar una norma base sobre criterios de informes periciales.

Propuesta que tiene su consecución en el informe de creación del CTN 197. Tras la obtención del informe favorable, se presenta un borrador de norma como proyecto PNE 197xxx en enero 2008, que se documenta para pedir la autorización correspondiente antes de poner en marcha el Comité.

Y, por Resolución de 9 de junio de 2008, la Dirección General de Industria resuelve autorizar la Asociación para asumir funciones de normalización en el ámbito de los informes de actuaciones periciales (10483, B.O.E. núm. 148, del jueves 19 junio 2008). La primera reunión de constitución del Comité para el 27 fue en abril de 2009. Dicha reunión constitutiva del CTN 197 Informes de actuaciones periciales, tiene lugar en el Consejo General de Ingenieros Técnicos Industriales, por el muy considerable número de representantes inscritos.

> El informe pericial debe tener una estructura básica que contenga un título claro, y una declaración de tachas o imparcialidad del perito

> Es una norma que aglutina de forma esquemática todo lo que es preciso reflejar en el informe pericial,y que se pide en instancias judiciales

En la constitución formal de este Comité CTN 197, se propone a presidente, siendo aceptado por unanimidad, al Excelentísimo Sr. D. *Jordi Pedret*, abogado y entonces diputado del Congreso; desempeñando la Secretaría del Comité el COGITI, miembro corporativo de la Asociación, quien delega esta tarea en el CETIB en la persona de D. *Francesc Amer*. En esta reunión constitutiva, además de acordar los nombramientos del presidente y secretario del Comité, se tomó el acuerdo de crear un grupo editor para la recopilación y análisis de las propuestas de modificación del borrador, presentadas por los vocales del Comité.

Dicho lo anterior como preámbulo, debe justificarse la necesidad indicando los requisitos que la estructura debe tener, ámbito de aplicación, contenido mínimo, términos y definiciones, cualificación profesional, datos de partida, etc.

Los informes, especifica la Norma UNE-EN 16775, deben cumplir unos requisitos generales: no aceptar encargos fuera del área de conocimiento, redacción clara y concisa (sin ambigüedades ni tachaduras), fácil comprensión, relato cronológico de acciones, normas utilizadas, y que el informe no puede alterarse bajo ningún concepto.

El informe pericial debe tener una estructura básica que contenga título claro, identificación inequívoca única, paginación, número de página y totales; declaración de tachas o imparcialidad del perito; requisito de veracidad, manifestando decir verdad y ser objetivo; índice general; cuerpo del informe, y finalmente, los anejos al informe.

Sobre la identificación única e inequívoca del informe, la norma aclara que deberá contener al inicio lo siguiente: título, código y referencia; Organismo al que se dirige y expediente; datos del perito, titulación, etc.; certificados de cualificación si tuviere, documento identidad, domicilio, correo electrónico, fax, teléfono, etc., y el solicitante del informe. Y, al final, el informe debe contener la firma del perito autor, la fecha de emisión, y, si procede, el sistema que asegura su integridad.

Referente al cuerpo del informe pericial, parte básica principal del informe pericial, sustentadora de él, contendrá la estructura mínima de contenido especificada en la norma. En el desarrollo del estudio, la norma especifica los contenidos.

En resumen, es una Norma sencilla de muy fácil aplicación y utilización, que aglutina de forma esquemática todo lo preciso reflejar en el informe pericial que, en muchos casos, se pide en instancias judiciales, por lo cual es recomendable y necesario señalar en el informe que se sigue la Norma UNE 197001:2019.

El enlace para acceder al extracto de la Norma UNE 197001:2019 es

https://www.une.org/encuentra-tu-norma/

Luis Francisco Pascual Piñeiro es secretario del Comité CTN 197/GT1.

Welcome to standardization

Francesc Amer Novau

Permitidme que titule este informe en inglés, cosa que me permite ligarlo con mi informe publicado en el número 321 de diciembre de 2018 de esta revista, en el que recordaba que la primera norma fue desarrollada por John I Plantagenet de Inglaterra apodado Lackland, hijo de Henry II Plantagenet, primer rey normando de Inglaterra, y hermano de Ricardo I, apodado Lion Heart, que en 1215 instituyó un sistema de pesas y medidas que unificaba las diferentes unidades utilizadas en su reino.

Una norma, tal como recoge el artículo 8 de la Ley 21/1992, es un documento de aplicación voluntaria que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico. Es fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad objeto de la misma, y deben ser aprobadas por un organismo de normalización reconocido.

Según ISO (International Organization for Standardization), la normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, de apoyo a la legislación, o económico.

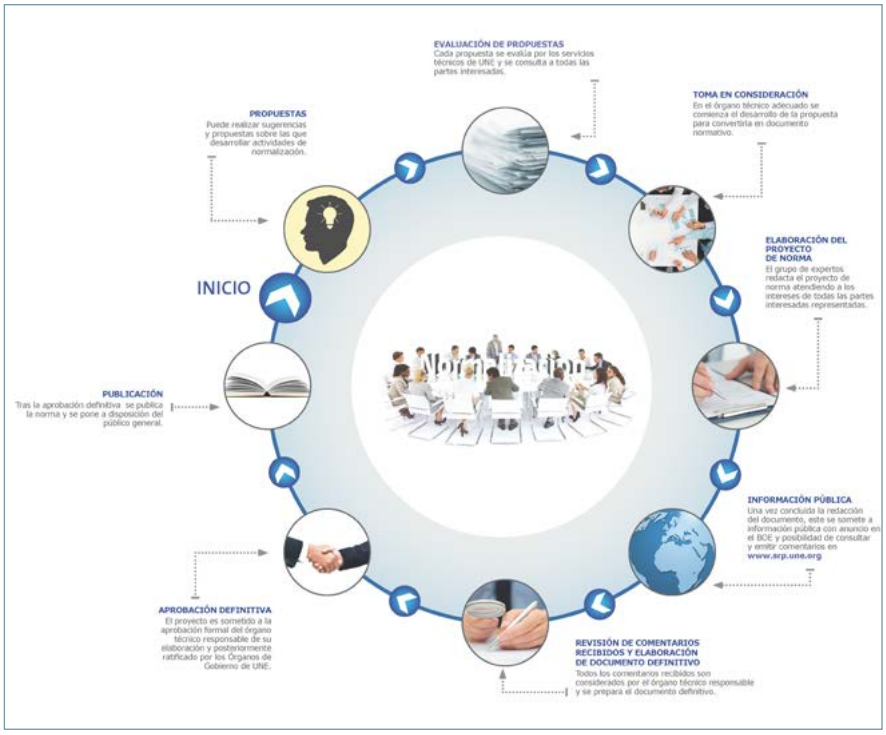
Contribuye a hacer frente a los retos de las organizaciones en aspectos tales como:

1. Exportación a nuevos mercados.
2. Innovación y digitalización.
3. Formación y educación.
4. Desarrollo de la responsabilidad social de la empresa.

Todo ello para contribuir a la mejora social, económica y ambiental de la sociedad en su conjunto.

El Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MINCOTUR) ha designado ante la Comisión Europea, como único Organismo de Normalización en España, a la Asociación Española de Normalización (UNE).

UNE lleva la voz de los expertos de las empresas españolas a los foros mundiales, en los que se elaboran normas clave para su competitividad y forma parte del:



Fuente: UNE.

- Comité Europeo de Normalización (CEN).
- Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC).
- Instituto Europeo de Normas y Telecomunicaciones (ETSI).
- Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT).
- Comisión Internacional de Normalización (ISO).
- Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

En el volumen segundo, capítulo 51 de la novela Don Quijote de la Mancha, entre los diversos párrafos de la *Carta de Don Quijote de la Mancha a Sancho Panza, Gobernador de la Ínsula Barataria* escribe: "No hagas muchas pragmáticas, y si las hicieres, procura que sean buenas, y sobre todo que se guarden y cumplan…".

Por ello, las normas las elaboran los Comités Técnicos de Normalización (CTN), que son gestionados por los servicios técnicos de UNE, y el desempeño de la secretaría lo ejerce, generalmente, una asociación, colegio profesional o federación empresarial. Su composición ha de representar un equilibrio de la cadena de valor del producto o servicio normalizado.

> Las normas las elaboran los Comités Técnicos de Normalización, que son gestionados por los servicios técnicos de UNE

Cada uno de los CTN tienen un campo de actividad aprobado y definido para desarrollar su actividad. La participación en los CTN se articula mediante vocalías, siendo el secretario el nexo de contacto para el día a día de los trabajos y cuenta con el respaldo del personal de UNE.

En la imagen, se muestra el proceso para la elaboración de una norma.

Francesc Amer Novau. Perito Industrial Mecánico (1965). Ingeniero Técnico Industrial (2006). Presidente del CTN 197 Informes Periciales.

Toda una vida en Suiza: mis retos desde el 64

En plena década de los años 60, eran muchos los españoles que decidieron hacer su maleta y emprender viaje a países como Suiza, Francia, Alemania, Reino Unido, Bélgica y Holanda, para iniciar allí una nueva vida. Entre ellos, también había ingenieros, que gozaban de buena reputación en Europa. José María Boada, perito industrial por la Escuela Técnica de Peritos Industriales de Valencia, fue uno de ellos, y desarrolló su carrera profesional en Suiza. En el siguiente artículo rememora sus vivencias y experiencias sobre esta exitosa etapa de su vida

José María Boada

En verano de 1965 estuve cumpliendo las prácticas de las milicias universitarias en Bétera (Valencia). Fue en agosto de ese año cuando un encuentro fortuito con un primo mío cambió mis planes profesionales que, reconozco, no eran muchos.

Mi primo vivía en Friburgo (Suiza) y realizaba estudios en la universidad de esa ciudad. Me dijo que tenía la posibilidad de encontrarme un trabajo, puesto que Suiza "buscaba mucho ingeniero". El resultado fue que al cabo de 3 o 4 semanas tenía un contrato de trabajo de la Brasserie du Cardinal SA (fábrica de cervezas), que tuve que presentar en la oficina de emigración para su control, validación y firma.

El tres de febrero de 1966 viajé a Suiza donde me encontré, como esperaba, con un país más avanzado que España. Hacía frío, mucho frío. Comencé el trabajo el 5 de febrero con temperaturas de 5 a 10 grados bajo cero. Además, mis conocimientos escolares de francés resultaban bastante vanos. En realidad, sólo la gramática me parecía amena.

Debido a la falta de dominio del idioma francés, convenimos que trabajaría por las mañanas con el equipo de electricistas, y por las tardes en la oficina. Ahí hice el primer descubrimiento del pragmatismo suizo y mi poder de amoldarme a una vida que me permitió bajar del pedestal de los estudios. Eso duró dos meses, durante los cuales trabajé muy duro, y además aprendiendo la preciosa y culta lengua francesa. En Friburgo se hablaba dos tercios en francés; el resto en dialecto suizo alemán.

Durante dos años hice prueba de mucha capacidad de trabajo, ayudado por la buena reputación que teníamos los ingenieros españoles. Al cabo de ese periodo, el destino quiso que mi jefe fuera contratado por Sulzer Internacional y, en consecuencia, su autorización federal de proyectar instalaciones eléctricas de manera ilimitada estaba caducada, y yo me presenté para reemplazarlo. Tuve que presentar a la autoridad federal mi diploma de ingeniero y el programa seguido durante los cuatro años de estudios. Obtuve la autorización, papel muy valioso en Suiza. Cada año tenía la visita durante tres días de un inspector oficial de instalaciones eléctricas que revisaba las instalaciones.

En ese primer empleo me formé profesionalmente puesto que tocaba instalaciones muy diversas como frío industrial (amoniaco y glicol), calderas de vapor, fabricación de la cerveza automatizadas y cinco líneas de embotellado con rendimientos cada una de hasta 64.000 botellas por hora, con unos 1.300 motores trifásicos en total, en toda la fábrica (desde 1.5 kW hasta 350 kW).

En esa fábrica tuve la oportunidad de participar en el desarrollo de una producción de cerveza sin alcohol, que tuvo un gran éxito puesto que era la única que partía de una cerveza especial a la cual le eliminamos el alcohol por medio de una torre de inversión de fluido. Durante años produjimos varios centenares de miles de hectolitros al año, con destino a Arabia Saudita, Canadá y Suiza.

En la fábrica de Friburgo poseíamos dos centros de transformación 17kV/380V, con una potencia de 1.500 kVA cada uno, alimentados por dos líneas diferentes. Los dos centros dependían del suministrador de energía. Conseguí que me permitieran realizar las conmutaciones de 17kV en el caso de que una de las líneas faltara, lo que permitió que algunos cortes de electricidad fueran de corta duración.

Desde 1970 hasta 1977 fui nombrado secretario general de la Sociedad Suiza de Ingenieros del Canton de Friburgo. Lo que hizo que me relacionara con muchos ingenieros. El comité se reunía una vez al mes como mínimo.

Trabajé en Friburgo de 1966 a 1979. En el año 74-75 participé en la construcción de una fábrica de cervezas en Dakar (Senegal). Cada mes residía una semana en Dakar y eso durante unos quince meses. Aparte de ocuparme de todo lo que era eléctrico, me encargaron contratar todo el equipo técnico africano. Con antelación a mi llegada a Dakar, yo ya había formado durante seis meses a quien sería el futuro responsable técnico, que por supuesto era senegalés. Fue un trabajo muy interesante y tuve que tratar con empresas francesas que tenían sucursales muy dinámicas en Dakar.

En 1978, recibimos 6 personas dirigentes de Guinea Conakry, con el objetivo de formarlos para la nueva fábrica de cervezas que estaba en construcción en su país. Durante seis meses, estuve con ellos todos los días para llevar a cabo esa formación.

En ese momento yo ya estaba pensando salir de la empresa para cambiar de aires y ver otra manera de trabajar. En 1979, firmé un contrato, en Ginebra, con la Société Coopérative MIGROS Genève para trabajar como responsable de la electricidad de los depósitos de logística y de los 40 supermercados que poseía la empresa. Antes de comenzar en Ginebra, la empresa de Friburgo recibió una carta del Gobierno de Guinea Conakry en la que pedía una persona para responsabilizarse de la puesta en marcha de la cervecería en construcción, durante un año. En la carta señalaron que me habían elegido debido a que las seis personas formadas por mí deseaban que fuera yo quien realizara ese trabajo. No obstante, rechacé la invitación, puesto que ya había firmado el trabajo de Ginebra.

Mi trabajo en Ginebra era menos técnico que el de Friburgo, pero me permitió completar mi formación en el ámbito

de control de presupuestos y adjudicaciones a muchas empresas. Entre los trabajos más importantes que llevé a cabo, destacan dos de ellos, en los que tuve que gestionar presupuestos de toda la electricidad por unos cinco millones de francos suizos cada uno.

En 2004 me jubilé, a los sesenta años. En el terreno privado, contraje matrimonio con una mujer suiza en 1969, con la que tuve un hijo que estuvo en Roma durante cuatro años como guardia pontificio del Papa. Mi hijo vive y trabaja en Ginebra.

En segundas nupcias, contraje matrimonio en 1986 con mi esposa actual. Hemos tenido tres hijas. Los cinco (matrimonio e hijas) obtuvimos la nacionalidad suiza en 1995.

Si hago un balance de mi decisión de venir a Suiza para trabajar, debo reconocer que fue un acierto. A pesar de que al principio no lo pasé muy bien por cuestiones de idioma, costumbres, clima, etc., todo ello me permitió forjarme un "hombre de voluntad" y trabajador. Hay que pensar que actualmente Suiza cuenta con un 25% de población residente extranjera (indico que yo, por ejemplo, no entro en esa estadística). No conozco otro país, al menos en Europa, que tenga tantos extranjeros. En Ginebra, además de esos extranjeros que residen, tenemos 90.000 trabajadores franceses de todo tipo, que atraviesan la frontera todos los días para trabajar en este Canton que posee, en total, una población de 500.000 personas. Por supuesto, también hay problemas de convivencia, pero esos problemas se resuelven en Suiza con voluntad y tolerancia. Suiza tiene en política un gran poder de consenso, y las alianzas nunca dan miedo ni rechazo. Quisiera que nuestro querido país de origen pueda llegar un día a ese nivel de respeto mutuo.

José María Boada (segundo por la izquierda), junto a sus compañeros de estudios de la Escuela Técnica de Peritos Industriales de Valencia (promoción PN 1964).

José María Boada es perito Industrial por la Escuela Técnica de Peritos Industriales de Valencia (promoción PN 1964), y miembro de Swiss Engineering UTS. Association professionelle des ingénieurs et architectes.

Sabadell
Professional

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

PROpulsar:

Ponemos a tu disposición una póliza de crédito con ventajas exclusivas.

Una manera de propulsar tus iniciativas es ofrecerte una póliza de crédito profesional con ventajas exclusivas, para mantener tu tesorería personal equilibrada a lo largo de todo el año y pagar los intereses solo cuando la utilizas.

Si eres miembro del **COGITI- Consejo General Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos Industriales de España** y buscas promover tu trabajo, proteger tus intereses o tus valores profesionales, con **Banco Sabadell** puedes. Te beneficiarás de las soluciones financieras de un banco que trabaja en PRO de los profesionales.

Llámanos al 900 500 170, identifícate como miembro de tu colectivo, organicemos una reunión y empecemos a trabajar.

sabadellprofessional.com

Banco de Sabadell, S.A., Avda. Óscar Esplá, 37, 03007 Alicante, Inscrito en el Registro Mercantil de Alicante, tomo 4070, folio 1, hoja A-156980. NIF A08000143. Condiciones revisables en función de la evolución del mercado. Serán de aplicación las que estén en vigor en el banco en el momento de la formalización. Documento publicitario. Fecha de emisión: Noviembre 2019

Un ingeniero español en la corte del Zar

Agustín de Betancourt y Molina, nacido en el Puerto de la Cruz (Tenerife) en 1758, está considerado como uno de los ingenieros más prestigiosos de Europa. Su prolífico trabajo varió desde las máquinas de vapor y los globos aerostáticos hasta la ingeniería estructural y el planeamiento urbanístico

Rosa Lerma y Laura Álvaro

En la era del *Internet of Things* (Internet de las cosas) cuesta imaginar un mundo en el que las máquinas, sean del tipo que sean, no nos acompañen en nuestro día a día. Se calcula que todo ser humano está rodeado por, al menos, un total de 1000 objetos que necesitaron de un mínimo de tecnología para su creación y posterior mejora. Así lo asegura Jean-Baptiste Waldner, ingeniero francés conocido por sus atribuciones en el campo de la nanotecnología y autor del libro *"Nano-informatique et intelligence ambiante: inventer l'ordinateur du XXIe siècle"*.

La Cuarta Revolución Industrial, concepto creado por el Fundador del Foro Económico Mundial, Klaus Schwab, se ha convertido en un hecho. La introducción de la inteligencia artificial en los procesos productivos se está acelerando, haciendo que nazcan, así, opiniones divergentes sobre el impacto que conllevará para nuestra economía y mercado laboral. Pero esto no es algo nuevo, ya que todo cambio social o industrial siempre ha ido acompañado de críticas y elogios.

Sin embargo, si tuviésemos que marcar el inicio desde el cual se han trazado las diferentes Revoluciones Industriales, lo haríamos en la transición del siglo XVIII al XIX, tiempo en el que el hombre abrió su mente a las máquinas. Un reducido grupo de científicos e inventores ideaban y construían los ingenios que moverían el mundo. Agustín de Betancourt y Molina (1758-1824) fue uno de ellos. Científico, inventor, ensayista e Ingeniero Civil y militar nacido en el Puerto de la Cruz (Tenerife) creó máquinas, viajó por los países más avanzados para importar su recién nacida tecnología y terminó sus días en Rusia tras muchos años en los que trabajó para el zar.

Criado en el seno de una familia acomodada, Betancourt mostró desde bien joven su interés por la mecánica influido por su temprano contacto con la Real Sociedad Económica de Amigos del País de La Laguna y su noble educación.

Agustín de Betancourt durante su época en Rusia, hacia 1810. Fuente: Museo Virtual de la OEPM.

Con tan solo 20 años y tras alcanzar el grado de Teniente del regimiento de milicias provinciales, se trasladó a Madrid. Allí continuó con su educación, tanto científica como artística, en los Reales Estudios de San Isidro y en la Academia de Bellas Artes de San Fernando, respectivamente.

Pronto comenzó a destacar en el campo de la ingeniería y el Conde de Floridablanca dio cuenta de ello, por lo cual comenzó a confiar en él para tareas profesionales de gran importancia. "Las Memorias de las Reales Minas de Almadén" (1783), elaboradas tras su visita a dichas minas, son prueba de ello. En este texto Betancourt analiza la maquinaria utilizada para la extracción de mercurio, material imprescindible para la posterior obtención de oro y plata en América mediante procedimientos de amalgamación en frío. Por la calidad de su contenido y dibujos que en ellas aparecen, estas obras están consideradas una de las principales fuentes para el conocimiento de la tecnología minera de aquel momento.

Su don de gentes e inteligencia le ayudaron a conseguir la amistad de grandes científicos e ingenieros de la época, pero de poco le sirvieron en su viaje a Inglaterra en 1788, donde al parecer realizó labores de espionaje industrial al servicio de España. Betancourt visitó en Birmingham, capital de la Revolución Industrial, a los inventores James Watt y Matthew Boulton en busca de respuestas sobre las nuevas máquinas de vapor. Sin obtenerlas, viajó a Londres, donde tuvo la suerte de observar, desde el exterior, una de estas nuevas máquinas en funcionamiento en los Albion Mills, molinos harineros a vapor situados en el lado sureste del Puente Blackfriars, al norte de la ciudad. Allí se percató de que que el pistón trabajaba en ambos sentidos, como delataba la ausencia de las cadenas de transmisión que unen el pistón con el balancín.

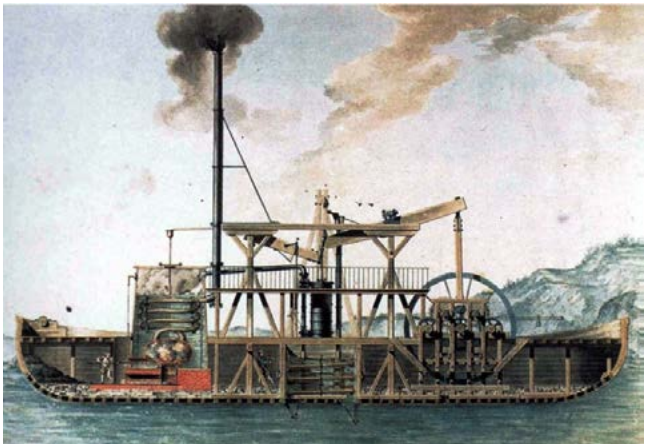
A su vuelta a París, ciudad a la que se trasladó para perfeccionar sus estudios, redactó su famosa *"Memoire sur une machine à vapeur à double effet"*, texto que presentó en la École des Ponts et Chaussées y en la Académie Royale des Sciences revelando, por primera vez en Europa, el secreto de esta nueva fuente de energía.

En un intento de expansión de los conocimientos en ingeniería del momento nació, tras aprobación del Conde de Floridablanca, el Gabinete de Máquinas de Madrid. Con 210 modelos o maquetas, 359 planos y 99 memorias elaboradas tanto por Betancourt como por sus colaboradores, el Gabinete fue posteriormente incorporado a la Escuela de Caminos y Canales, que se encontraba en El Retiro de Madrid.

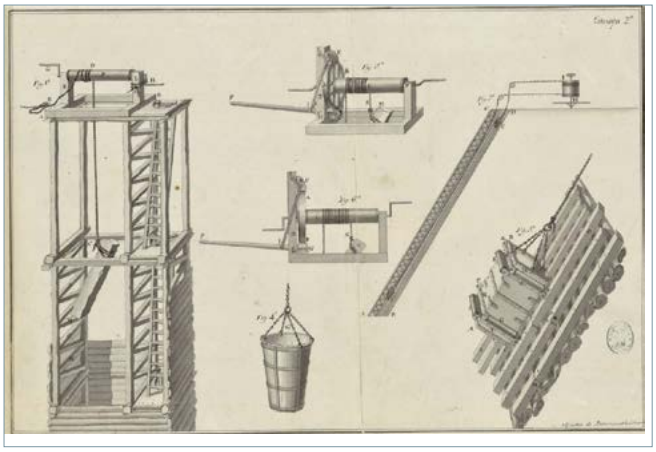
Telégrafo óptico

Tras su estancia de tres años en Inglaterra elaborando proyectos y estudios sobre excavadoras, dragas y transmisiones para molinos de viento, en 1796 regresó a París, donde comenzó sus estudios en telegrafía óptica de Claude Chappe, así como sus posteriores trabajos sobre la materia.

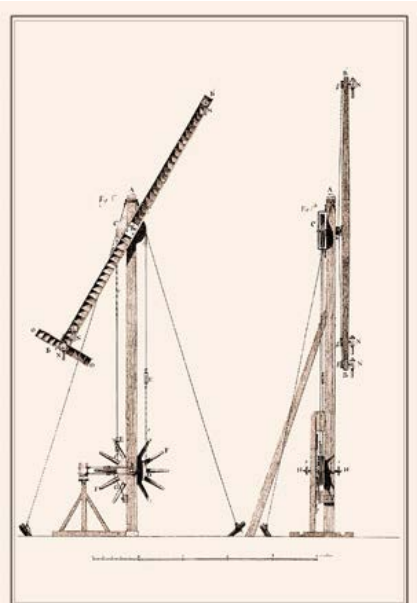
Junto a Abraham Louis Breguet diseñó un sistema de telegrafía óptica



Draga mecánica a vapor para el puerto de Krondstadt. Fuente: Museo Virtual de la OEPM.



Memorias de las Reales Minas de Almadén (1783). Fuente: Museo Virtual de la OEPM.



Proyecto del telégrafo óptico (1797). Fuente: Museo Virtual de la OEPM.

con un sistema que superaba en velocidad y facilidad de lectura y manejo la de Chappe. El funcionamiento de dicho telégrafo consistía en una aguja que se movía como un reloj, deteniéndose en 36 posiciones distintas, de forma que cada 10 grados se representaba una letra o un número. Mediante un sistema mecánico de sincronización se transmitía entre estaciones. El invento se denominó telégrafo de aguja. En 1797 Betancourt y Breguet diseñaron una variante, el telégrafo en T, que consistía en sustituir la flecha de la aguja por un brazo en forma de 'T' a fin de reducir las posibilidades de ambigüedad.

Fruto de estas investigaciones, Breguet y Betancourt presentaron al directorio de la República la *"Mémoire sur un nouveau Télégraphe et quelques idées sur la Langue Télégraphique"*. La Academia de las Ciencias francesa y su comité de expertos serían los encargados de elogiar y reivindicar las claras ventajas de este telégrafo frente al de Chappe. Tan solo un año después, el gobierno español decidió instalar dicho sistema entre Madrid y Cádiz, para lo que encargaron a Betancourt la dirección del proyecto.

También supo aprovechar el momento tras la rotura de la presa de Puentes (1802) que provocó cientos de víctimas mortales, tras la cual creó un nuevo centro de formación especializada en ingeniería civil. Llamado inicialmente Estudios de la Inspección General de Caminos y Canales y, posteriormente y por decisión de Betancourt, Escuela de Caminos y Canales. Él sería el encargado de elegir al profesorado y los planes de estudio.

El proyecto de regulación de las aguas del río Genil a su paso por Granada sería el detonante de su mala relación con Manuel Godoy. Para el Primer Ministro de Carlos IV, que solo buscaba evitar las continuas inundaciones de su finca, no era viable una solución a largo plazo como la que propuso Betancourt, la cual pasaba por prohibir los cultivos en el curso alto del Genil (para evitar deforestaciones que agravaran la erosión del terreno, entre otras medidas).

Estancia en Rusia

Este hecho, unido al devenir de los acontecimientos políticos de la época en el ámbito internacional, hicieron que el ingeniero tomara la decisión de abandonar España. Entre 1806 y 1807 liquidó sus bienes y se trasladó, junto a toda su familia, a París, ciudad puente desde la que se trasladarían definitivamente a San Petersburgo.

El zar Alejandro I supo ver también el notable potencial de Betancourt y le ofreció entrar a su servicio como ingeniero, puesto que aceptó meses después de su llegada. Una de las primeras labores que le encomendaron fue la modernización de la fábrica de cañones de Tula, de vital importancia para la industria militar rusa. Gracias a sus profundos y avanzados conocimientos en el campo de las máquinas de vapor de doble efecto, Agustín propuso la sustitución de las ruedas hidráulicas por potentes máquinas de vapor, capaces de accionar con facilidad las barrenas que taladraban los cañones de hierro fundidos en sólido.

El reconocimiento por parte del zar no tardaría en llegar y sería ascendido, en 1809, a Teniente General del Ejército ruso y designado Inspector del nuevo Instituto del Cuerpo de Vías de Comunicación, institución que se podría equiparar al Ministerio de Fomento y que él mismo creó y desarrolló.

Agustín de Betancourt dedicó 16 años de su vida a la investigación y mejora tanto la industria rusa como de la mismísima ciudad de San Petersburgo. Dentro de todas sus aportaciones destacan la fábrica de papel moneda y la máquina de dragar el puerto de Kronstadt, entre muchas otras.

En 1822, Betancourt pierde la confianza del Zar y su influencia en la Corte, y le es retirada la dirección del Instituto de Vías de Comunicación. Tras la muerte de su hija y por problemas de salud, en 1824 se reúne de nuevo con el zar Alejandro I, a quien le solicita que le sea

concedida la jubilación y dimite de todos sus cargos. Falleció meses después (14 de julio) a la edad de 66 años.

El ingeniero del Zar

El zar, con la mirada puesta en occidente, llevaba como bandera la modernización a cualquier precio en su política interior y exterior. En este contexto, aparece en escena Agustín de Betancourt y Molina, cuyos profundos conocimientos sobre mecánica, ingeniería civil e hidráulica le permitieron ser el creador del nuevo diseño urbanístico de la ciudad de San Petersburgo.

Muestra de su gran labor en la ciudad fue el puente proyectado y creado por el ingeniero sobre el Pequeño Nevka, denominado Kamennoostrovskii. Constaba de siete arcos rebajados, pero era necesario desmontarlo al llegar el otoño, antes de que las grandes heladas pudiesen deteriorarlo, y volver a montarlo cuando el río estuviese completamente helado, proceso que se repetía en primavera. Años después solució dichos problemas con la construcción de un nuevo puente flotante rígido sobre el Gran Nevka, mucho más funcional y fácil de maniobrar.

Quienes paseen por delante de la catedral de San Isaac estarán delante de una de las mayores construcciones llevadas a cabo por el ingeniero en colaboración con el arquitecto francés Auguste de Montferrand. El ingeniero español, además de realizar las cimentaciones mediante pilotaje, diseñó los andamiajes y las grúas que fueron necesarias para la construcción del edificio.

Pero quizá su aportación más curiosa fue la realizada en la creación de una nueva fábrica de papel moneda, en un intento de luchar contra el hundimiento del rublo. ¿La causa? La calidad de sus billetes era muy baja, hecho que aprovecharon los franceses durante la ocupación de Moscú instalando una imprenta especializada en la falsificación de su moneda.

Betancourt no solo se encargó del diseño del nuevo rublo y de la maquinaría necesaria para ello, sino que también proyectó el elegante edificio neoclásico a orillas del canal Fontanka donde se fabricaría la nueva moneda. En tan solo tres años (1818-1820) se imprimieron más de 600 millones de rublos, lo que permitió sustituir todos los viejos billetes por otros nuevos diseñados por el ingeniero canario.

Como ingeniero hidráulico, durante años proyectó y construyó muelles, embarcaderos fluviales y levantó muros de contención en terrenos pantanosos. También utilizó su amplio conocimiento sobre las grandes aplicaciones de la máquina de vapor para diseñar los primeros barcos vapores de paletas. En 1821, los primeros prototipos de estas naves ya navegaban por el Volga, abriendo así una nueva línea de comunicaciones comerciales mucho más rápidas y seguras.

No cabe duda de que siempre se le consideró un ingeniero adelantado a su tiempo y uno de los mejores y más destacados de Europa. Sin embargo, el tiempo no ha sido justo con su memoria, como con la de tantos otros inventores, permitiendo que en esta era de la sobreinformación olvidemos quiénes fueron los verdaderos precursores de las revoluciones industriales.

PUBLICACIONES

Big Data. El poder de los datos

Bill Schmarzo

Editorial Anaya Multimedia. 256 págs.

ISBN 9788441535763

El Big Data es algo más que otra moda tecnológica. Esta obra, escrita por uno de los expertos más destacados en Big Data, Bill Schmarzo, ofrece una visión completa de qué son y cómo se usan los datos. Se trata de una guía para aprovechar el Big Data para impulsar el valor empresarial.

Un libro con numerosos consejos prácticos, ideas, técnicas, metodologías y ejemplos reales que nos permiten explorar las tecnologías involucradas e identificar las áreas de la organización en las cuales podemos aprovechar al máximo los datos masivos. Todo ello para poder sacarle partido a la gran cantidad de datos e información de clientes, productos, operaciones, etc.

Ingeniería social. El arte del hacking personal

Christopher Hadnagy

Editorial Anaya. 400 págs.

ISBN 9783826691676

La mayoría de ataques informáticos tienen un componente desafiante, doloroso, como un rugido. Sin embargo, un ingeniero social experimentado es un arma letal contra la que resulta casi imposible defenderse. Su singularidad y arriesgadas soluciones pueden arreglar las vulnerabilidades técnicas más imprevistas. En este libro, Chris Hadnagy define y explica el concepto de Ingeniería Social. Repleto de aplicaciones prácticas, esta obra analiza cada principio para ilustrarlo con historias reales y estudios de casos prácticos, dando soluciones a los problemas y peligros del mundo virtual.

Además, revela las estrategias utilizadas por los intrusos hoy en día y permite adquirir los conocimientos para detectar los ataques. Te permitirá descubrir los secretos de manipuladores y estafadores experimentados. No importa lo sofisticados que sean sus procedimientos y sistemas de seguridad, su punto más vulnerable es, y ha sido siempre, la prevención social. Lea con atención estas páginas y descubrirá quien es su enemigo.

Engineidea, la plataforma participativa de la UAITIE

Engineida.es es la plataforma de innovación abierta de la UAITIE que permite a las empresas, instituciones y administraciones públicas presentar desafíos asociados a la innovación y la sostenibilidad.

Imagen de la web www.engineidea.es

Los retos son planteados a la comunidad en línea de Ingenieros, quienes plantean ideas y soluciones creativas, motivados por incentivos económicos y/o laborales.

Esta plataforma basa su método de trabajo en el crowdsourcing, una fórmula de colaboración abierta participativa, que consiste en externalizar tareas y realizar proyectos a través de comunidades masivas profesionales. Se hace un llamamiento abierto a una comunidad para solucionar un reto a través de la colaboración o competición. De manera que se consiguen más y mejores soluciones, en menos tiempo y esfuerzo, tanto por parte del cliente como de los proveedores.

Retos resueltos en la Plataforma

Retos industriales: "Eliminación del ruido por impacto en contenedores de vidrio"
Este desafío industrial ha permanecido abierto hasta el pasado 21 de mayo y fue promovido por la Asociación de Cáceres, la AITICC (Asociación de Ingenieros Técnicos Industriales de Cáceres), con el objetivo de encontrar ideas innovadoras que abordasen los problemas de ruido por impacto en los contenedores de vidrio.

Retos sociales: "Medidas tecnológicas innovadoras para favorecer el ahorro de agua" y "Medidas innovadoras para reducir la contaminación"
Los desafíos sociales se encuadran dentro de "Engineidea Social", sección de la plataforma que recoge aquellos retos sostenibles promovidos por entidades públicas y entidades sin ánimo de lucro, que tienen como únicos beneficiarios la sociedad. Los retos sociales que fueron abiertos en Engineidea, establecían dos concursos de ideas. El primero de los retos, se enfocaba en medidas para favorecer el ahorro de agua, y el segundo, buscaba medidas innovadoras de reducir la contaminación.

Eventos de la UAITIE

Jornada de debate: "El futuro de la Unión Europea lo construimos todos"
El salón de actos del COGITIM fue el escenario elegido, el pasado 20 de septiembre, para la celebración de una importante jornada de debate europea, que logró congregara un nutrido grupo de personas. La actividad contaba con el patrocinio de la Secretaría de Estado para la Unión Europea, respaldo que fue puesto en valor por Juan Ignacio Larraz, presidente de UAITIE.

La jornada estuvo marcada por la presencia de ponentes importantes, como Juan Luis Ballesteros, analista político de la representación de la Comisión Europea en España, que impartió la conferencia plenaria "El futuro de la Unión Europea: Retos y oportunidades para los ciudadanos". Una mesa redonda sobre "Economía y empleo en la construcción sostenible de Europa", que contó con la participación de Isabel Benjumea Benjumea, eurodiputada del Grupo del Partido Popular Europeo y vicepresidenta de la Comisión de Desarrollo Regional del Parlamento Europeo; Alicia Homs Ginel, eurodiputada del Grupo Socialista y Demócrata Europeo, y miembro de la Comisión de Empleo y Asuntos Sociales del Parlamento Europeo; y Víctor Sánchez del Real, diputado de VOX en el Congreso de los Diputados y portavoz de VOX de la Comisión de Exteriores.

A continuación siguió una lección magistral sobre el "Contexto político de la Unión Europea. Los populismos en el nuevo parlamento y sus implicaciones para el futuro de Europa", a cargo de Luis Bouza García, profesor de Ciencias Políticas de la Universidad Autónoma de Madrid. El broche final de la jornada lo puso José Antonio Galdón, presidente del COGITI y de la Asociación Centro, con una recapitulación de las conclusiones de la jornada.

El acto contó con profesionales y representantes de nuestro colectivo, también del ámbito de otras profesiones y del INGITE (Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España), representantes de Unión Profesional, miembros de la AERRAAITI, Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingeniería de ámbito Industrial. Todos participaron en un debate abierto sobre el futuro de Europa.

COGITI Formación e-learning

Campus Virtual: Oferta formativa - Selección de cursos

Diseño de proyectos y prescripción de instalaciones domóticas KNX

Aplicación práctica del nuevo Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos R.D. 656/2017

Avanzado en instalaciones eléctricas industriales. Industra 4.0.

Alemán

Inglés

Experto en Seguridad contra incendios

Automatismos eléctricos industriales. Elementos y simulación práctica

Hidráulica aplicada. Conducciones y estaciones de bombeo

Proyectos de adaptación de locales con CYPECAD MEP

El Software Libre. Desarrollo de una web con WordPress

Gestión de la Producción.

Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión según nueva Norma de 2016

Diseño avanzado de instalaciones eléctricas de Baja Tensión

Autómatas programables PLC en aplicaciones de automatización industrial

Diseño y gestión de proyectos mediante sistema BIM. Aplicación con REVIT.

Realización de proyectos de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT)

Reglamento de instalaciones de protección contra incendios R.D. 513/2017

Esto es tan sólo una muestra del catálogo de cursos técnicos que encontrará en nuestra Plataforma online. Los cursos son constantemente renovados y adaptados a las necesidades actuales.

www.cogitiformacion.es

Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España
Avda. de Pablo Iglesias 2, 2º
Teléfono: 91 554 18 06 - 09 / Fax: 91 553 75 66 / E-mail: cogiti@cogiti.es
http://www.cogiti.es

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

Tecnología Open **BIM**

Mediante la tecnología Open BIM, es posible implantar un flujo de trabajo colaborativo para el desarrollo de proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción, de forma abierta y coordinada.

CYPE Ingenieros le ofrece una tecnología para integrar sus productos en proyectos BIM. A través de herramientas altamente especializadas se asistirá en la disposición de los elementos 3D basándose en criterios de cálculo, comprobaciones normativas y control de interacciones.

Servicios ofrecidos por CYPE

CONSULTORÍA BIM

MODELADO 3D

INTEGRACIÓN OPEN BIM

SERVICIOS BIMSERVER.CENTER

Empresas integradas en el sistema

www.**openbimsystems**.com

Avda. Eusebio Sempere, 5 · 03003 ALICANTE - España
Tel. (+34) 965 92 25 50 · cype@cype.com · **www.cype.es**

Powered by BIMserver.center

Software para **Arquitectura**, **Ingeniería** y **Construcción**