

Técnica Industrial 329

Economía circular

LICENCIAS Y AUTORIZACIONES AMBIENTALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

Modificación y explotación de las líneas eléctricas en Andalucía

EL DISEÑO PARAMÉTRICO

Como herramienta creativa en diseño de producto

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Comparativa de la norma española y alemana

BREVE RECORRIDO POR LA HISTORIA DE LAS FUENTES

Orígenes, evolución y su relación con el hombre

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REFORMAS EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS

Aplicación de mapa de flujo de valor a la mejora en los procesos de diseño y construcción de reformas en edificios de viviendas

REPORTAJE

El próximo reto climático:
capturar CO₂ de
la atmósfera

MEDIOAMBIENTE

Economía circular:
compromiso con
el desarrollo sostenible

ENTREVISTA

Isaac Navarro, director
general de Contazara,
empresa galardonada con el
Premio Nacional de Industria
Conectada 4.0

SAFETY

Reduce el riesgo de incendio por sobrecalentamiento de cables en cuadros eléctricos de baja tensión

EcoStruxure™ Power amplía sus funciones de seguridad y prevención con el nuevo sensor inalámbrico PowerLogic HeatTag.

HeatTag ayuda a evitar que se inicien incendios en los cuadros eléctricos causados por el sobrecalentamiento de los cables. Analizando los gases y las partículas que emiten los aislantes de los cables si se produce un aumento anormal de la temperatura, HeatTag mandará un aviso antes de que se emita humo y se inicie un incendio.

HeatTag monitoriza el estado del cuadro eléctrico las 24 horas del día y envía alarmas que permiten adelantarte a posibles incidentes y potenciar la seguridad, bien desde la app EcoStruxure™ Facility Expert Operations o bien desde cualquier plataforma software, incluidos los softwares EcoStruxure™ Power



PowerLogic™ HeatTag

EcoStruxure™ Facility Expert



Más información sobre EcoStruxure™ Facility Expert:





EN PORTADA Economía circular

12 Economía circular: compromiso con el desarrollo sostenible La economía circular está cada vez más en boga. Gobiernos, emprendedores, investigadores, y destacadas organizaciones y empresas se afanan en implementar medidas que ayuden a proteger el medioambiente y optimizar los recursos. Además, se prevé que este nuevo modelo económico genere miles de puestos de trabajo a corto y largo plazo.

Mónica Ramírez

18 ENTREVISTA Gonzalo Jiménez Director de Desarrollo Sostenible y Transformación DR Andalucía de HIDRALIA (Grupo Suez): "Ninguna organización puede obviar el desarrollo sostenible en sus planes de futuro". *M. R.*

20 ENTREVISTA Annie Marechal Directora general de la planta Madrid Mill, de la empresa International Paper: "Una mayor conciencia ambiental ha hecho que aumente la demanda de embalajes reciclables". *M. R.*

Foto de portada: Shutterstock.

ACTUALIDAD

04 El próximo reto climático: capturar CO₂ de la atmósfera

La revolución industrial marcó un punto de inflexión en la historia, ya que trajo consigo grandes innovaciones y progreso para la humanidad. Sin embargo, desde su gradual implantación, también ha supuesto un aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera, cuyo impacto negativo ha quedado más que patente. Para mitigar este efecto, actualmente hay varias empresas y proyectos científicos que trabajan en un objetivo común: capturar el dióxido de carbono "sobrante" de la atmósfera.

Mónica Ramírez

06 ENTREVISTA Isaac Navarro Director General de Contazara, empresa galardonada con el Premio Nacional de Industria Conectada 4.0: "Los ingenieros son y serán cada vez más necesarios en el proceso de digitalización". *M. R.*

10 ENTREVISTA Hugo Chaufan Presidente del Grupo Arad: "España es líder mundial en lo que respecta a tecnologías del agua". *M. R.*

88 Ferias y congresos

ARTÍCULOS

24 INFORME TÉCNICO

Licencias y autorizaciones ambientales para la construcción, modificación y explotación de las líneas eléctricas en Andalucía

Environmental licenses for the construction, modification and operation in Andalusia.

José Manuel García Hiraldo



32 ORIGINAL

El diseño paramétrico como herramienta creativa en diseño de producto

Parametric design as a creative tool in product design.

Aitor Lekuona Amundarain, Manuel Domínguez Somonte y María del Mar Espinosa Escudero



42 INFORME TÉCNICO

Comparativa de la norma española y alemana de protección contraincendios. Introducción al código de construcción alemán y comparativa de la resistencia al fuego de elementos estructurales y de los recorridos de evacuación

Comparative between the Spanish and German fire protection regulation. Introduction to the German building code and comparative of the fire resistance of structural elements and evacuation routes

Hugo Merelo Ramirez



50 ORIGINAL

Breve recorrido por la historia de las fuentes. Orígenes, evolución y su relación con el hombre

Brief history of fountains. Origins, evolution and its relationship with men.

Carlos de la Fuente Borreguero



62 REVISIÓN

Aplicación de mapa de flujo de valor a la mejora en los procesos de diseño y construcción de reformas en edificios de viviendas

Application of a value flow map to the improvement of the design and construction processes of reforms in residential buildings.

Paula Álvarez García; Manuel Domínguez Somonte y María del Mar Espinosa Escudero



INGENIERÍA Y HUMANIDADES

90 ENTREVISTA Manuel Silva Editor de la colección Técnica e Ingeniería en España y académico de la Real Academia de Ingeniería *M. R.*

92 Guillermo González, el ingeniero mexicano que quería dejar de soñar "en blanco y negro"

Rosa Lerma y Laura Álvaro

95 Publicaciones

PROFESIÓN

03 Editorial Y lo importante, las personas

José Antonio Galdón Ruiz

72 La Red Network of European Engineers in Politics se pone en marcha como proyecto piloto en España

La Red Network of European Engineers in Politics (NEEP – EYE) tiene como objetivo conectar a los ingenieros que ocupen puestos de representación en instituciones políticas con los jóvenes ingenieros europeos, para promover el intercambio de ideas, apoyar a los responsables políticos con un aporte técnico para diseñar políticas adecuadas a sus propósitos, y lograr que su voz se escuche en este ámbito.



73 Celebrada la 6ª edición del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica

Grandes dosis de ingenio, creatividad, y mucha ilusión fueron los ingredientes en la entrega de reconocimientos del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica, organizado por la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la Rama Industrial de España (UAITIE).



74 Guía de títulos de grados en Ingeniería de ámbito industrial

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) ha habilitado un portal para ofrecer la información necesaria de cara a elegir los títulos de grados en Ingeniería del ámbito industrial, ya que casi el 50% de los títulos no dan acceso a profesión regulada.



75 El COGITI participa en la Asamblea General del European Expertise & Expert Institute (EEEI)

75 Los Ingenieros Técnicos Industriales, competentes para la firma de proyectos de ICT

76 Encuentro: "Posicionando al usuario en el centro de la movilidad eléctrica"

78 ENTREVISTA **Víctor Díez** Director de Ingeniería en la empresa Nicolás Correa S.A., ganadora del prestigioso Primer Premio iF Gold Design Award 2021: "Siempre estamos buscando personas, ingenieros mayormente, para incorporar a nuestro gran equipo".

Mónica Ramírez



80 ENTREVISTA **Ana Zaldívar Salaverri** Ingeniera de Procesos en Johnson & Johnson Vision, en Suecia: "Los trabajos que desempeñamos en la ingeniería ayudan a mejorar nuestra vidas, e incluso a salvarlas".

M. R.



83 Nuevas organizaciones en el sector industrial: ¿Y si cada equipo pudiera elegir a su líder en función de la naturaleza de cada proyecto?

Gemma García

84 APUNTES FORENSES Normalizar las pericias

Luis Francisco Pascual Piñeiro

96 Engineida, la plataforma participativa de la UAITIE



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

Fundación Técnica Industrial

Comisión Permanente

Presidente José Antonio Galdón Ruiz

Vicepresidenta Ana M^a 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 Santiago Crivillé Andreu

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 Samuel Gavilán López

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 Francisco López Castillo

Gipuzkoa Santiago Beasain Biurrarena

Girona Jordi Fabrellas Payret

Granada Fernando Terrón Bote

Guadalajara Juan José Cruz García

Huelva Manuel León Gómez

Jaén Rafael Fernández Mesa

La Rioja Jesús Vella 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 Vilasau Soler

Región de Murcia César Nicolás Martínez

Navarra Luis Maestu Martínez

Ourense Santiago Gómez-Randulfe Álvarez

Palencia Jesús de la Fuente Valtierra

Principado de Asturias Enrique Pérez Rodríguez

Salamanca José Luis Martín Sánchez

S. C. Tenerife Antonio M. Rodríguez Hernández

Segovia Gabriel Vallejo Álvarez

Sevilla Ana M^a Jáuregui Ramírez

Soria Levy Garjo Tarancón

Tarragona Antón Escarré Paris

Toledo Ángel Carrero Romero

Valencia Angélica Gómez González

Valladolid Rafael Álvarez Palla

Vigo Jorge Cerqueiro Pequeño

Vilanova i la Geltrú Xavier Jiménez García

Zamora Jose Luis Hernández Merchán

Y lo importante, las personas

Solo nos damos cuenta de lo que tenemos, cuando lo perdemos, y como mi pequeño homenaje a una gran persona y magnífico compañero y amigo, quiero comenzar recordando la figura de Jose Luis Jorrín Casas, al que recientemente perdimos, pero que nos dejó con su ejemplo grandes enseñanzas.

No debemos olvidar nunca que el principio y el fin de todas nuestras acciones, están realizadas por y para las personas, y teniendo este hecho muy presente, debería ser la base de nuestra inspiración.

Desgraciadamente, vivimos en una sociedad donde determinados intereses, llámense políticos, institucionales, empresariales, corporativos, etc., están por encima de los de las personas, y he aquí donde conviene hacer una reflexión profunda al respecto, y sobre todo en el ámbito de las corporaciones colegiales, donde bajo el pretexto de la defensa de los intereses particulares de determinadas profesiones (corporativismos extremos), se pueda atacar a otros profesionales (personas) y al mismo tiempo perjudicar al conjunto de la sociedad.

Y es que esas estructuras, propias de un corporativismo mal entendido, son las que defienden su espacio de poder a través de procedimientos que quebrantan el equilibrio y la armonía que ha de imperar en el desarrollo del ejercicio profesional, que no debemos olvidar, tiene como fin último, el servicio a las personas.

Además, esta mentalidad choca de plano con las nuevas generaciones, que esperan todo lo contrario. Con estas grandes dosis de rigidez e intolerancia será realmente difícil seducirlos, ya que en espacios donde se requiere responsabilidad y profesionalidad en todos sus términos, y en su lugar solo se encuentra irreverencia, las estructuras mentales de determinadas corporaciones colegiales destruyen la ilusión que tanta falta hace hoy en día.

Hay quien piensa que atacando o tratando de menoscabar los derechos de los que considera rivales y/o competidores, está realizando su función de defensa de los intereses de sus colegiados o asociados, y no se dan cuenta de que están consiguiendo el efecto contrario. Y es que solo hay una forma de conseguir los objetivos, y es tratando de mejorar la actividad profesional de nuestros colegiados, ampliando horizontes, mejorando condiciones y servicios, y fomentando la excelencia, y para ello no es necesario trabajar por conseguir lo contrario en otros profesionales.

Desgraciadamente, este mensaje no está interiorizado en algunos dirigentes de profesiones (personas), que están totalmente convencidos de que a ellos les va bien si a nosotros nos va mal y, por tanto, centran todos sus esfuerzos en tratar de socavar todo lo que, con muchísimo trabajo, esfuerzo y preparación, se ha conseguido a lo largo del tiempo por los cientos de miles de Ingenieros Técnicos Industriales que han contribuido al desarrollo y prosperidad de nuestra sociedad.

Llegados a este punto, quizás convenga recordar que nuestra profesión tiene a sus espaldas casi dos siglos de reconocimiento, y que estamos presentes en la práctica totalidad de los sectores productivos, haciendo más fácil, confortable y segura la



vida cotidiana de los ciudadanos. Además, no debemos olvidar que los Ingenieros Técnicos Industriales actúan como motor del desarrollo industrial, la innovación tecnológica y la investigación, con el objetivo de contribuir en todo momento al aumento de la competitividad de las empresas.

Todo ello se une a la alta empleabilidad de la que gozan, y al hecho de estar ampliamente valorados por las empresas, tanto a nivel nacional como internacional, a lo largo de los más de 150 años de historia de esta profesión.

Sin embargo, algunos se empeñan en menospreciar toda esta labor con el único objetivo de anteponer sus intereses particulares, y no pensar en que para que una sociedad funcione, es necesaria la integración y valoración de todos sus miembros, y más aún si nos referimos al ámbito profesional. Lo importante es que todos podamos ayudar a solucionar los problemas que surjan y a luchar por conseguir una evolución que nos lleve a alcanzar el mayor progreso que toda sociedad desea.

El término *Shadenfreude* es un concepto alemán que significa alegría por las desgracias ajenas, algo que aquí en España podría asimilarse a regodearse o regodeo, pero que solemos tener muy arraigado y, por tanto, incorporado a nuestro refranero con el "Mal de muchos, consuelo de tontos". El problema de todo esto, es que hay quien no se da cuenta de que con el ataque permanente hacia nuestra profesión y celebrando los males ajenos, están más cerca de aquel otro refrán que dice: "Cuando las barbas de tu vecino veas cortar, pon las tuyas a remojar".

En nuestra profesión lo tenemos muy claro y nos vamos a seguir aplicando la máxima que nos dejó Edward Marc Show: "Grande es aquel que para brillar no necesita apagar la luz de los demás", y debemos seguir trabajando duro para conseguir nuestras metas, sin necesidad de perjudicar a nadie, sino todo lo contrario, contribuyendo a que todo a nuestro alrededor sea mejor. Y para ello debemos ayudar y colaborar con otros profesionales, asumiendo el liderazgo que nos corresponde por méritos propios.

José Antonio Galdón Ruiz

Presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España y de la Fundación Técnica Industrial

El próximo reto climático: capturar CO₂ de la atmósfera

La revolución industrial marcó un punto de inflexión en la historia, ya que trajo consigo grandes innovaciones y progreso para la humanidad. Sin embargo, desde su gradual implantación, también ha supuesto un aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera, cuyo impacto negativo ha quedado más que patente. Para mitigar este efecto, actualmente hay varias empresas y proyectos científicos que trabajan en un objetivo común: capturar el dióxido de carbono “sobrante” de la atmósfera

Mónica Ramírez

¿Y si además de intentar reducir el exceso de CO₂ que lanzamos al aire, nos dedicamos a capturarlo y eliminarlo de la atmósfera poco a poco, para mitigar los dañinos gases del efecto invernadero? De esta manera se lograría paliar en gran parte su impacto. Pues esto es en lo que ya se está trabajando en la actualidad; una tecnología que podría ser una de las más importantes, en este ámbito, en los próximos años.

Según el “Informe Especial sobre el Calentamiento Global de 1,5°C”, lanzado por el panel de expertos sobre el cambio climático (el IPCC), para reducir el impacto no basta solo con detener y controlar las emisiones actuales. En su opinión, sería necesario retirar de la atmósfera un billón de toneladas de CO₂, correspondientes a casi 200 años de emisiones. De no ser así, aunque el calentamiento global del planeta podría reducir su progresión, seguiría aumentando con las graves consecuencias que ello traería.

La tecnología ha avanzado enormemente en este campo, y los expertos en la materia auguran que la captura del dióxido de carbono será uno de los mayores avances del mundo. Sin embargo, llevar a cabo esta gran gesta no es tarea fácil y resulta, sobre todo, muy costosa.

En realidad, el concepto de captura y almacenamiento de carbono (CCS, por sus siglas en inglés) no es nuevo, y se remonta por lo menos al año 2000. En un primer momento se ideó como una forma de capturar el CO₂ emitido por la industria, generando una reserva geológica, que podría convertirse en hidrocarburos u otra fuente energética.

Las necesidades actuales, no obstante, han acelerado el interés por este tipo de tecnologías, que ya no se plantean el



Foto: Pexels-Pixabay.

hecho de almacenar bajo tierra, en capas estratigráficas, el dióxido de carbono; entre otras cosas, porque supone una práctica que puede resultar peligrosa, por sus escapes.

XPRIZE Carbon Removal

Precisamente para investigar sobre las nuevas tecnologías que se podrían aplicar en la captura del CO₂ sobrante de la atmósfera, el pasado mes de abril conocimos una iniciativa de gran calado. XPRIZE, líder global en diseño e implementación de innovadores modelos de competencia para resolver los desafíos más importantes del mundo, anunció el lanzamiento oficial del XPRIZE Carbon Removal, con un total de 100 millones de dólares en premios destinados a inventores y científicos, con el fin de que desarrollen tecnologías capaces de combatir el calentamiento global eliminando el dióxido de carbono de la atmósfera o del océano.

El anuncio se hizo poco tiempo después que Peter H. Diamandis, fundador

y director ejecutivo de XPRIZE, y Elon Musk (CEO de Tesla y de SpaceX) participaran en una retransmisión en directo, a través de Twitter, para conversar acerca de la importancia de incentivar soluciones de eliminación de dióxido de carbono, la crisis climática y el lanzamiento del “premio incentivo” más importante de la historia.

Financiado por la Musk Foundation, XPRIZE Carbon Removal pretende abordar el cambio climático haciendo un llamamiento a los investigadores e innovadores de todo el planeta, para que desarrollen soluciones en esta materia, y se pueda asegurar un método ambientalmente benigno de manera permanente. La Musk Foundation ofrece ayudas económicas, que se otorgan en apoyo de la investigación y promoción de las energías renovables, la investigación y el impulso de la exploración del espacio de los humanos, la investigación pediátrica, la educación en ciencias e

ingeniería y el desarrollo de inteligencia artificial segura en beneficio de la humanidad.

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (International Panel on Climate Change, IPCC) estima la necesidad de eliminar 10 gigatonnes netos de dióxido de carbono por año, hasta 2050. “Con el lanzamiento de la competencia por el premio más importante de la historia, esperamos concentrar la inteligencia de ingenieros, científicos y emprendedores de todo el mundo, para construir soluciones que efectivamente funcionen, a bajo costo y a escala masiva. Sabemos que nuestros modelos de competencia de premio incentivo tienen una enorme influencia filantrópica”, afirmó Peter H. Diamandis, fundador y director ejecutivo de XPRIZE. Pero tendrán que ser soluciones demostradas, no solo ideas. “Mientras los gobiernos, las empresas, los inversores y los emprendedores hacen planes para cumplir este desafío, está claro que necesitaremos un conjunto de soluciones que sean probadas a través de la demostración e implementación, para complementar el trabajo que ya se está llevando a cabo”, señaló.

El premio principal para el ganador será de 50 millones de dólares, mientras que 30 millones se distribuirán entre tres finalistas. Por su parte, los equipos de estudiantes podrán optar a premios de hasta cinco millones.

Para ganar el gran premio, los equipos deben demostrar una solución estándar a escala que elimine como mínimo 1.000 toneladas de CO₂ al año; modelar sus costos a una escala de 1 millón de toneladas por año, y mostrar un camino para alcanzar una escala de gigatonnes por año en el futuro. Todas las demostraciones deberán ser validadas por un tercero.

Durante las primeras dos etapas de la competencia, los equipos deben demostrar el principal componente de sus soluciones de eliminación de dióxido de carbono a una escala más pequeña, no la solución operativa completa, aunque las soluciones operativas completas son necesarias para ganar. Cualquier solución que elimine dióxido de carbono cumple con los requisitos: basada en la naturaleza, captura directa de aire, océanos, mineralización o cualquier otra cosa que alcance emisiones negativas netas, secuestre de manera durable el dióxido de carbono y muestre un camino sostenible para, finalmente, alcanzar la escala de gigatonnes.

En 2024, una vez desarrolladas sus soluciones, se invita a los equipos a postularse para ser considerados como finalistas, y ser visitados por XPRIZE para validar el desempeño de su solución en persona. En 2025, transcurridos 4 años, los jueces seleccionarán a los ganadores. Los premios iniciales de un millón de dólares se concederán 18 meses después, lo que permitirá a esos proyectos desarrollar a escala completa estos sistemas y demostrar que efectivamente funcionan como se requería.

Para más información sobre XPRIZE Carbon Removal, pueden consultar las bases del premio e inscripciones, en el portal xprize.org/carbonremoval.

Otras iniciativas

De manera natural, el CO₂ que hay en el aire es capturado en la superficie de la tierra y en los océanos, dando lugar a una situación de equilibrio. Los bosques y los océanos son los grandes “capturadores” de dióxido de carbono. Sin embargo, cuando las emisiones de este gas son de una gran magnitud, el equilibrio se rompe y estos “aspiradores” naturales resultan insuficientes para procesar tanta cantidad de CO₂.

Una investigación publicada en la revista *Nature* demuestra que las selvas amazónicas y africanas alcanzaron su tope como sumideros de carbono hace treinta años. En este caso, si esta es la nada alentadora situación para los sumideros naturales de carbono del planeta, ¿qué alternativa queda para capturar ese gas? Desde hace varias décadas han empezado a proliferar proyectos para “secuestrar” el carbono directamente del aire.

En este sentido, también hay sistemas para “atraparlo” en las propias fábricas, antes de que se emita al aire. Tanto en un caso como en otro, este carbono es inyectado luego en depósitos subterráneos e incluso submarinos para que quede allí almacenado.

En este ámbito, la tecnología “más osada” es la que tiene como fin absorber el carbono de la atmósfera mediante grandes ventiladores, que procesan el aire en un punto determinado, y filtran el CO₂ que hay en él. En todo el mundo, ya hay varias empresas que han construido esas turbinas y están en funcionamiento. Carbon Engineering una compañía canadiense que cuenta con Bill Gates como uno de sus principales inversores, Climeworks (Suiza) o Global Thermostat

(EEUU) son algunas de estas sociedades, que hace ya unos años pusieron en práctica esta tecnología.

En concreto, Carbon Engineering ha patentado una tecnología que extrae CO₂ del aire, lo mezcla con hidrógeno y lo utiliza para producir combustible de transporte sintetizado, empleando energía solar y eólica en el proceso.

Los ventiladores gigantes instalados por estas empresas atraen el aire del ambiente y lo ponen en contacto con una solución acuosa, que detecta y atrapa el dióxido de carbono. Mediante su calentamiento y una serie de reacciones químicas, este mismo CO₂ se vuelve a extraer para utilizarse en la fabricación de combustible, como petróleo, por ejemplo, o para almacenar en el suelo. En cualquier caso, se trata, de una tecnología aún incipiente que, según los expertos, solo se asentará si se abaratan sus costes de forma considerable.

Proyecto CAPTACO2

Por otra parte, en España, las instalaciones del centro tecnológico Eurecat en Tarragona acogen el proyecto CAPTACO2, que junto con la Fundación Greenova y la Universitat Rovira i Virgili (URV) desarrolla un dispositivo de captura de dióxido de carbono atmosférico, mediante una reacción química que convierte el dióxido de carbono en carbonato.

En la primera fase de desarrollo, se han probado distintas configuraciones de membranas y soluciones de captación para maximizar la eficiencia del proceso. De este modo, se han estudiado distintos grosores e hidrofobicidades de la membrana, en combinación, o bien con distintos hidróxidos, o bien con una mezcla de carbonato de potasio y una pequeña cantidad de anhídrido carbónico.

Según explica el director de Tecnología Química de Eurecat e investigador del Departamento de Ingeniería Química de la URV, Ricard García Valls, la configuración más eficiente ha resultado ser la compuesta por una membrana de polisulfona de alta hidrofobicidad, más la solución de captación con anhídrido carbónico.

“Los resultados preliminares muestran una mejora importante con la anhídrido carbónica, en tanto que las tasas de captura de CO₂ aumentan más de 20 veces en comparación con una solución de captación formada por hidróxido de potasio”, detalla.

Isaac Navarro

Director General de Contazara, empresa galardonada con el Premio Nacional de Industria Conectada 4.0

“Los ingenieros son y serán cada vez más necesarios en el proceso de digitalización”

Mónica Ramírez

La transformación digital es uno de los grandes retos a los que se enfrenta nuestra economía e industria, y la salida a la crisis derivada de la pandemia del coronavirus pasa por reforzar la digitalización para lograr una respuesta rápida en todos los niveles, que permita impulsar la productividad, enfocando los esfuerzos en el capital humano y tecnológico. Así quedó reflejado en el marco de la entrega de los premios Industria Conectada 4.0 que otorga el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, en la que participó el Rey Felipe VI, y que reconocen el trabajo de las empresas españolas que han puesto en marcha procesos de transformación de sus organizaciones a través de exitosos proyectos de digitalización. Contazara S.A. (Contadores de Agua de Zaragoza) es una de las empresas galardonadas, junto a Aves Nobles y Derivados Aldelis. Por su parte, Schlinder y Bodegas Matarromera quedaron finalistas. *Técnica Industrial* ha entrevistado a Isaac Navarro, director general de Contazara, con sede en Zaragoza, para conocer las principales claves de sus planes de innovación.

En primer lugar, ¿cómo valora el reconocimiento que ha obtenido Contazara al ser galardonada con el Premio Industria Conectada 4.0?

El Premio Nacional de Industria Conectada 4.0 es el más prestigioso galardón que otorga el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, y que reconoce el nivel más avanzado de digitalización de un proyecto innovador, consolidado y con resultados excelentes en productos y servicios, utilizando habilitadores tecnológicos en sus procesos y obteniendo resultados económicos coherentes con la estrategia de la organización. Es un premio que exige un mayor compromiso con la transformación digital continua y un aliciente para seguir avanzando en la competitividad de la organización.



Isaac Navarro

“Este premio nos exige un mayor compromiso con la transformación digital continua y es un aliciente para seguir avanzando”

Contazara fue la primera empresa en poner en el mercado un contador realmente inteligente de agua, ¿cómo fue la experiencia de llevar a cabo este proyecto y qué mejoras e innovaciones se introdujeron?

Contazara es una industria digital desde sus orígenes, allá por 1984. Fue la primera organización del mundo en desarrollar y poner en el mercado un contador de agua digital, lo que ahora se llama contador de agua inteligente (*smart water meter*). Fue realmente una gran innovación frente a los tradicionales contadores de agua mecánicos, que sólo servían para acumular un índice de

volumen y poder así facturar a los ciudadanos el agua consumida.

Los pilares fundamentales del diseño del contador de agua digital fueron varios, ya desde el inicio. En primer lugar, precisión. Al ser un contador digital basado en principios electrónicos y no mecánicos, se evitó el rozamiento y pérdida de energía y precisión en la medición del agua de los mecánicos, aumentando la precisión a caudales bajos, como la durabilidad de la vida de los contadores al no sufrir desgastes por envejecimiento de sus partes móviles.

En segundo lugar, la inteligencia: al incorporar un microprocesador y acumular datos derivados de la medición del volumen por el sensor y del tiempo por el reloj, se empezaron a derivar numerosas capacidades de información basada en sencillos algoritmos previamente diseñados, y posteriormente mejorados y ampliados con la experiencia y validación hasta nuestros días. Uno de los más relevantes siempre ha sido la detección de

fugas de agua y otros tipos de consumos anómalos que han aportado un gran valor.

En tercer lugar, la comunicación: se diseñó un protocolo de comunicación del contador de agua electrónico aprovechando la capacidad digital del mismo, de tal forma que se permitían interconectar inicialmente vía cable telefónico todos los contadores de un edificio mediante un bus y protocolo de envío y recepción de tramas de información. Tal fue el éxito que finalmente en 2010 derivó en una norma nacional, UNE 82326, para estandarizar y abrir al mercado la libre capacidad de desarrollar contadores de agua inteligentes bajo el mismo protocolo.

Año tras año Contazara fue mejorando su gama de contadores de agua inteligentes y aportando capacidades de comunicación (conectividad), pasando por los contadores electrónicos basados en la velocidad del fluido o posteriormente en el desplazamiento positivo de una cámara de volumen previamente conocido.

A su vez, y debido a que en los primeros años la lectura de los contadores de agua inteligentes requería la creación de una ruta de lectura (tal y como se hacía con los contadores mecánicos), se dotó de la primera capacidad de comunicación vía cable telefónico con un terminal portátil y software con el protocolo de comunicación, en esa época llamado CZBUS, para poder obtener dos prestaciones fundamentales: por un lado, cero errores en la lectura del volumen del contador al ser digitales y con un sistema CRC de redundancia cíclica, que evitaba obtener en el terminal portátil dato de volumen consumido erróneo (cosa que pasaba habitualmente en las lecturas manuales-visuales de los contadores de agua) y, por otro, obtener datos de los volúmenes y tiempos acumulados entre dos periodos de lectura que permitían empezar a dotar de valor añadido la propia y simple facturación del consumo al ciudadano.

Ya en este siglo XXI, con el desarrollo de la capacidad de comunicación, Contazara desarrolló los primeros equipos de comunicación a distancia, lo que se llamó telelectura de contadores. Primero fue con la tecnología GSM, posteriormente con GPRS y actualmente la tecnología LTE Narrow Band Internet of Things (NB-IoT), por la excelente mejora que ha supuesto la conectividad en tiempo real para la gestión eficiente del agua, detectando fugas, consumos anómalos y otra

información de valor añadido del consumo de agua.

Podemos afirmar que Contazara fue y es pionero en la medición digital, conectada e inteligente, lo que hoy se conoce como Industria Conectada, si bien nuestros productos y servicios son los que habilitan a las grandes y medianas empresas gestoras de agua de nuestro país a ser "Industrias Conectadas".

¿A qué retos se enfrenta el sector del agua, teniendo en cuenta factores como el cambio climático y la imperiosa necesidad de cuidar el medioambiente?

España es el país más árido de Europa, con una caída paulatina de las precipitaciones y un aumento de la demanda del consumo humano, y la amenaza del cambio climático, que provoca grandes sequías o inundaciones que, por su carácter excepcional, generan un impacto ambiental mayor y dificultan la gestión eficiente del agua. El ciclo integral del agua genera un impacto ambiental asociado a la emisión de CO₂, a los vertidos y residuos, por lo que hay que trabajar en la reducción del consumo y así disminuir el impacto ambiental asociado en la obtención, distribución o tratamiento posterior. De ahí que la gestión eficiente del agua sea un reto determinante para el cuidado de un bien tan escaso como el agua y el respeto al medio ambiente. Disminuir, por ejemplo, el 24% de pérdidas en la red en España es un hito al que nos enfrentamos de cara a mejorar esa gestión del recurso.

¿Piensa que existe una conciencia social sobre la importancia de gestionar lo mejor posible un bien tan esencial como es el agua?

Existe una conciencia social en la importancia de gestionar bien el agua, partiendo de las administraciones públicas a las que les preocupa la recarga de acuíferos, la no contaminación, el aseguramiento del suministro, así como la reducción del consumo y su tratamiento posterior. Se está haciendo conciencia en las escuelas, aunque siempre es necesaria ampliarla a todos los grupos de población. Asimismo, se debe generar una conciencia indirecta bajo el principio de quien contamina paga, estableciendo sistema tarifario de recuperación de costes del ciclo del agua, de tal forma que el ciclo integral del agua se sustente, mejore de cara la eficiencia del consumo y reduzca

el impacto ambiental, y se penalice al que despilfarre.

Un término del que se está hablando mucho últimamente es el de la economía circular. ¿Cuál es su visión sobre su aplicación al sector del agua?

La economía circular en el ciclo del agua es una de las herramientas más razonables tras el ahorro del consumo, de tal forma que tengamos la capacidad de cerrar el ciclo del agua evitando el vertido de agua a los ríos, mares o terrenos sin tratar de forma adecuada, pudiendo dar una segunda vida al agua tratada después de su primera utilización, mediante depuración con tecnologías limpias e innovadoras, que generen menor impacto ambiental y dando tratamiento a su vez a los subproductos generados para la agricultura u otros usos. La reducción y la reutilización son dos de los pilares fundamentales en la gestión eficiente del agua. Existen políticas e incentivos a la economía circular tanto a nivel europeo, nacional y regional que se han de aprovechar.

La transformación digital es uno de los grandes retos a los que se enfrenta nuestra economía e industria. ¿Cuáles son las principales claves que ha de tener en cuenta una empresa para poder llevarla a cabo?

En primer lugar debe haber un alto compromiso y liderazgo por parte de la alta dirección. La transformación digital debe estar inexorablemente embebida en la estrategia de los gobiernos, de las organizaciones o industrias de cara a la competitividad en el corto plazo y en la supervivencia a medio y largo plazo. Se debe establecer un plan de digitalización en el que se despliegue la estrategia a través de los procesos, productos y servicios de la organización. Para ello se debe de priorizar los procesos a digitalizar, siendo los más prioritarios: proceso de diseño de productos y servicios, proceso de relación con el cliente, proceso de logística y distribución y proceso de fabricación.

Para ello, se podrán evaluar, determinar y proporcionar los habilitadores tecnológicos más necesarios para cada proceso, como pueden ser redes de conectividad IoT, sensores, cloud computing, data analytics, plataformas web, inteligencia artificial, big data, impresión 3D, drones, robots, realidad aumentada, ciberseguridad, etc.

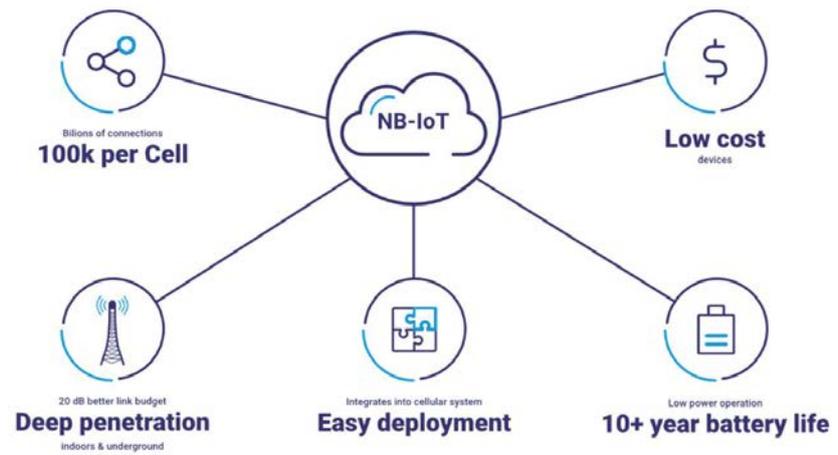
Posteriormente deberá realizarse un seguimiento, medición y mejora del proceso de transformación digital.

¿Cómo se ha realizado este proceso de transformación en Contazara?

El proyecto prioritario y global de digitalización en este periodo es el denominado “Soluciones IoT y de medición avanzadas”. Este proyecto surge como consecuencia de la necesidad de adaptar las necesidades reales de las grandes compañías de agua en materia de telelectura para aportar valor a los ciudadanos, alejándose del concepto de la telelectura para facturar y resolviendo las carencias actuales de la telelectura con sistemas GSM/GPRS o radio frecuencia. Se trata de la gran revolución de la gestión del agua tras la primera revolución que fue la del contador inteligente (precisión, información y comunicación). Se ha innovado de manera sustancial en dos debilidades de la comunicación GSM/GPRS y radio, y de manera significativa en la precisión e información.

La revolución viene de la mano de una de las oportunidades (habilitadores) del mundo digital, la tecnología NB IoT (Narrow Band Internet of Things). Contazara ha sido la pionera en investigar, desarrollar, pilotar, validar y poner en el mercado de manera significativa contadores de agua inteligentes con tecnología de comunicación Narrow Band IoT. Para ello, ha creado un ecosistema de innovación entre los grupos de interés más relevantes a nivel mundial, para que esta nueva tecnología sea una realidad y de éxito rotundo. Todo alineado con los objetivos estratégicos definidos de desarrollo de soluciones avanzadas IoT-medición y de crear alianzas estratégicas. Los aliados estratégicos han sido los siguientes: operadores globales de telefonía móvil, fabricantes líderes de módulos de comunicación NB IoT, grandes empresas de gestión del agua y Centros Tecnológicos de Investigación.

Narrow Band IoT es la versión de Banda Estrecha y bajo consumo de energía que se ha diseñado para comunicaciones masivas Machine-to-Machine. Es una tecnología Low Power Wide Area (LPWA) especificada y estandarizada en la Release 13 de la 3GPP LTE para ahorrar una gran cantidad de energía en comparación con otras versiones IoT. Permite duraciones de los dispositivos superiores a los 10 años y niveles de potencia de 20 y 23 dBm, muy superiores a GSM/GPRS lo que permite una gran



penetración.

Las opciones de despliegue de NB IoT Categoría NB1 estandarizadas son varias, siendo las primeras en la banda 20 de 800 MHz (principalmente en Europa) y en la banda 28 de 700 MHz (principalmente en Latinoamérica). Existen diferentes bandas por áreas mundiales. Las principales ventajas de esta tecnología frente a las actuales utilizadas en el sector del agua son el bajo consumo, permitiendo la vida útil de los dispositivos acordes a los planes de cambio de los medidores de agua (12 años); el alto nivel de penetración de la señal y, por tanto, de recepción de los datos independientemente de la ubicación de los medidores de agua (cuartos de baterías, arquetas, hornacinas, sótanos,...), o la alta capacidad de transmisión de datos masivos a más de 200 kbits/segundo, que asegura bidireccionalmente tanto el envío de los datos como la actualización de dispositivos en campo, entre muchos otros.

Por otro lado, estas tecnologías permiten por fin que las empresas gestoras de agua, y también Contazara, se comporten de una manera sostenible mediante la capacidad de inteligencia, conectividad en tiempo real y toma de decisiones para disminuir el consumo de agua y, por tanto, el consumo energético y el impacto ambiental en la obtención de la energía (reducción de emisiones de CO₂,...) y agotamiento del recurso agua.

Otro de los ejemplos socialmente responsable, es la posibilidad de monitorización de personas mayores que viven solas bajo autorización, de tal forma que con un algoritmo de no consumo de agua y conectividad en tiempo real, se puede estimar si una persona puede estar necesitando ayuda, avisando a los servicios sociales y asistiendo a la persona antes

que sea demasiado tarde. También existe la función de alarma por consumos no esperados (fuga, rotura, robo, intrusión en la vivienda,...). Hasta la fecha, Contazara es la única organización que ha puesto en el mercado con éxito esta tecnología.

¿Qué papel juegan los ingenieros en todo este proceso?

Los ingenieros son y serán cada vez más necesarios, ya que la digitalización va inexorablemente ligada a las competencias digitales de carreras como Ingeniería, donde el conocimiento de electrónica, tecnologías de la información, mecánica-robótica, algoritmos matemáticos, programación, diseño y desarrollo..., permiten la innovación y transformación de lo híbrido a lo digital mediante la aplicación de los habilitadores tecnológicos adecuados.

Debe adaptarse rápidamente la programación de competencias a adquirir por las ingenierías a la realidad industrial y de mercado, y atraer el talento, fomentando desde Primaria y Secundaria la vocación a la ingeniería, tanto en mujeres como en hombres por igual.

¿Cuáles son los proyectos en los que está actualmente inmersa la compañía? ¿Y las previsiones a medio plazo?

Contazara tiene el reto de la transformación digital de todo el sector del agua, desarrollando habilitadores tecnológicos y acelerando la recuperación económica y la generación de empleo en nuestro país. Existe un proyecto a medio plazo de incorporar todo el conocimiento del sector del agua a otros sectores energéticos, mejorando la digitalización y la sostenibilidad en los mismos.

PREMIO FUNDACIÓN TÉCNICA INDUSTRIAL



A LA INNOVACIÓN
TECNOLÓGICA,
EMPRESARIAL Y
SOSTENIBILIDAD

WWW.FUNDACIONTINDUSTRIAL.ES

Hugo Chaufan

Presidente del Grupo Arad

“España es líder mundial en lo que respecta a tecnologías del agua”

Mónica Ramírez

La gestión del agua es un elemento clave en cuanto a la eficiencia de la gestión de recursos y juega un papel esencial como elemento transversal en todos los sectores. En España, los servicios de agua urbana se sitúan a la cabeza de Europa en tecnificación y apuestan por la innovación, según el XVI Estudio Nacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento en España 2020 (AEAS-AGA). A tenor de los datos y conclusiones que arroja dicho Estudio, el sector urbano del agua puede ser una pieza clave dentro de la estrategia europea de salida de la crisis del COVID-19, basada en fomentar la economía circular, la transición ecológica, la digitalización y las nuevas tecnologías adaptadas, en lo que se ha venido a denominar el Green-Deal (Pacto Verde) europeo.

Los operadores aplican las tecnologías cada vez más punteras en todos y cada uno de los aspectos multidisciplinarios que deben gestionar: técnicas hidráulicas, procesos de tratamiento y depuración, mantenimiento y conservación, o sensores y telecontrol, entre muchos otros.

España cuenta con unas 1.640 Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP), que suministran un total anual de 4.057 hm³ a los depósitos urbanos y las redes de distribución. Además, nuestro país dispone de 29.305 depósitos de almacenamiento de agua. En cuanto a las redes de distribución, cuenta con un total de 248.245 km de red. Además, dispone de 2.232 Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR), que tratan un total de 4.066 hm³ de este tipo de agua, unos 245 litros de agua depurada por habitante y día.

En lo que respecta al parque de contadores, hay 21,6 millones de contadores de agua, de los cuales el 72% tiene una antigüedad inferior a los 10 años. Y es que en este ámbito es esen-



Hugo Chaufan

cial no quedarse anclado en el pasado y apostar por las nuevas tecnologías. En este sentido, hace algún tiempo conocíamos la existencia de un contador inteligente basado en tecnologías NB-IoT y CAT-M1 (también conocida como LTE-M), protocolos de telecomunicaciones que requieren un ancho de banda bajo, diseñadas para el IoT Masivo. Detrás de este innovador contador electrónico estaban Telefónica y el Grupo Arad, al que pertenece, a su vez, la compañía española Contadores de Agua de Zaragoza (CONTAZARA, S.A.).

Este acuerdo permite a las compañías de abastecimiento de agua contar con una solución que combina “los mejores contadores electrónicos”, con una medición precisa gracias a capacidades metrológicas, conectividad IoT y una plataforma de gestión de dispositivos con capacidades de analítica avanzada de datos. Todo ello tiene como objetivo que las compañías puedan ahorrar

costes en sus operaciones actuales y en la inversión en nuevos activos.

Con motivo de todas las innovaciones que lleva a cabo, el pasado mes de enero, CONTAZARA S.A. recibía, de manos de Su Majestad el Rey, el Premio Nacional Industria Conectada 4.0 a la Pequeña y Mediana Empresa industrial. Los Premios Nacionales Industria Conectada 4.0 reconocen a aquellas organizaciones, empresas e industrias que han realizado un esfuerzo destacado en su transformación digital, logrando la excelencia empresarial.

Hugo Chaufan (Rosario, Argentina, 1944), doctor en Ciencias Económicas, es el presidente de Arad LTD, Arad Technologies, Master Meter Inc., Contazara LTDA, Cicasa LTDA, y Watertech LTD, entre otros muchos destacados cargos, que dan muestra de su dilatada y exitosa trayectoria profesional.

El Grupo Arad, fundado en 1941, está compuesto por seis divisiones especializadas que operan en cuatro continentes, y sirven a las empresas distribuidoras de agua en más de sesenta países.

¿Cuáles son los pilares sobre los que se sustenta el Grupo Arad para tener la relevancia que le define a nivel tecnológico y de la innovación?

Los pilares básicos sobre los que se sustenta el Grupo Arad, y su importante presencia de Contazara en el Mercado Español, son los de anticipar permanentemente las necesidades de nuestros clientes (concepto muy superior a tan solo “compradores”). A tales efectos estamos siempre atentos a esas presentes y futuras necesidades, invirtiendo mucho esfuerzo y dinero, y cada vez más en Investigación y Desarrollo, contando con personal muy calificado en una gama amplia de disciplinas, como la medición exacta y fidedigna, hidráulica, comunicación analítica, Radio y NbloT.



Contadores inteligentes de Contazara S.A.

¿Qué papel desempeña la ingeniería en el proceso de transformación digital en el Grupo Arad?

El papel de Ingeniería es de gran importancia estratégica, incluyendo la profundización y avance de Smart City y el Internet de las cosas.

¿Cómo fueron los comienzos de la compañía y su expansión internacional?

La Compañía Arad fue fundada por un Kibutz, entendiéndose ya en el año 1941, 80 años atrás, aun antes de la creación del Estado de Israel, que es la tierra de "la leche y de la miel", como está escrito en la Biblia, pero con escasos recursos naturales, incluyendo el agua potable. Desde entonces Arad continúa creciendo, alcanzando la cifra de más de 270 millones de dólares, llevando nuestra tecnología a muchos países del mundo, de tal manera que las exportaciones representan alrededor del 80% de nuestras ventas. Nuestro mayor mercado es el "exigente" y tecnológico mercado de los Estados Unidos de Norteamérica. Además, tenemos compañías locales en Estados Unidos, España, Italia, México, China y Colombia. Nuestro lema y nuestra práctica es la de respetar las culturas de los países en los que estamos presentes, asistiendo siempre a las necesidades específicas de cada mercado.

¿Qué proyectos está desarrollando en la actualidad?

Proyectos de gran magnitud; lamentablemente, no puedo aquí mencionar a todos, pero puedo mencionar proyectos en el mundo digital, y gama de protocolos de comunicación e instrumentos de medición ultra exactos.

¿Cuáles son los principales retos a los que tiene que enfrentarse en su día a día al frente de la empresa?

Sin duda la pandemia del coronavirus, que está afectando al mundo entero, obligándonos a la disminución del contacto físico con nuestros clientes y proveedores, así como el trabajo en cápsulas, cuidando con empeño la salud de nuestro personal y sus familias. Constituyen un reto de importancia.

¿Qué posición ocupa España en lo que respecta al sector y las tecnologías del agua?

España es un líder mundial en lo que respecta a tecnologías de agua, y nuestros ingenieros de Contazara aportan su conocimiento y dedicación, brindando tecnología de avanzada para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, grandes, medianos y pequeños por igual. España tiene conciencia y es de las primeras en el mundo en incorporar tecnologías de punta, y de allí el gran éxito de Contazara. Además, dado que nací y me crié en la Argentina, he tenido el privilegio de beber y educarme en la rica cultura hispana, lo que me acerca aún más a la "Madre Patria".

Gestionar de forma más eficaz la escasez y calidad de los recursos hídricos es uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas. ¿Cómo contribuyen desde su compañía a cumplir este objetivo?

Pese a que vivimos en el Planeta Agua, la falta de agua potable es uno de los retos más serios. El Grupo Arad, tiene en su DNA la prioridad de aportar su conocimiento y experiencia a mejorar permanentemente la gestión más eficaz y ef-

ciente de los recursos hídricos. Nuestras tecnologías y productos logran el objetivo de reducir el desperdicio del agua.

La explotación más eficiente, en la situación que cada vez más hay escasez de agua potable es nuestro objetivo, y lo cumplimos, para beneficio de la humanidad. Esto nos produce una gran satisfacción, pues es el crecimiento permanente y no el lucro a corto plazo nuestro objetivo.

¿Cómo ve en un futuro de la gestión del agua, teniendo en cuenta el gran desafío que supone el cambio climático?

En años recientes, los recursos limitados de agua potable, combinados con el crecimiento de la demanda, debido al crecimiento de la población y al nivel de vida de los seres humanos son nuestro desafío.

Además, los cambios rápidos de temperatura y la preocupación por el medioambiente de nuestro planeta han contribuido a desarrollar tecnologías en Israel que dan prioridad al reciclaje y de desalinización y purificación del agua, con soluciones de avanzada en la batalla por la resiliencia en el uso seguro del agua.

2021 es un año de gran importancia en la lucha contra el cambio climático. Los esfuerzos de la recuperación y sostenibilidad de la naturaleza global, a lo que nosotros contribuimos modestamente, se ve reforzado con el foco puesto por el Presidente de los Estados Unidos de Norteamérica, Sr. Biden, en aportar seriamente a la solución de la crisis climática en la que vivimos. El Grupo Arad y Contazara aportan, con sus tecnologías y productos, a mejorar la gestión del agua, ante el desafío proveniente del cambio climático.

La transformación digital nos brinda una efectiva respuesta a situaciones de crisis. La incertidumbre es quizás una de las palabras que mejor define esta crisis, y no sé cuánto va a durar, o cómo será la "nueva normalidad".

Esto se aplica a múltiples procesos y áreas comerciales, como la facturación, la introducción de medidas innovadoras y nuevos costes operativos. Muchas empresas están reconsiderando sus inversiones porque las consecuencias de la pandemia siguen siendo en gran parte desconocidas.

El coronavirus ha destacado el papel del agua en situaciones de emergencia y situaciones de crisis. El futuro es incierto, pero la tecnología nos brinda las herramientas que necesitamos para afrontar con éxito los próximos retos.

Economía circular: compromiso con el desarrollo sostenible

La economía circular está cada vez más en boga. Gobiernos, emprendedores, investigadores, y destacadas organizaciones y empresas se afanan en implementar medidas que ayuden a proteger el medioambiente y optimizar los recursos. Además, se prevé que este nuevo modelo económico genere miles de puestos de trabajo a corto y largo plazo



Foto: Pexels

Mónica Ramírez

Cada vez se oye hablar más de la economía circular, y a “estas alturas de la película” nadie duda de sus bondades y de la necesidad de llevarla a cabo en la sociedad actual, pero ¿sabemos qué es realmente y los propósitos que persigue? La Fundación para la Economía Circular la define como “un concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible y que se reduzca al mínimo la generación de residuos”.

Bien se podría afirmar, entonces, que se trata de un nuevo sistema económico y social que tiene como finalidad la producción de bienes y servicios, al tiempo que reduce el consumo y el desperdicio de materias primas, agua y fuentes de energía. Al tratarse de un modelo que prima el aprovechamiento de los recur-

sos, se convierte en una alternativa al sistema actual de extracción, producción, consumo y eliminación, es decir, el modelo económico lineal, que agota los recursos naturales y genera más contaminación. Se pretende, por tanto, alargar la vida útil de los materiales y residuos, y dotarlos de “una segunda vida”.

Este concepto, abarca sectores tan diferentes como la fabricación y producción, la construcción y la movilidad. Además, está previsto que este nuevo modelo económico, que está en auge, genere miles de nuevos puestos de trabajo a corto y largo plazo. Un informe de la Unión Europea prevé la creación de 700.000 empleos netos hasta el año 2030, de los cuales 160.000 se generarían en las pymes españolas. Por este motivo, es de vital importancia contribuir al conocimiento de la economía circular entre las pymes, ya que constituyen el 95% del tejido productivo español.

A pesar de ser un referente europeo en innovación y competitividad, todo apunta a que nuestro país necesita invertir en mejorar la reducción y el reciclaje de los residuos. Según el informe *Economía Circular en Pymes en España*, que presentaron a finales del pasado mes de marzo la Cámara de Comercio de España y MAPFRE, cerca de la mitad de las pymes españolas (46%) conocen las ventajas de la economía circular, una cifra que varía según el sector de actividad, y que mejora a medida que crece el tamaño de la empresa. Sin embargo, las pequeñas y medianas empresas avanzan en la promoción de este modelo económico, basado en la reutilización, reparación y reciclaje, y que permite alargar la vida útil de cualquier producto. En este sentido, cada vez es mayor el número de ellas que adopta medidas para reducir la generación de residuos (94,4%), así como las que venden o ceden sus desechos a otras empresas para que los aprovechen



Un operario trabaja en una planta de reciclaje de residuos electrónicos, en Turquía. Foto: Shutterstock

(56%), las que separan en origen una parte o todos los residuos que generan, sobre todo papel y plásticos, y las que recurren a gestores privados para desprenderse de residuos más contaminantes, como la chatarra y el aceite. Según este informe, dos tercios de los residuos corresponden a las pymes, por lo que el paradigma de la economía circular pasa por la evolución de las pequeñas y medianas empresas hacia este sistema.

Estas son algunas de las conclusiones extraídas del citado estudio, que pone de manifiesto que las pymes también se caracterizan, cada vez en mayor medida, por utilizar materias primas secundarias o recicladas en sus procesos productivos (60%), principalmente papel y cartón (71,3%); y se comprometen más a reducir el consumo de recursos (80%), fundamentalmente electricidad, con el objetivo principal de ahorrar. Por su parte, entre las áreas de mejora, destaca el hecho de que las pymes siguen sin tener en cuenta el diseño ecológico en sus productos (21,1%), un elemento clave para lograr incrementar la tasa de reciclaje. Además, el informe indica que no eliminan en la medida que sería deseable los plásticos de un solo uso (16,2%); y no creen que deban tomar medidas para recuperar y reutilizar el agua (88%), excepto las del sector in-

dustrial. En el estudio se han analizado los datos del registro estatal de emisiones y fuentes contaminantes, por lo que recoge una información muy detallada en esta materia desde el año 2001.

Nuestro planeta corre el riesgo de quedarse sin recursos naturales si seguimos con el modelo de negocio actual. Según las previsiones de la ONU, la población mundial se incrementará en 2.000 millones de personas en los próximos 30 años, y para mantener nuestro nivel de vida actual "necesitaríamos 3 planetas". Por ello, los expertos insisten en la necesidad imperiosa de corregir los patrones de consumo actual, a nivel empresarial, con una producción sostenible y solidaria para toda la población mundial.

Estrategia Española de Economía Circular (EEEC)

El 93% de las empresas europeas cree que la economía circular es importante para el éxito de su negocio en el futuro y un 85% prevé realizar inversiones en este modelo, según los datos manejados por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), la organización de referencia en el ámbito de la sostenibilidad empresarial en el mundo.

La respuesta española para impulsar una economía circular en nuestro

país es la Estrategia Española de Economía Circular (EEEC), aprobada por Acuerdo de Consejo de Ministros el 2 de junio de 2020. Dicho documento sienta las bases para impulsar un nuevo modelo de producción y consumo en el que el valor de productos, materiales y recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, en la que se reduzcan al mínimo la generación de residuos y se aprovechen con el mayor alcance posible los que no se pueden evitar. La Estrategia contribuye así a los esfuerzos de España por lograr una economía sostenible, descarbonizada, eficiente en el uso de los recursos y competitiva.

Por tanto, lo que se pretende es eliminar determinado tipo de productos que no son susceptibles de una segunda vida futura y alargar la de otros que sí cumplen con este modelo, para favorecer la adaptación de las empresas en favor de la economía circular.

La EEEC fija unos objetivos para 2030, y contempla su desarrollo y concreción a través de sucesivos planes de acción trienales, llamados a recoger las medidas específicas que prevé poner en marcha la Administración General del Estado para hacer posible alcanzar los objetivos planteados dentro de una década.



Las pymes utilizan materias primas secundarias o recicladas en sus procesos productivos (60%), principalmente papel y cartón (71,3%), según el informe Economía Circular en Pymes en España. Foto: Pexels.

El primer Plan de Acción, sometido a información pública, tiene un marco temporal de 2021 a 2023. Dicho plan contiene 112 medidas lideradas por distintos centros directivos de la Administración General del Estado (AGE) y distribuidas en 5 ejes y 3 líneas de actuación: producción, consumo, gestión de residuos, materias primas secundarias y reutilización del agua; y, con carácter transversal, sensibilización y participación, investigación, innovación y competitividad, y empleo y formación, que dan respuesta a los principales planteamientos de la economía circular.

Producción, consumo y gestión de residuos

El primer eje de actuación, centrado en la producción, incluye 16 medidas destinadas a la inclusión de la economía circular en diversas áreas, desde la industria alimentaria al sector forestal, pasando por el impulso al ecodiseño o la inclusión de requisitos puntuables relacionados con economía circular en los pliegos y programas de ayudas públicas, préstamos y líneas de crédito públicas.

En el segundo eje de actuación, dedicado al consumo, con 13 medidas, destacan las relacionadas con la información al consumo, como el fomento de la Etiqueta Ecológica Europea (ECOLABEL) y el desarrollo de una etiqueta en la que se informa sobre la vida útil del producto, especialmente el índice de reparabilidad; así como medidas para la reducción de los residuos alimentarios,

tanto de carácter normativo como de colaboración público-privada con el sector HORECA (acrónimo de Hoteles, Restaurantes y Cafeterías).

También se incluyen medidas para fomentar un consumo sostenible, como la promoción de mercados de segunda mano o la reutilización de infraestructuras públicas; y, por último, medidas relativas a la inclusión de la economía circular en la contratación pública, tanto centralizada como la individualizada.

Por su parte, el eje destinado a la gestión de residuos contiene 29 medidas destinadas a la adecuación a los criterios de economía circular en la normativa y planes de residuos: desde la futura Ley de Residuos y Suelos Contaminados, hasta la nueva normativa de envases, pasando también por la de aparatos eléctricos y electrónicos, y pilas y baterías, entre otros. Se prevé también el desarrollo de nuevas exigencias para textiles y plásticos agrarios, y la elaboración de nuevos programas de prevención y de planificación de residuos.

Materias primas secundarias y reutilización de agua

En el eje destinado a las materias primas secundarias, compuesto de 12 medidas, se incluyen actuaciones para aplicar y fomentar el uso de los subproductos, así como para desarrollar criterios de fin de condición de residuo, y para analizar sus implicaciones en el mercado de las materias primas secundarias.

El eje dedicado a la reutilización del

agua cuenta con 4 medidas destinadas al apoyo a regadíos que usen aguas regeneradas, a mejorar la información sobre los usos del agua para una mejor planificación, incluyendo la reutilización de agua entre los volúmenes disponibles, y a revisar el marco normativo de la reutilización del agua.

El eje dedicado a la Sensibilización y Participación contiene 19 medidas destinadas a la sensibilización en el ámbito de la empresa, mediante, por ejemplo, la elaboración de buenas prácticas de economía circular o de boletines periódicos; y en el ámbito del consumo, mediante diferentes campañas de sensibilización.

Investigación, innovación y empleo

En el ámbito de la investigación, innovación y competitividad se incluyen 8 medidas destinadas a promover la innovación en el ámbito de la bioeconomía, la investigación y difusión de resultados sobre economía circular, en general, y en algunos ámbitos, como es la I+D+i, incentivos de soluciones de EC para las palas de los aerogeneradores eólicos, en particular.

Por último, la línea de Empleo y Formación incluye 11 medidas destinadas a programas de formación e inserción para determinados colectivos, como el minero, los jóvenes, el desarrollo de programas de escuelas-taller y casas de oficios, y la revisión de las especialidades del Catálogo de Especialidades Formativas del SEPE. También se incluyen medidas para impulsar el empleo en el ámbito de la economía circular, como es el Programa Emprenderverde, impulsado por la Fundación Biodiversidad, o el impulso de las entidades de economía social dedicadas a estas actividades, entre otros.

Ecodiseño

Para alcanzar un desarrollo sostenible, el producto debe ser diseñado para ser reutilizado y reciclado. Se trata del ecodiseño, que tiene en cuenta la variable ambiental como un criterio más a la hora de tomar decisiones en el proceso de diseño de los productos. Para ello, es necesario el concepto de las 7Rs, que corresponden a las iniciales de las siguientes palabras: rediseñar, reducir, reutilizar, reparar, recuperar, renovar y reciclar.

El ecodiseño se enmarca en el concepto de “rediseñar”, que consiste en introducir la ecología en el diseño de un producto. Cuando se aplica el eco-

TRATAMIENTO DE RESIDUOS MUNICIPALES

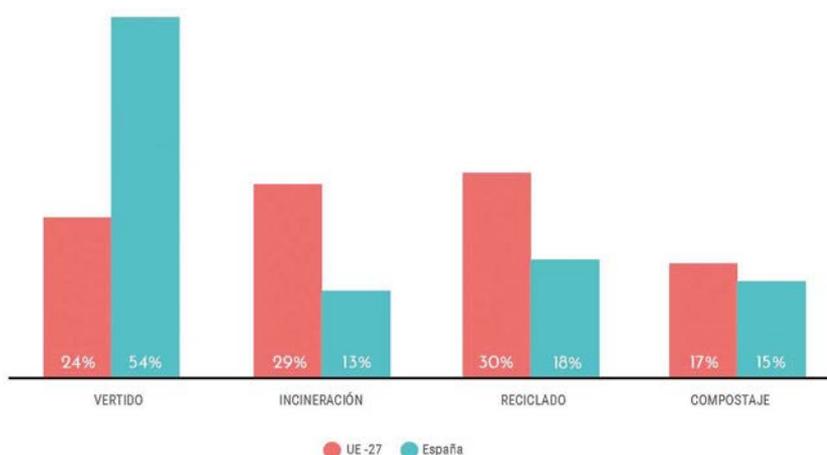


Figura 1. Distribución del tratamiento de residuos municipales por habitante en España y la UE-27 (%). Fuente: Fundación COTEC para la Innovación, Informe Situación y evolución de la economía circular en España (2019).

diseño, los productos son diseñados y fabricados teniendo siempre en cuenta el medio ambiente y el impacto que se pueda generar en él. De este modo, se busca que los productos alcancen un alto grado de sostenibilidad, a través del estudio de materiales y de los diseños que se van a utilizar. Gracias al ecodiseño, desde la primera hasta la última pieza pueden reutilizarse o reciclarse una vez terminada su vida útil.

La economía circular trata de convertir los residuos en materias primas, y al mismo tiempo generar empleo en el contexto de la denominada "economía verde". La impulsora de este modelo fue Ellen MacArthur, y desde la Fundación que lleva su nombre, se han puesto en marcha numerosas iniciativas en este sentido. Recientemente ha publicado "Innovación en origen: una guía de soluciones para empaques", una guía práctica para la eliminación de la contaminación por plástico mediante soluciones de economía circular. Con una gran cantidad de orientaciones prácticas y ejemplos reales, este manual fue creado para cualquier persona que, directa o indirectamente, tome decisiones sobre envases de productos. Al centrar los esfuerzos en la innovación en origen, es decir, en la etapa de diseño de un producto en lugar de al final de la cadena, como es el reciclaje, las empresas pueden evitar que los residuos ni siquiera sean generados.

Estudios de casos de empresas como Tesco, Lush, Walmart y Abel & Cole, entre otros, muestran cómo las empresas de todo el mundo están utilizando soluciones de economía circular en diversos sectores. "No podemos salir de esta crisis de contaminación por plástico a través del reciclaje. Tenemos que mirar al origen, y ver, en primer lugar, qué se pone en el mercado. De esa manera podemos eliminar los residuos desde el diseño, y no simplemente gestionarlos mejor. La economía circular nos permite rediseñar todo el sistema de plásticos para no sólo superar el desafío mundial de la contaminación por plástico, sino hacerlo de forma que nos permita crecer mejor y crear soluciones rápidas y en escala. Los diseñadores y las empresas están en el centro de esta transición y esperamos que esta guía les ayude en el proceso", señala Sara Wingstrand, Gerente del Programa de Innovación en la Fundación Ellen MacArthur.

La Guía de Innovación en el Origen se publicó pocas semanas después de que la Fundación, en colaboración con la ONU Medio Ambiente, divulgara el segundo informe del Compromiso Global por una Nueva Economía del Plástico, que ha demostrado que las empresas tendrán que dar un paso al frente en sus esfuerzos de eliminación y reutilización, si quieren alcanzar los objetivos fijados para 2025 con el fin de abordar la conta-

minación por plástico.

Oliplast: bioplástico orgánico

En España ya encontramos algunas iniciativas originales y prometedoras. En Andalucía, la cooperativa olivarera Olike de Pozoblanco (Córdoba) y el Instituto Tecnológico del Plástico han presentado un novedoso, versátil y ecológico bioplástico orgánico.

Nuestro país es el primer exportador mundial de aceite de oliva y durante el proceso de producción se desechan unas 360 mil toneladas de huesos de aceituna al año. Hasta ahora, se incineraban como recurso de biomasa, para su valorización energética, pero ¿por qué no ir más allá y reutilizarlos? Se ha descubierto que a partir de un cuidadoso procedimiento de los huesos es posible obtener un material bioplástico, que resulta muy apropiado para la fabricación de envases sostenibles.

Es así como nace el proyecto GO-OLIVA, grupo operativo financiado con fondos Feder de la Unión Europea y del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, cuyo objetivo se centra en desarrollar un producto bioplástico versátil y ecológico a partir del hueso de la aceituna, y que permitirá encontrar una aplicación de alto valor añadido a este residuo para la fabricación de nuevos envases sostenibles para el propio aceite y sus derivados.

Se trata de Oliplast, un nuevo material plástico compuesto biodegradable, compostable y elaborado con materiales procedentes de fuentes renovables. Concretamente, el nuevo material estará compuesto por una carga o refuerzo procedente del aceite de oliva y un material termoplástico. Oliplast podrá ser procesado mediante extrusión o inyección para la elaboración de nuevos productos, como una bandeja o plato para apoyar la botella y tapones para envases de cremas cosméticas elaboradas con aceite de oliva.

A finales del pasado mes de abril se presentaba el resultado del proyecto GO-OLIVA, que comenzó en 2019, con un presupuesto que ha ascendido a 340.000 euros, gracias a la puesta en común de ideas para desarrollar acciones de economía circular entre la Cooperativa y el Instituto Tecnológico del Plástico (AIMPLAS). De ahí surgió la posibilidad de convertir los restos de hueso provenientes de la molturación en un elemento base para la fabricación de bioplásticos

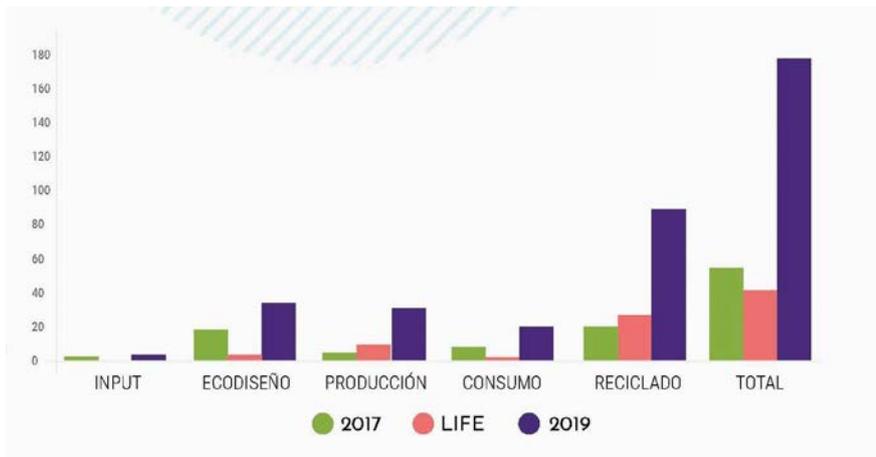


Figura 2. Número de actores y buenas prácticas centradas en Economía Circular que se analizaron en el 1er Informe (2017) y en la actualización del informe (2019), incluyendo también los proyectos LIFE, distribuidos en las principales categorías. Fuente: Fundación COTEC para la Innovación, Informe Situación y evolución de la economía circular en España (2019).

orgánicos, que permiten generar un producto de alta calidad y que sorprende por su resistencia en todos los usos en los que se ha probado: bandejas, platos, maceteros, vasos y recipientes de todo tipo. En este sentido, Juan Antonio Caballero, presidente de Olipe, señala que “cualquier valor añadido que podamos obtener de los subproductos del olivar es bueno porque siempre va a contribuir a la economía de los agricultores, que es nuestro objetivo final como cooperativa”. Además, explica que el proceso comienza con la limpieza, el desecado y la molienda del hueso, que se lleva “casi en polvo” a las instalaciones de Aimplas para comenzar el proceso.

Por su parte, la responsable de Marketing de Aimplas, Elisa Cones, destaca el carácter innovador del producto como ejemplo de la valorización de un residuo, que se convierte en un elemento útil y que además es biodegradable. Tras el uso de Oliplast, que incluso podría llegar a convertirse en envase de aceite, este producto podría ser de nuevo procesado y ser incorporado como compost al propio olivar.

El proyecto se basa, por tanto, en la economía circular, ya que avanzar hacia este modelo económico, “podría generar beneficios, como reducir la presión sobre el medio ambiente, mejorar la seguridad de suministro de materias primas, más competitividad, innovación, crecimiento y empleo”, indica el presidente de la Confederación de Empresarios de Córdoba (CECO), Antonio Díaz, Antonio Díaz, quien añade que este tipo de iniciativas “constituyen un

ejemplo de cómo empresas y entidades avanzan en su desarrollo, preocupadas por el modelo de sociedad que todos queremos”.

Obsolescencia programada

Sin embargo, la economía circular no afecta solo a los envases y al gran consumo, sino también a otros sectores, como la construcción (en los estudios del ciclo de vida de los materiales y en el uso optimizado de los espacios construidos), en la gestión del agua (con procesos de mejora y reutilización) o la movilidad (análisis de los costes de un vehículo en relación a su vida útil y los tiempos de uso).

En la actualidad, Europa genera más de 2,5 millones de toneladas de residuos al año, con especial incidencia en las ciudades, y en el caso de España, cada ciudadano genera una media de 460 kg de residuos urbanos.

Por ello, con el objetivo de conseguir que la Unión Europea utilice de forma eficaz sus residuos, el Parlamento Europeo ha aprobado una serie de medidas encaminadas a la economía circular. Esta hoja de ruta se plantean unos objetivos de reciclado que, en el caso de los envases plásticos, se sitúa entre el 55 y 60% en 2025.

El Parlamento señala que, en una economía circular, al contrario que en la basada en el principio de “usar y tirar”, el ciclo de vida de los productos se extiende gracias a un mejor ecodiseño que facilita las reparaciones, la reutilización y la refabricación de viejos productos.

En este sentido, el Parlamento Europeo pidió, el pasado mes de febrero, que el plan de acción para la economía circular, ya presentado en Bruselas, sea más ambicioso y contemple objetivos vinculantes en materia de huella ecológica por el uso y consumo de materiales. De este modo, se pone el foco en la necesidad de profundizar en los estándares que garanticen que los productos sean duraderos y no tengan la conocida obsolescencia programada.

El objetivo es evitar a toda costa las graves consecuencias que las “montañas de basura”, que se producen de forma constante, tienen para el medioambiente. Y esta situación atañe también a los productos tecnológicos, que podrían seguir usándose mucho más tiempo si no fuera por la citada obsolescencia programada.

Para contrarrestar este efecto y fomentar un mercado más sostenible, la Unión Europea ha anunciado un nuevo plan de medidas con las que fomentar la reutilización y reparación de los productos. Este nuevo proyecto forma parte del Plan de Acción de Economía Circular presentado por la Comisión Europea, y que se engloba dentro del Pacto Verde Europeo. Su principal objetivo es alargar la vida útil de los dispositivos.

De este modo, el principal foco de responsabilidad recaerá sobre los fabricantes, que deberán producir dispositivos y electrodomésticos más sostenibles, e informar mejor a los consumidores sobre las posibilidades de reparación del producto en caso de avería.

Además de fomentar la reparación de los productos, frente a la comodidad de comprar otro modelo más nuevo, la UE quiere también mejorar el reciclaje de los materiales. Una vez que se haya alargado la vida de los productos lo máximo posible, sus piezas y materiales tendrán que tratarse de manera que puedan reutilizarse o contaminen lo menos posible.

En el fondo de este ambicioso plan subyace el deseo de minimizar al máximo los residuos y transformarlos en recursos secundarios de alta calidad, que se beneficien de un mercado que funcione bien para las materias primas secundarias.

Estas medidas se aplicarán tanto para los electrodomésticos y productos electrónicos (móviles u ordenadores, por ejemplo), como para las baterías de los coches, el embalaje de nuevos

productos, impresoras e, incluso, textiles. No obstante, aunque principalmente se refiere a productos tecnológicos, el plan de la Comisión Europea se puede aplicar a una gran variedad de sectores comerciales, que ahora tendrán que adaptarse a estas nuevas medidas.

Reciclaje en España

El 17 de mayo se celebra el Día Internacional de Reciclaje, promovido por la UNESCO desde 2005, para concienciar a la población sobre la importancia de generar menos residuos para reducir la huella de carbono.

Con los últimos datos disponibles, correspondientes a 2018, en España cada habitante generó 391,3 kilos de residuos, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), por lo que una correcta gestión es clave para evitar que acaben en el vertedero y, por tanto, conseguir que un elevado porcentaje se reciclen.

En palabras de Ion Olaeta, presidente de la Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje (FER), la celebración de este día debe servir para "homenajear a todas aquellas empresas que forman la industria del reciclaje de nuestro país, por llevar a cabo una labor indispensable para alcanzar un desarrollo sostenible y respetuoso con el medio ambiente".

Los nuevos instrumentos comunitarios de financiación 'Next Generation EU', en línea con el Plan de Acción de Economía Circular y el Pacto Verde Europeo impulsados por la Comisión Europea, dotados con 140.000 millones de euros en transferencias y créditos para el periodo 2021-2026, "son una constatación de que urge acelerar la transición hacia la economía circular y, para ello, la industria del reciclaje es y será clave", señala el presidente de FER.

Según los últimos datos aportados por la Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje (FER), en 2019 se gestionaron 6,1 millones de toneladas de chatarras férricas, 119.840 toneladas de baterías de plomo ácido, 249.420 toneladas de envases metálicos, 813.768 vehículos dados de baja y reciclados ese año, 299.595 toneladas de grandes electrodomésticos, 1.689 toneladas de equipos informáticos y de telecomunicaciones recuperados en 2018, y 271.933 toneladas de neumáticos fuera de uso reutilizadas y recicladas dicho año.

Además, la industria española del reciclaje cuenta con más de 6.000 empresas, una cifra superior de empleos directos y más de 10.000 millones de euros de volumen de negocio, el 1% del PIB.

España se encuentra por debajo de la media europea en generación de residuos, pero este valor empezó a crecer en 2014

Por su parte, Ecoembes, la organización medioambiental sin ánimo de lucro que promueve la sostenibilidad y el cuidado del medioambiente a través del reciclaje, dentro de su apuesta por la economía circular, en mayo de 2017 puso en marcha TheCircularLab, el primer centro de innovación sobre esta materia en Europa. Se trata de un laboratorio que, mediante investigación colaborativa, estudia, prueba y aglutina las mejores prácticas y líneas de innovación en el ámbito de los envases y su reciclado. Situado en Logroño, este centro de investigación analiza todas las fases del ciclo de vida de los productos y envases: la recepción, el diseño e incluso la reintroducción al ciclo de consumo a través de nuevos productos, trabajando en cuatro áreas de investigación muy diferenciadas.

De esta manera, trabajan con las empresas para promover y poner en marcha acciones de ecodiseño e impulsar la fabricación de envases más sostenibles, como el nuevo envase bio bio. Durante el primer año del PEP 2018-2020, 2.179 empresas implantaron 3.653 medidas de ecodiseño, y desde que comenzaron a trabajar en los Planes Empresariales de Prevención, las medidas de ecodiseño ascienden a 48.819. Esto ha permitido generar un ahorro de más de 528,691 toneladas de materias primas.

Informe COTEC

La Economía Circular es una de las grandes transiciones en las que la Fundación Cotec, que promueve la innovación como motor de desarrollo económico y social, está inmersa, y una de sus líneas prioritarias en las que está centrando sus esfuerzos. Por ello, ha elaborado un informe sobre la "Situación y evolución de la economía circular en España".

El informe de la Fundación Cotec refleja que España se encuentra por debajo de la media europea en generación de residuos, pero este valor empezó a crecer en 2014, mientras que se ha mantenido estable en el resto del continente, lo que invita a tomar medidas para no invertir la tendencia.

En cuanto al tratamiento de esos residuos, los vertidos representan en España el 54% del volumen total (el resto se reparte entre incineración, reciclado y compostaje), más del doble de la media de la Unión Europea (24%), y muy lejos todavía del objetivo establecido por la Comisión Europea para 2030 (10%).

Según el citado informe, España mantiene patrones de producción y consumo con fuertes rigideces estructurales, que dificultan la introducción de modelos más circulares y sostenibles. Otra dificultad para la implantación del nuevo modelo es la falta de indicadores específicos para medir la circularidad en la economía.

El estudio recuerda que, en los últimos años, en nuestro país, se han desarrollado acciones e iniciativas en administraciones, empresas y organizaciones sociales, pero la implantación de estrategias circulares es todavía incipiente. Asimismo, insiste en la necesidad de que haya una voluntad política para favorecer la transición hacia una economía circular. En este sentido subraya la importancia del ámbito local, debido a su proximidad con los ciudadanos, las empresas y los trabajadores.

El estudio recuerda, además, que la hoja de ruta estatal ayudará a definir marcos estables, a superar las actuales barreras técnicas y regulatorias, así como a diseñar políticas e inversiones específicas.

En el informe se recogen, además, 167 casos de éxito relacionados con la economía circular, más del triple de los que aparecían en el informe de 2017. La mayoría de estas iniciativas están relacionadas con el reciclaje de residuos, el ecodiseño y las nuevas formas de producción y generación de productos.

En definitiva, habrá que tener en cuenta el estudio, la reflexión, la conciliación y la acción en los medios científicos, empresariales, sociales y políticos para favorecer la puesta en práctica eficaz de conceptos cardinales como economía circular, y contribuir entre todos a mantener nuestro planeta con la mejor salud posible, ya no que no tenemos otro.

Gonzalo Jiménez

Director de Desarrollo Sostenible y Transformación DR Andalucía de HIDRALIA (Grupo Suez)

“Ninguna organización puede obviar el desarrollo sostenible en sus planes de futuro”

Mónica Ramírez

En el sector del agua, el concepto de economía circular se plasma en volver a utilizar el “líquido elemento” una y otra vez, tal y como sucede en el ciclo natural. En el ámbito urbano, mediante la regeneración de las aguas residuales, se puede mitigar el consumo neto de agua reutilizándola en diferentes aplicaciones (limpieza de las calles, riego agrícola, parques y jardines, etc.). Por su parte, en el sector industrial, se puede volver a utilizar el agua regenerada proveniente de los efluentes para generar nuevos productos y, de esta forma, reducir su impacto medioambiental y ahorrar costes.

En este sentido, la economía circular se dirige tanto a los sectores públicos encargados del desarrollo sostenible, como a las empresas que buscan resultados económicos, sociales y ambientales, y a la sociedad, en general, que debería interrogarse acerca de sus necesidades reales.

Gonzalo Jiménez, director de Desarrollo Sostenible y Transformación DR Andalucía de HIDRALIA, se confiesa un “apasionado por el servicio público y la sostenibilidad”. Hidralia, Gestión Integral de Aguas de Andalucía, S.A., es una empresa del sector del medio ambiente que gestiona el ciclo integral del agua, y está participada por el grupo referente en el sector medioambiental Suez Agua Concesiones Ibérica, S.L.U. Como indican desde la misma compañía, el desarrollo sostenible es la base del modelo de gestión de Hidralia. A través del REwater Global Plan, ha establecido compromisos dirigidos a reforzar el modelo de economía circular y sostenibilidad ambiental en toda su actividad.

De este modo, se han propuesto alcanzar un 90% de reducción de emisiones de CO₂ derivadas de su consumo eléctrico; además de reducir el equivalente al 20% del consumo de agua por habitante mediante soluciones dirigidas



Gonzalo Jiménez

“La innovación y la digitalización son ejes transversales tructores necesarios en la evolución”

a la reutilización y la minimización de pérdidas en la red, y alcanzar la autosuficiencia energética, con la redefinición de sus plantas de tratamiento en biofactorías que permiten, además de tratar el agua, y recuperar así la vida biológica de los ríos y mejorar la salud de las personas, ser generadoras de energía y recursos para otros sectores industriales.

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, y Máster en Gestión Integral del Agua, Gonzalo Jiménez, que lleva dos décadas ocupando puestos de responsabilidad en este sector, nos explica sus puntos de vista e impresiones, adquiridos a través de su larga experiencia en esta materia.

En el terreno profesional, lleva más de 20 años vinculado al sector del medio ambiente y más concretamente al del agua, ¿cómo ha evolucionado este sector a lo largo de todos estos años?

El sector del agua ha evolucionado de forma exponencial en multitud de ámbitos, tanto en el tecnológico en su más amplio espectro, como en cuanto a la cobertura y servicio prestado tanto a la ciudadanía como a la sociedad en general.

Desde su actual posición, a nivel interno, entre otras cosas, diseña y coordina la implementación de los planes de Desarrollo Sostenible y Transformación, con un claro foco sobre la digitalización, la economía circular y la lucha contra el cambio climático, con una triple visión: social, ambiental y económica. ¿Cómo percibe la situación actual en estas materias?

Creo que existe una clara sinergia creada en todo el contexto empresarial y de la administración en torno al desarrollo sostenible. A día de hoy, por suerte, hay pocas personas que desconozcan este término.

Y en un futuro próximo ¿cómo será su evolución?

Estoy convencido de que la evolución será siempre ascendente; quizás con ciertos dientes de sierra condicionados por episodios de carácter global, pero en un sentido siempre creciente. Cada vez es mayor el número de actores que incorporan los compromisos adquiridos en la Agenda 2030 en sus estrategias a corto-medio plazo y que, a su vez, se refuerzan con políticas directas desde todos los ámbitos públicos. Pienso que hoy en día ninguna organización, tanto pública como privada, puede obviar el desarrollo sostenible en sus planes de futuro.

¿Es fundamental fomentar la innovación y la digitalización a través de la colaboración y la inversión para mejorar las infraestructuras y reajustar las industrias, con el fin de que sean sostenibles?

Totalmente de acuerdo. La innovación y la digitalización son ejes transversales tractores necesarios en esta evolución de mejora. De una parte, la digitalización nos permite compartir y añadir valor a nuestro entorno, aportando información útil a las administraciones y a la ciudadanía de forma inmediata y abierta, a la par que permite optimizar la operativa empresarial y los recursos técnicos y económicos.

Ciertamente para desarrollar este propósito, la colaboración público-privada es fundamental, tanto en lo económico como en cuanto a conformar alianzas estratégicas que nos permitan avanzar de forma conjunta y alineada.

En su opinión, ¿cuáles son las claves para la sostenibilidad del ciclo del agua?

Como aspectos importantes sin orden preestablecido, me gustaría destacar los siguientes: la cooperación público-privada para conseguir las metas de los ODS; la implementación de infraestructuras verdes combinadas con infraestructuras grises, para aumentar la resiliencia de nuestras ciudades y los beneficios ecosistémicos a la ciudadanía y al medioambiente; los planes

“Desde mi experiencia, considero que la economía circular es un pilar estratégico y, por tanto, la valorización de residuos se incluye en esa línea”

“Debemos transformar instalaciones del ciclo integral, que tradicionalmente han restado valor al entorno, en instalaciones verdes”

estratégicos orientados a la descarbonización y minimización de impactos ambientales y la mitigación/adaptación al cambio climático; apostando por la economía circular en nuestro ámbito de gestión y la búsqueda incesante de la neutralidad climática. Por último, y no menos importante, situar a la persona en el centro de la estrategia como beneficiario final, sin dejar a nadie atrás.

Por otra parte, la generación de residuos lleva consigo asociadas emisiones de gases de efecto invernadero y otras consecuencias ambientales negativas. ¿Qué medidas e iniciativas se pueden llevar a cabo para combatirlo?

Desde mi experiencia, la economía circular es un pilar estratégico y, por tanto, la valorización de residuos se incluye en esa línea. Considero que las empresas debemos de ir incorporando sistemas de gestión en materia ambiental que promuevan la mejora continua de esta gestión. Así mismo, generando nuevos indicadores que aporten valor y nos permitan, desde el ámbito empresarial, tomar las mejores decisiones y las más eficientes. En consecuencia, debemos transformar instalaciones del ciclo integral, que tradicionalmente han restado valor al entorno, en instalaciones verdes, que aporten valor desde muchos ámbitos, tales como la producción de energías verdes, generación de subproductos de alto valor, impactos positivos en la biodiversidad, impulsores del desarrollo tecnológico, escaparates para la educa-

ción ambiental de la ciudadanía, etc.

El pasado mes de junio, se han celebrado las Jornadas Conama 2020 (Congreso Nacional del Medio Ambiente), donde en la Sección Técnica del Agua y Economía Circular, usted ha sido ponente y expuso acerca de la neutralidad en el ciclo integral del agua. ¿Cuáles fueron las principales conclusiones a las que se llegaron?

Un poco lo comentado hasta ahora. Si bien, en este Congreso Nacional de Medio Ambiente se exponen las experiencias más exitosas, y se evidencian los principales hitos alcanzados y avances tecnológicos en el sector, queda recorrido en la implementación de análisis tales como la huella hídrica y la huella del agua, la medición de la huella de carbono en sus tres alcances, la implementación de los ODS en los sistemas de gestión, así como nuevos KPI's, que a día de hoy pocas empresas implementan y que se deben ir extendiendo al resto para poder alcanzar las nuevas metas que nos hemos propuesto.

Como garante de la difusión y divulgación en estas materias, participación como peer reviewer en proyectos de economía circular en ciudades y regiones de la OCDE, participa habitualmente como ponente en congresos, foros y jornadas especializadas, y colabora como docente en distintos máster y cursos de especialización universitaria. ¿Cuáles son los principales mensajes que desea trasladar a la sociedad?

Todos los agentes y, en primer lugar, las personas, formamos parte del desarrollo sostenible de nuestro ecosistema y podemos aportar más de lo que nos creemos, a nivel de conciencia, hábitos de consumo e inducción de acciones.

¿Cuáles son sus próximos proyectos y líneas de investigación?

Nuestras actuales líneas de investigación van muy orientadas en la transformación digital de la compañía en todos sus procesos. De otra parte, en la conformación y desarrollo de *hubs operativos*, donde compartir con nuestros socios públicos nuestro conocimiento aportando valor a la sociedad. Y por supuesto, sin dejar de lado nuestra línea estratégica tradicional de proyectos orientados a la eficiencia en la gestión de los recursos naturales y la valorización.

Annie Marechal

Directora general de la planta Madrid Mill, de la empresa International Paper

“Una mayor conciencia ambiental ha hecho que aumente la demanda de embalajes reciclables”

Mónica Ramírez

La industria del papel, que trabaja con una materia prima de origen renovable –la madera– y cuyos productos se reciclan una y otra vez, se reivindica como un referente en la economía circular. El reciclaje es un elemento indispensable dentro de este nuevo paradigma, e implica la utilización de productos fácilmente reciclables, separación en origen, eficientes sistemas de recogida y tratamiento, mercados para las materias primas secundarias, etc. Pero este nuevo modelo va más allá del reciclaje, y abarca el ciclo productivo completo: materias primas renovables, ecodiseño, eficiencia en los procesos de fabricación, recursos locales o nuevos modelos de consumo, entre otros aspectos.

La industria papelera española es la tercera más “recicladora” en volumen de la Unión Europea, superada solo por Alemania y Francia. Además, el sector papelero es líder en producción y utilización de energía renovable procedente de biomasa (un 33% del combustible que utiliza el sector es biomasa y biogás, y el 66% gas natural).

Una mayor conciencia ambiental sobre el uso de envases plásticos y de otros contaminantes para consumo ha hecho que cada vez más empresas apuesten por un *packaging* o embalaje sostenible a la hora de enviar sus productos.

International Paper es una empresa líder global en la producción de embalajes renovables procedentes de fibra y productos de pasta de celulosa y papel, con operaciones de producción en Norteamérica, América Latina, Europa, Norte de África y Rusia. En nuestro país, la empresa da empleo a unas 1.500 personas. Sus instalaciones constan de una fábrica de papel reciclado para embalajes en Fuenlabrada (Madrid), incluyendo CARPA, empresa de recogida de papel reciclado, así como de nueve plantas de embalaje de cartón ondulado en Barcelona, Bilbao, Gandía, Montblanc, Tavernes,



Annie Marechal

Villabilla (Madrid), Las Palmas, Tenerife y en Ovar (Portugal).

En *Técnica Industrial* hemos entrevistado a Annie Marechal, directora general de la planta Madrid Mill (lleva más una década trabajando en International Paper, en diferentes puestos y ciudades europeas) para conocer las principales claves de esta actividad industrial, que va en aumento debido en gran parte al auge del comercio electrónico, y su relación con la economía circular.

El nuevo paquete de medidas impulsado por la Comisión Europea en la denominada Economía Circular 2.0 supone una oportunidad histórica para buscar un nuevo contexto normativo que tenga más en cuenta la problemática de esta industria, ¿Cómo es la situación del sector en la actualidad?

En el sector del embalaje vemos como cada vez más se prioriza la fabricación de productos reutilizables. Las empresas apostamos por fabricar embalajes que

se puedan volver a usar sin perder valor, implementando diseños y materiales que permitan el reciclaje para que la mayor parte del producto pueda volver a la economía productiva. Las fábricas de papel son muy eficientes en el uso de agua y energía, y en la gestión de residuos. Además, el sector es líder en producción y utilización de energía renovable procedente de biomasa, es decir, una tercera parte del combustible que se utiliza es biomasa y biogás.

La apuesta del sector por la economía circular ha traído consigo todo tipo de acciones encaminadas a lograr la sostenibilidad y a reducir el impacto medioambiental de la producción de embalajes, un hecho que también ha significado un ahorro para las empresas.

En International Paper la gestión responsable es parte de nuestro ADN y el centro de nuestra actividad. Nuestro compromiso es crear un futuro mejor para las personas, el planeta y nuestra empresa. España y, en concreto el área de Madrid, es un gran ejemplo de cómo damos vida a la economía circular.

¿Se aprecian nuevos nichos de mercado para el papel y cartón recuperado, tanto por sus propias características a la hora de sustituir a otros materiales menos sostenibles, como por la demanda que se vislumbra ya en algunos países que necesitan este material para su ciclo productivo?

Sin duda, en la actualidad hay una mayor conciencia ambiental tanto por parte de las empresas como por parte de la sociedad en general, y esto ha hecho que aumente la demanda de embalajes reciclables con baja emisión de carbono, hechos de materiales renovables, obtenidos de forma sostenible y que muevan la economía circular.

El sector del embalaje de cartón ondulado en la Península Ibérica tiene un tamaño de aproximadamente 6,5 millones de metros cuadrados. Por supues-

to, la tendencia es hacia el aumento de la demanda de materiales de embalajes sostenibles que puedan reciclarse fácilmente y que sustituyan a los materiales de plástico de un solo uso. Los consumidores finales están mucho más concienciados con el medio ambiente hoy en día y exigen embalajes responsables. Nosotros desde International Paper respondemos a esta demanda, por ejemplo, con nuestra marca Respir de cestas para frutas y vegetales (de cartón ondulado y cartoncillo), que proceden de recursos renovables y son totalmente reciclables.

Por supuesto, también el comercio electrónico ha crecido sustancialmente en España durante los últimos años, un crecimiento que se ha acelerado por la pandemia y que representa una gran oportunidad para los embalajes de cartón ondulado. International Paper ofrece diversas opciones para el sector del comercio electrónico que son tanto reutilizables como fácilmente reciclables al final de su vida útil.

International Paper y su fábrica de Madrid ha sido galardonada este año en los Premios Comunidad de Madrid, otorgados por el periódico La Razón, en la categoría "Sostenibilidad en Soluciones de Papel y Embalaje" por constituir un ejemplo de economía circular, ¿cuáles son las principales innovaciones que llevan a cabo en este sentido?

Para nosotros es un honor ser reconocidos por La Razón y la Comunidad de Madrid por nuestra apuesta en la sostenibilidad. Nuestra fábrica en Madrid es una de las más vanguardistas e innovadoras del sector, se ajusta a los nuevos cánones de sostenibilidad, renovándose para minimizar la generación de residuos, incluyendo un moderno proceso de cogeneración que produce el 100 % de las necesidades energéticas de la planta, y aprovechando el biogás resultante del tratamiento de los efluentes de aguas residuales. Madrid Mill produce al año más de 400.000 toneladas métricas de papel reciclado para embalaje. Además, fue la primera planta europea en disponer de un circuito cerrado de agua 100% reciclada, es autosuficiente en materia energética y genera un 10% de producción de biogás, resultante del tratamiento de los efluentes de aguas residuales.

¿Qué proyectos va a liderar en la planta de Fuenlabrada con el fin de

cumplir con los objetivos estratégicos de International Paper, incluyendo su empresa de recogida de papel reciclado, CARPA, y Peninsular Cogeneración?

Nuestro compromiso es crear un futuro mejor para las personas, el planeta y nuestra empresa. Y, por supuesto, nuestra planta en Madrid constituye una pieza clave para lograr este propósito. Nuestro objetivo es seguir apostando por la sostenibilidad, seguir mejorando nuestra huella medioambiental, al tiempo que ofrecemos a nuestros clientes los mejores productos. En la planta de Madrid Mill, por ejemplo, fabricamos papel reciclado de alta calidad, nuestra gama Prime, que se encuentra entre los mejores papeles reciclados ligeros disponibles para la fabricación de cajas. Nuestro negocio de cajas ofrece una amplia gama de soluciones de embalaje de cartón ondulado, tanto de papel kraft como reciclado, a clientes de los sectores de la industria y la agricultura.

Y es que hay que recordar que nuestra empresa de reciclaje CARPA es uno de los mayores recicladores de papel de la capital. Cada mes recoge 11.000 toneladas de papel y cajas usadas y las entrega a nuestra fábrica Madrid Mill para producir papel reciclado que, posteriormente, nuestras otras plantas convierten en cajas de cartón ondulado. Esas cajas se venden a varias empresas de la zona para embalar y enviar sus mercancías. Tras su uso, las devuelven al sistema de reciclaje. A continuación, el proceso vuelve a empezar con la recogida por parte de Carpa de las cajas usadas. Además, el recorte de papel no utilizado que se produce durante la conversión de las planchas de cartón en cajas, se devuelve también a la fábrica para su reciclaje. Con el lugar de reciclaje cerca del punto de partida, se reducen las emisiones de CO₂, y nuestro sistema de clasificación de residuos de alta calidad garantiza una gestión responsable. Desde International Paper seguiremos desarrollando y optimizando este negocio.

¿Cómo ha vivido la evolución en el sector de la fabricación de papel en su más de 30 años de experiencia?

Durante los últimos 30 años, creo que los avances más significativos se han producido en los ámbitos de la seguridad laboral, la sostenibilidad de las personas y el planeta, y la orientación al cliente.

En primer lugar, en el ámbito de la

seguridad laboral, los avances tecnológicos han permitido grandes mejoras para eliminar las lesiones relacionadas con el trabajo. Sin embargo, la mayor diferencia está en la mentalidad de muchas empresas del sector. En IP, por ejemplo, la seguridad es un valor fundamental y ningún requisito empresarial es más importante que la seguridad de las personas.

En segundo lugar, hoy en día las exigencias de la sociedad en materia de producción responsable son mucho mayores que hace 30 años, por lo que la mejora continua de los resultados medioambientales, la reducción del consumo de agua y energía, así como la retribución a las comunidades locales, ocupan un lugar destacado en la agenda de las empresas de todas las industrias manufactureras.

En tercer lugar, y por último, como la presión de la competencia ha ido creciendo a lo largo de los años, la satisfacción del cliente, así como la anticipación de las tendencias y necesidades futuras de los clientes, se han convertido en aspectos claves para las empresas de todos los sectores.

¿Encuentra diferencias significativas entre los países donde tiene presencia International Paper, en los que ha desarrollado su carrera profesional?

Sin duda, cada país tiene una cultura y una forma de trabajar diferentes. International Paper siempre ha reconocido y respetado esas diferencias, al tiempo que ha creado una cultura empresarial coherente que se basa en los mismos valores fundamentales de seguridad, ética y gestión responsable en todo el mundo. Siendo la diversidad y la inclusión parte de nuestro compromiso, como empresa, hemos sido capaces de ajustar y alinear los procesos en cada país donde operamos sin comprometer ni la cultura local ni los valores de nuestra compañía.

¿Cuáles son los principales perfiles de los trabajadores que forman parte de la compañía? ¿Qué papel desempeñan los ingenieros?

International Paper tiene en torno a 48.000 empleados y sirve a más de 25.000 clientes en 150 países en América del Norte, Europa, América Latina, Asia y el norte de África.

Contamos con especialistas en todas las áreas necesarias en una empresa de fabricación moderna, desde la tecnología, la producción y el mantenimiento

hasta las ventas, el marketing, el servicio al cliente y la cadena de suministro, así como las finanzas, la informática, los recursos humanos, las comunicaciones y el área jurídica. En lo que respecta específicamente a los ingenieros, en una empresa tan avanzada como International Paper, los ingenieros desempeñan un papel fundamental, especialmente en áreas como el desarrollo de productos, la producción y la optimización de procesos y la sostenibilidad. Siempre buscamos personas con talento para que se unan a nuestro equipo, y también colaboramos con universidades.

Además, tenemos un firme compromiso con la diversidad y la inclusión, buscando siempre atraer y desarrollar el talento. En concreto, la diversidad de género ocupa un lugar destacado en nuestra agenda y pretendemos alcanzar un 30% de mujeres en nuestra plantilla, con un 50% en puestos asalariados, como parte de nuestros objetivos globales de Visión 2030. Estamos convencidos de que, valorando la integración y las ideas diferentes, se consigue un mejor ambiente de trabajo, en el que se valora y fomenta la diversidad, algo que aumenta el grado de compromiso, colaboración e innovación, lo que, a su vez, genera mejores resultados empresariales.

Por último, nuestra cultura se basa en nuestros valores fundamentales de seguridad, ética y sostenibilidad.

La situación del sector del reciclaje del papel tras las restricciones de China a la importación de residuos, el fin de la condición de residuo para el papel recuperado o las posibilidades del papel y el cartón como alternativa a los envases plásticos son algunas de las cuestiones que están centrando el debate en esta materia, ¿cuáles son los grandes retos a los que se enfrentará el sector en los próximos años?

Para 2030, en el marco del Pacto Verde Europeo y del nuevo plan de acción de economía circular (CEAP), todos los envases del mercado de la UE deberán ser reutilizables o reciclables de forma económicamente viable. Estos objetivos hacen del cartón una opción preferente. El reciclaje de cartón tiene un sistema de recogida y reutilización bien establecido desde hace tiempo. El reciclaje de cartón en Europa ya funciona a unos niveles a escala mundial muy superiores a los de otros flujos de residuos clásicos. El proceso de reciclaje es menos costoso y complejo que el del plástico. Además, al estar fabricado con recursos naturales y renovables, el cartón ondulado es biodegradable, degradándose a un

ritmo mucho más rápido que otros materiales. En International Paper, aplicamos el principio de economía circular en la fabricación de embalajes para minimizar la generación de residuos en todo el sistema. El sector debe incorporar plenamente este modelo de producción si queremos alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los compromisos de emisiones de gases de efecto invernadero del Acuerdo de París.

Además, en International Paper, una de nuestras innovadoras áreas de interés es seguir reduciendo el material de embalaje mediante el uso de papeles ligeros siempre que sea posible, y el diseño de cajas y bandejas que permitan evitar el exceso de embalaje y minimizar el uso de materiales. También seguimos invirtiendo en el desarrollo de soluciones de envases de cartón ondulado reutilizables para las aplicaciones en las que es conveniente.

Al mismo tiempo, a medida que la UE avanza en la revisión de su futura política de envases, debemos encontrar el equilibrio adecuado entre los envases de cartón ondulado reciclado, que proporcionan higiene y funcionalidad en determinadas aplicaciones, como el transporte de frutas y verduras frescas y otros productos alimenticios, y las alternativas a plásticos reutilizables.

El 58% de la energía utilizada por las empresas de gran consumo procede de fuentes renovables

El pasado mes de mayo, la Asociación de Fabricantes y Distribuidores (AECOC) presentaba en rueda de prensa los resultados del *Informe de Sostenibilidad en las Empresas del Gran Consumo y Sectores Afines*, que reúne las respuestas de 58 empresas líderes del sector sobre sus estrategias en los tres ejes de la sostenibilidad: medioambiental, social y económico.

Según los datos de la encuesta, el 58,2% de la energía utilizada por las compañías procede de fuentes renovables, y un 68% prevé incrementar su uso en los próximos años. Sobre la gestión de los recursos naturales, el 69,8% de las compañías ha implementado estrategias para reducir su consumo de agua, logrando un descenso de prácticamente el 20%.

En relación a las estrategias de reducción de las emisiones, ocho de cada diez empresas afirma que mide la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) derivada de su actividad, tanto en fase de producción, como en los procesos logísticos y en sus servicios centrales. Además, de estas compañías el 81,4% ha implementado medidas para la reducción de su huella de carbono, y con estas iniciativas

han logrado una reducción de más del 25% en sus emisiones de CO₂ en los últimos años.

El informe analiza también las políticas de las compañías para la reducción en el uso de materiales. En este sentido, el 87,7% de las empresas afirma que ha activado estrategias para reducir los plásticos de un solo uso en sus envases y embalajes, a través de la reducción del peso de sus envases plásticos, del rediseño o de la reutilización. Gracias a estas medidas, el uso del plástico se ha reducido un 22%. Además, el 30,5% emplea ya plástico reciclado y el 79% tiene planes para aumentar su uso. "Las empresas están avanzando en la reducción del uso de materiales -especialmente plásticos- porque, más allá de la regulación, hay también una demanda por parte del consumidor. En el sector compartimos este objetivo pero necesitamos una legislación armonizada que permita mantener la unidad de mercado, y que no obligue a las empresas a asumir los costes económicos y de todo tipo que supone tener reglamentaciones distintas en cada territorio", señala el presidente del Comité de Sostenibilidad de AECOC Juan Manuel González Serna.

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.

PROMOCIÓN especial

cype
SOFTWARE

PACK COMPLETO SOFTWARE CYPE

87%
Descuento

ARQUÍMEDES

- + GENERADOR PRECIOS
- + MEDICIÓN AUTOMÁTICA

CYPELEC REBT

- + IMPLANTACIÓN

CYPECAD BASE LT30

CYPECAD MEP CTE

CYPECAD MEP CLIMATIZACIÓN

P.V. ~~7.812€ + IVA~~

990€ + IVA



Arquímedes
Mediciones
Presupuestos



CYPECAD BASE LT30
Estructuras Hormigón
Pilares



CYPELEC REBT
Baja tensión Rebt



CYPECAD MEP CTE
Cad BIM



CYPECAD Climatización
Climatización RITE

Licencias y autorizaciones ambientales para la construcción, modificación y explotación de las líneas eléctricas en Andalucía

Environmental licenses for the construction, modification and operation in Andalusia

José Manuel García Hiraldo¹

Resumen

Las líneas eléctricas necesitan para su construcción, modificación y explotación de diversas autorizaciones y licencias tanto del Ayuntamiento afectado como de otras administraciones en el ejercicio de sus competencias.

Al margen de la autorización administrativa, de construcción y explotación regulada por la Ley del Sector Eléctrico y por el RD 1955/2000 de 1 de diciembre, y de la normativa en materia urbanística como la LOUA y el Decreto 60/2010 de 16 de marzo, estudiaremos las autorizaciones en materia ambiental y los instrumentos de prevención y control ambiental a los que típicamente están sujetas las líneas eléctricas en Andalucía. Pondremos el foco en las competencias municipales, ya que, además de ser el órgano sustantivo que resuelve en la calificación ambiental para líneas eléctricas de hasta 15 km de longitud, la licencia de obras está condicionada a la previa resolución del trámite ambiental que corresponda.

Palabras clave

Líneas eléctricas, licencias ambientales, Ley GICA.

Abstract

Both the Electric Sector Act and the Royal Decree 1955/2000 stipulate the obligation to obtain authorisation to construct, operate, modify, transmit or decommission any electricity generation, transmission or distribution facility. In addition, building licenses concerns city council as a whole.

Leaving aside the administrative authorization for construction and operation regulated by the Electric Sector Regulation Act, and the Andalusian Planning and Building Act, we will describe environmental licensing procedures provides which will usually be necessary for the power lines construction in Andalusia under the environmental Regulation Act. The council city has competencies relating to the environment licenses for power lines until fifteen kilometres length as well as competences in the building licenses in all cases. Building licenses are linked to environment licenses and plays a key role the city council.

Keywords

Power line, environmental licenses, Andalusian environmental Regulation Act.

Recibido / received: 22/02/2021. Aceptado / accepted: 14/06/2021.

¹ Ingeniero técnico industrial del Área de Fomento del Ayuntamiento de Níjar.
E-mail para correspondencia: jmghiraldo@gmail.com.



Fotografía facilitada por el autor del artículo.

Introducción

Las líneas eléctricas, al tratarse de infraestructuras lineales susceptibles de atravesar y discurrir por zonas de diversa índole, para su construcción, modificación y explotación, con frecuencia están sujetas a múltiples autorizaciones y licencias en las que se entrelazan las competencias de las diferentes administraciones implicadas en la medida que la autorización de unas precisa informes preceptivos de otras.

Con frecuencia la tramitación de las autorizaciones previas a su construcción y/o modificación implican trámites farragosos en los que un conocimiento detallado del procedimiento resulta crucial, e incluso imprescindible si no se quiere sucumbir en el intento, sobre todo en los casos más complejos.

A la complejidad de la tramitación se suma la modificación y actualización permanente de casi toda la normativa aplicable. Y es casi toda porque afortunadamente alguna perdura prácticamente inalterada, como es el caso de la Ley de Expropiación Forzosa del año 1954. El contrapunto se puede encontrar en la regulación urbanística y ambiental.

Grosso modo, en la tramitación de las líneas eléctricas que discurren dentro de una misma provincia o comunidad autónoma, en función de las entidades, administraciones y actores involucrados, podemos hacer cuatro grandes grupos de autorizaciones/trámites:

- Autorización administrativa previa, aprobación administrativa de construcción y autorización de explotación.
- Declaración de utilidad pública en concreto y tramitación correspondiente a expropiaciones.
- Las licencias urbanísticas y autorizaciones de otros organismos (carreteras, ADIF, AESA, etc.).
- Autorizaciones ambientales.

Quizá los grupos de trámites más complejos y que más tiempo precisan para su consecución son la expropiación forzosa y las autorizaciones en materia ambiental. A lo largo del presente artículo nos centraremos en las autorizaciones en materia ambiental, que, en el caso de las líneas eléctricas, al tratarse de una infraestructura lineal, por lo general implica un rosario de autorizaciones por parte de las diferentes administraciones con competencia en materia ambiental.

El estudio se centrará en las líneas eléctricas que discurren por la comunidad autónoma de Andalucía en suelo no urbanizable, puesto que en el caso de suelo urbano las licencias ambientales se reducen considerablemente y en la mayoría de los casos ni siquiera son exigibles. Se pondrá especial énfasis y abundamiento en el papel de los ayuntamientos en la tramitación de las autorizaciones, y se podrá comprobar la vinculación de las licencias urbanísticas con las autorizaciones ambientales.

En cuanto a competencias, es destacable que conforme a los artículos 148 y 149 de la Constitución Española, y conforme al art. 57 del Estatuto de Autonomía de Andalucía aprobado por la Ley Orgánica 2/2007 de 19 de marzo, la comunidad autónoma de Andalucía, en materia de medio ambiente, dispone de competencias compartidas y exclusivas según su ámbito. Por su parte, los ayuntamientos también disponen de competencias en materia de medio ambiente, reguladas estas en la Ley 7/1985 de 2 abril RBRL y el Estatuto de Autonomía de Andalucía.

A lo largo del estudio comprobaremos cómo se van aplicando al caso

tanto normativas estatales como autonómicas, e incluso también las ordenanzas municipales al efecto.

Verdaderamente, no hay otra infraestructura que necesite más licencias ambientales (en cuanto a variedad) que una línea eléctrica que discorra por diferentes zonas, como pueden ser vías pecuarias, costas, cauces fluviales, espacios protegidos, montes públicos, etc. Quizá las carreteras también, pero se construyen con mucha menos frecuencia.

Tipos de líneas eléctricas

Las líneas eléctricas pueden clasificarse en función de su tensión y de su configuración. De este modo, dependiendo de su clasificación, configuración y longitud, los requisitos y las licencias ambientales serán unos u otros.

Clasificación en cuanto a tensión

Las líneas eléctricas se clasifican por su tensión en voltios, conforme a los reglamentos aplicables:

La tensión de la línea dependerá de la distancia a la que pretende transportarse la energía. Además, es proporcional a la distancia a la que puede transportarse: a mayor distancia se precisa de mayor tensión nominal de la línea.

En líneas aéreas de conductores desnudos, a mayor tensión nominal, mayor distancia de aislamiento y de seguridad, mayor sección de conductores y, por tanto, de mayor dimensión serán los apoyos que la soporten. De esta forma, las distancias verticales y horizontales que deben guardar respecto de vías pecuarias, carreteras, dominio público hidráulico, dominio público marítimo-terrestre, etc. aumentarán conforme se incrementa la tensión de la línea.

Clasificación en cuanto a configuración

En cuanto a configuración, las líneas eléctricas pueden clasificarse en líneas de conductores desnudos o aislados y aéreas o subterráneas.

Clasificación en cuanto a longitud

En materia ambiental, la longitud de la línea será indicativa del instrumento de prevención y control ambiental aplicable según se muestra en las tablas 4 y 5.

Baja tensión	Corriente alterna ≤ 1.000 V Corriente continua ≤ 1.500 V
Alta tensión	Categoría especial ≥ 220 kV
	Primera categoría $220 \text{ kV} > T > 66 \text{ Kv}$
	Segunda categoría $66 \text{ kV} > T > 30 \text{ kV}$
Media tensión	Tercera categoría < 30 kV

Tabla 1. Clasificación de las líneas de tensión por voltios. Fuente: RD 842/2002 y RD 223/2008.

Baja tensión	Corriente alterna ≤ 1.000 V Corriente continua ≤ 1.500 V	Conductor desnudo Conductor aislado
	Alta tensión	Conductor desnudo
Alta tensión	Categoría especial ≥ 220 kV	Conductor desnudo
	Primera categoría $220 \text{ kV} > T > 66 \text{ Kv}$	Conductor desnudo
	Segunda categoría $66 \text{ kV} > T > 30 \text{ kV}$	Conductor desnudo
Media tensión	Tercera categoría $< 30 \text{ kV}$	Conductor desnudo Conductor aislado ¹

Tabla 2. Líneas aéreas. Fuente: RD 842/2002 y RD 223/2008. (1) Si bien es cierto que este tipo de instalaciones ya está regulado en la ITC-LAT-08, en la actualidad aún hay pocas con esta configuración.

Instrumentos de prevención y control ambiental

Los instrumentos de prevención y control, en Andalucía, se definen y encuadran en el Título III de la Ley 7/2007 de 9 de marzo GICA, y “tienen por finalidad prevenir o corregir los efectos negativos sobre el medio ambiente de determinadas actuaciones” (art. 15).

Resulta de especial relevancia lo dispuesto en el artículo 17.2 de la citada ley: “Las actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental regulados en el presente título no podrán ser objeto de licencia municipal de funcionamiento de la actividad, autorización sustantiva o ejecución, o bien, si procede, no se podrá presentar la declaración responsable o comunicación previa a las que se refiere el artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, sin la previa resolución del correspondiente procedimiento regulado en esta ley”.

Del tenor literal anterior pudiera interpretarse que no es posible otorgar licencia de funcionamiento de la actividad, pero que quizá sí licencia de obra, cuestión un tanto dudosa, ya que el propio artículo condiciona la “autorización sustantiva o ejecución” a la resolución del procedimiento ambiental. Sin embargo, es el artículo 22.3 del Reglamento de Servicios de las Corporaciones Locales el que

disuelve cualquier sombra de duda al disponer: “Cuando, con arreglo al proyecto presentado, la edificación de un inmueble se destinará específicamente a establecimiento de características determinadas, no se concederá el permiso de obras sin el otorgamiento de la licencia de apertura, si fuere procedente”. Por tanto, y a resultados de lo anterior, previa a la licencia de obra es preceptiva la licencia de apertura o “instalación” y esta está condicionada por el art. 17 de la Ley GICA a la resolución del procedimiento ambiental que corresponda.

El procedimiento, las competencias y especificidades de los instrumentos de prevención ambiental en Andalucía quedan regulados en la Ley 7/2007 GICA. Del mismo modo, en su anexo I se establece el instrumento de prevención ambiental que corresponde a cada actuación, así para el caso que nos ocupa las diferentes posibilidades se muestran en las tablas 4 y 5.

Autorización ambiental unificada (AAU)

La Autorización ambiental unificada se define como:

Resolución de la Consejería competente en materia de medio ambiente en la que se determina, a los efectos de protección del medio ambiente, la viabilidad de la ejecución y las condiciones en que deben realizarse las actuaciones sometidas a dicha autorización conforme a lo previsto en esta ley y lo indicado en su anexo I. En la au-

Baja tensión	Corriente alterna ≤ 1.000 V Corriente continua ≤ 1.500 V	Conductor aislado
Alta tensión	Categoría especial ≥ 220 kV	Conductor aislado
	Primera categoría 220 kV > T > 66 Kv	Conductor aislado
	Segunda categoría 66 kV > T > 30 kV	Conductor aislado
Media tensión	Tercera categoría <30 kV	Conductor aislado

Tabla 3. Líneas subterráneas. Fuente: RD 842/2002 y RD 223/2008.

Longitud	Instrumento de prevención y control ambiental	Categoría Anexo I
>15.000 m en SNU	AAU*	2.15
>1.000 m y afecta a ENP**	AAU*	13.7
15.000 m < L < 3.000 m	CA***	2.17
< 3.000 m	-	

Tabla 4. Líneas subterráneas. Fuente: Anexo I, Ley 7/2007 GICA.

*AAU: autorización ambiental unificada. ** ENP: espacios naturales protegidos (incluidos los recogidos en la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección), Red Natura 2000 y áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *** CA: calificación ambiental

Longitud	Instrumento de prevención y control ambiental	Categoría Anexo I
>15.000 m excepto modificaciones que se desvíen de su traza menos de 100 m	AAU*	2.15
>1.000 m o que supongan un pasillo de seguridad sobre zonas forestales superior a 5 metros de anchura y afecta a ENP**	AAU*	13.7
15.000 m < L < 1.000 m excepto modificaciones que se desvíen de su traza menos de 100 m	CA***	2.17
<1.000 m	-	

Tabla 5. Líneas aéreas. Fuente: Anexo I y Ley 7/2007 GICA.

*AAU: autorización ambiental unificada. ** ENP: espacios naturales protegidos (incluidos los recogidos en la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección), Red Natura 2000 y áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *** CA: calificación ambiental

torización ambiental unificada se integrarán todas las autorizaciones y pronunciamientos ambientales que correspondan a la Consejería competente en materia de medio ambiente y que sean necesarios con carácter previo a la implantación y puesta en marcha de las actuaciones (art. 19.3, Ley GICA).

Se trata de un procedimiento reglado que engloba las actuaciones establecidas en el anexo I de la ley y sus modificaciones sustanciales, así como las actuaciones sometidas a calificación ambiental que afecten a más de un municipio. Adicionalmente, también se incluyen conforme al artículo 27 de la ley “Las actuaciones públicas y privadas que, no estando incluidas

en los apartados anteriores, puedan afectar directa o indirectamente a los espacios de la Red Ecológica Europea Natura 2000, cuando así lo decida de forma pública y motivada la Consejería competente en materia de medio ambiente” y también “las actuaciones recogidas en el apartado 1.a) del presente artículo y las instalaciones o parte de las mismas previstas en el apartado 1.a) del artículo 20 de esta ley, así como sus modificaciones sustanciales, que sirvan exclusiva o principalmente para desarrollar o ensayar nuevos métodos o productos y que no se utilicen por más de dos años, cuando así lo decida de forma pública y motivada la Consejería competente en materia de medio ambiente”.

La actuación de los ayuntamientos, al margen de las licencias de actividad o funcionamiento que pudieran otorgar una vez resuelto el instrumento de AAU, se prevé en la Ley GICA al integrar en el procedimiento ambiental el previo informe de compatibilidad urbanística emitido por el/los ayuntamiento/s afectado/s (artículo 31 de la Ley GICA y artículo 17 del Decreto 356/2010 de AAU). De esta forma, se respetan las competencias de los ayuntamientos en materia de urbanismo establecidas en la Ley 7/1985 de 2 de abril RBRL y en el Estatuto de Autonomía de Andalucía.

En la figura 1 se muestra un esquema del procedimiento a seguir para la obtención de la resolución de AAU conforme a lo establecido en la Ley 7/2007 GICA y al Decreto 356/2010 de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada.

Calificación ambiental (CA)

La calificación ambiental se define como: “Informe resultante de la evaluación de los efectos ambientales de las actuaciones sometidas a este instrumento de prevención y control ambiental” (art. 19.4, Ley GICA).

Al igual que ocurre con la autorización ambiental unificada, conforme se establece en el artículo 41.2 de la Ley GICA, “la calificación ambiental favorable constituye requisito indispensable para el otorgamiento de la licencia municipal correspondiente”.

Corresponde a los ayuntamientos la tramitación y resolución del procedimiento de calificación ambiental. Se trata de un procedimiento reglado que debe ajustarse a lo dispuesto en el artículo 44 de la Ley y en capítulo II del Decreto 297/1995 de 19 de diciembre, Reglamento de Calificación Ambiental.

Las fases del procedimiento se corresponden con la figura 2.

Para el caso que nos ocupa, y conforme hemos podido comprobar en las tablas 4 y 5, no hay ninguna tipología de línea eléctrica sometida al trámite de declaración responsable de los efectos ambientales.

En el anexo I de la ley se establece a qué actuaciones corresponde este trámite.

Los riesgos ambientales previsibles en la construcción, modificación y explotación de líneas eléctricas son los siguientes:

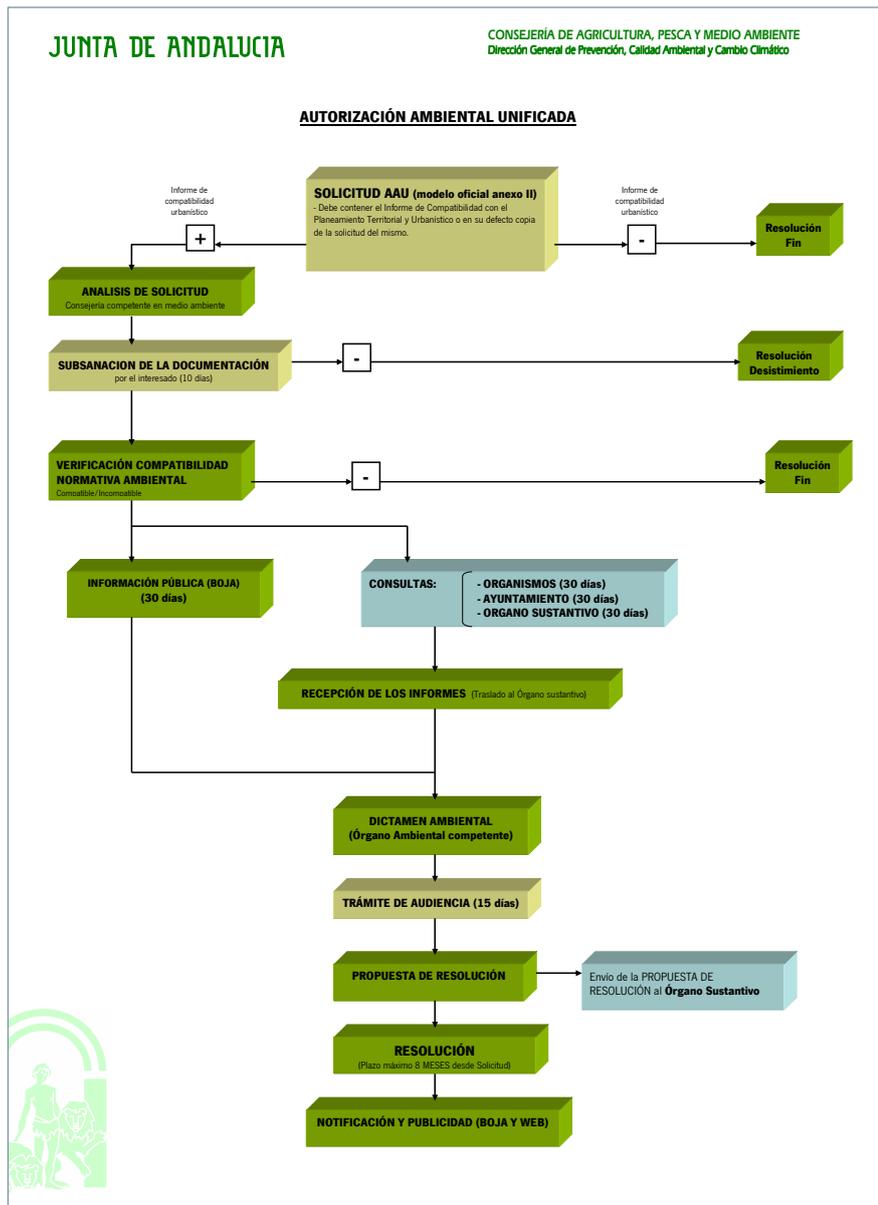


Figura 1. Esquema del procedimiento AAU. Fuente: Junta de Andalucía.

- Incendios forestales.
- Impacto sobre la vegetación y la fauna.
- Impacto paisajístico.
- Generación de residuos.
- Generación de ruido.
- Emisiones a la atmósfera (maquinaria durante la construcción y mantenimiento).
- Efectos sobre el suelo y las aguas (sobre todo en la fase de construcción).
- Efectos sobre el patrimonio cultural y arqueológico.

Para el caso de la protección de la avifauna y la prevención de incendios forestales existe la siguiente normativa específica:

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Decreto 247/2001, de 13 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales.

Autorizaciones ambientales típicas

Dado que las líneas eléctricas son infraestructuras lineales que atraviesan el territorio, dependiendo de las zonas a las que afecte, deberán contar con las correspondientes autorizaciones

ambientales.

En caso de que la actuación esté sujeta al trámite de AAU, las autorizaciones ambientales en las que las competencias recaigan sobre la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, estarán integradas en la resolución del procedimiento. Sin embargo, cuando la actuación está sujeta al trámite de calificación ambiental, será preciso disponer de todas aquellas autorizaciones ambientales necesarias, ya que estas no se integran en el trámite.

A su vez, por las características de la línea eléctrica, la actuación puede no estar sujeta a ningún instrumento de prevención y control ambiental y, sin embargo, sí precisar de alguna autorización ambiental por verse afectado el dominio público hidráulico, el dominio público marítimo-terrestre, vías pecuarias, montes públicos, etc.

Las autorizaciones ambientales típicas para la construcción, modificación y explotación de las líneas eléctricas en suelo no urbanizable son:

- Autorización de uso de dominio público hidráulico o su zona de policía.
- Autorización de uso de dominio público marítimo-terrestre o su zona de servidumbre de protección.
- Autorización de ocupación de vías pecuarias.
- Autorización de ocupación de monte público y terreno forestal.
- Autorización por afectar a espacio natural protegido.

Dominio público hidráulico

Está regulado en el Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de julio, texto refundido de la Ley de Aguas y el RD 849/1986 de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Fig. 3).

Por lo general, la actuación está sujeta a autorización del uso o aprovechamiento especial del dominio público, sin necesidad de concesión administrativa, ya que en la mayoría de los casos se trata de cruces y actuaciones en la zona de policía.

Costas

Está regulado en la Ley 2/2013 de protección del litoral que modifica la Ley 22/1988 de 28 de julio de Costas y en el

FASE I	PRESENTACIÓN Y REGISTRO DE LA SOLICITUD <ul style="list-style-type: none"> ■ Consulta previa ■ Presentación de solicitud ■ Codificación del expediente ■ Requerimiento inicial de documentación ■ Remisión de documentos
FASE II	INFORMACIÓN PÚBLICA Y PROPUESTA DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL
FASE III	RESOLUCIÓN
FASE IV	INSPECCIÓN Y VIGILANCIA <ul style="list-style-type: none"> ■ Comunicación a la Consejería de Medio Ambiente ■ Registro ■ Inspección y vigilancia

Figura 2. Esquema de calificación ambiental. Fuente: Junta de Andalucía.

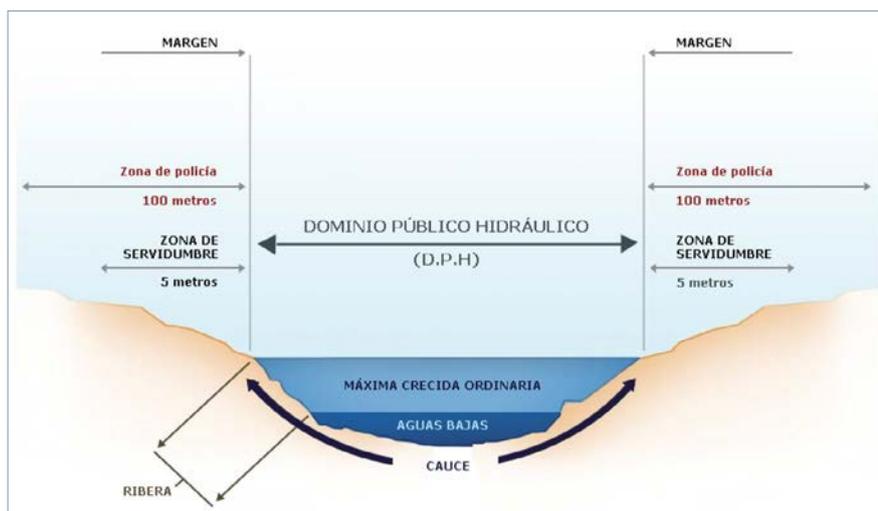


Figura 3. Delimitación del DPH y zona de policía. Fuente: Junta de Andalucía.

RD 876/2014 de 10 de octubre, Reglamento General de Costas (Fig. 4).

El artículo 25 de la Ley de Costas y el artículo 46 del Reglamento General de Costas prohíbe el tendido de líneas eléctricas de alta tensión en la zona de servidumbre de protección.

Por lo general, la actuación está sujeta a autorización del uso o aprovechamiento especial del dominio público, sin necesidad de concesión administrativa, salvo que se necesite la ocupación mediante apoyos o instalaciones auxiliares.

Montes públicos

Los montes públicos están regulados en la Ley 2/92 de 15 de junio, Forestal

de Andalucía, y el Decreto 208/1997 de 9 de septiembre, Reglamento Forestal de Andalucía.

El procedimiento de autorización se regula en el artículo 68 del Reglamento y la legislación reguladora del patrimonio de la comunidad autónoma. En cualquier caso, la ocupación debe resultar compatible con las funciones del monte.

La ocupación del monte público requiere de la correspondiente concesión administrativa según se dispone en el artículo 28 de la Ley Forestal de Andalucía.

Terreno forestal

Los pasos por zonas boscosas y terre-

nos forestales de las líneas eléctricas están regulados en la propia normativa sectorial, en concreto el RD 223/2008 de 15 de febrero, Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Adicionalmente, y con independencia de la adopción de las medidas preventivas exigidas en la normativa sectorial, se requiere de autorización ambiental para la instalación, modificación y explotación de líneas eléctricas en terrenos forestales conforme a la Ley 2/1992 de 15 de junio, Forestal de Andalucía y conforme al artículo 96.g) del Decreto 208/1997 de 9 de septiembre, Reglamento Forestal de Andalucía al implicar “Eliminación de la parte aérea de vegetación arbustiva mediante desbroce con fines de mejora silvícola, prevención de incendios o mejora de pastizales, no incluidas en el apartado 5.i)”. Así mismo, la instalación de una línea eléctrica puede considerarse una transformación del uso del suelo, por lo que también sería causa de autorización por este motivo conforme a la vigente Ley Forestal de Andalucía.

Espacios protegidos

Se precisa de autorización con los requisitos y especificidades previstas en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de cada espacio protegido.

Resulta de interés para el caso de las líneas eléctricas lo dispuesto en la Ley 2/1989 de 18 de julio:

2. En el supuesto de que, por razones ambientales, la normativa de los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, los Planes Rectores de Uso y Gestión y los Planes de Ordenación del Territorio de Ámbito Subregional establezcan una prohibición que impida la realización de infraestructuras lineales, estas podrán implantarse siempre que resulten autorizables de acuerdo con los procedimientos de prevención y control ambiental previstos en la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 45 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, para los espacios protegidos incluidos en la Red Natura 2000.

En el caso de que por razón de su naturaleza y características las citadas

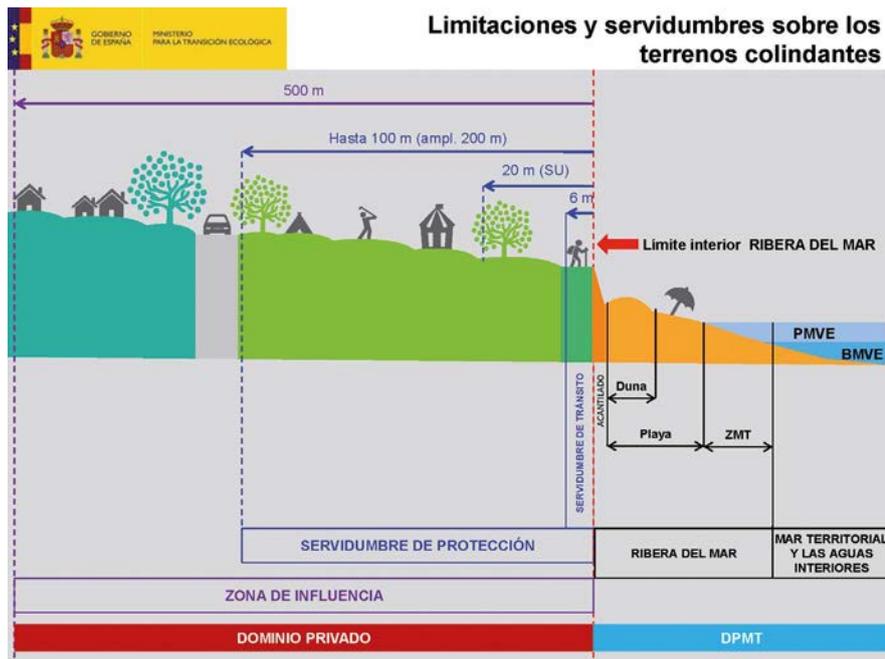


Figura 4. Delimitación DPMT, servidumbre de protección y zona de influencia.

infraestructuras lineales no estuvieran sometidas a procedimientos de prevención y control ambiental, conforme a lo previsto en el anexo I de la Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, el procedimiento a seguir para su autorización será el establecido para la calificación ambiental en la Sección V del Capítulo II del Título III de dicha ley (artículo 15.Bis).

Vías pecuarias

Se regulan por la Ley 3/1995 de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, y el Decreto 155/1998 de 21 de junio, Reglamento de Vías Pecuarias de Andalucía.

Los reglamentos de seguridad industrial al efecto incluyen requisitos en cuanto a distancias y coeficientes de seguridad de las líneas para la ocupación de las vías pecuarias.

La ocupación de las vías pecuarias debe resultar compatible y está sujeta a autorización conforme a los artícu-

los 56 y siguientes del reglamento de vías pecuarias.

Conclusiones

Las autorizaciones y licencias ambientales en la construcción, modificación y explotación de líneas eléctricas constituyen un trámite esencial previo en el que participan diferentes administraciones y en las que, por lo general, los ayuntamientos representan el último escalón temporal del trámite en la medida que la licencia urbanística está condicionada a las autorizaciones ambientales.

Bibliografía

Ley 7/2007 de 9 de julio de gestión Integrada de la Calidad Ambiental. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-15158>

Decreto 297/1995 de 19 de diciembre Reglamento de Calificación Ambiental. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/1996/3/1>

Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y

funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2010/157/2>

Ley 5/1999 de 29 de junio, Prevención y Lucha Contra Incendios Forestales. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es-an/l/1999/06/29/5/con>

Decreto 247/2001 de 13 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Prevención y lucha contra los de incendios forestales. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2001/144/5>

Ley 3/1995, de 23 de marzo de Vías Pecuarias. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-7241>

Decreto 155/1998 de 21 de junio, Reglamento de Vías Pecuarias de Andalucía. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/1998/87/4>

Ley 2/1989 de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1989-20636>

Ley 2/1992 de 15 de junio, Forestal de Andalucía. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1992-15996>

Decreto 208/1997 de 9 de septiembre, Reglamento Forestal de Andalucía. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/1997/117/6>

Ley 22/1988 de 28 de julio de Costas. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1988-18762>

RD 876/2014 de 10 de octubre, Reglamento General de Costas. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2014-10345>

Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de julio, Texto refundido de la Ley de Aguas. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-14276>

Real Decreto 849/1986 de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1986-10638>

Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, Reglamento sobre condiciones de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2008-5269>

Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-18099>

Decreto de 17 de junio de 1955 por el que se aprueba el Reglamento de Servicios de las Corporaciones Locales. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1955-10057>

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



ALP

CMAT

AIRECOMP

RSF



CT

ABAST

CATE

REFRIGERANTE



SOLTE

CIBET

ALCAN

REDBT



GASCOMB

IPCI

RENOVABLES

CONDUCTOS



REDAT

SANEA

FONTA

CMBT



VIVI



El diseño paramétrico como herramienta creativa en diseño de producto

Parametric design as a creative tool in product design

Aitor Lekuona Amundarain¹, Manuel Domínguez Somonte² y María del Mar Espinosa Escudero³

Resumen

La corriente paramétrica nace en respuesta a la necesidad de la singularidad y diversidad en diseño y arquitectura. El diseño paramétrico describe los modelos mediante geometrías con parámetros asociados y representa la relación dentro de la geometría del producto. Con el diseño paramétrico como herramienta, el diseñador ya no diseña un producto estrictamente, sino que crea el código paramétrico que diseñará el objeto en cuestión. La variabilidad paramétrica del código hace de estos modelos herramientas muy poderosas de generación e innovación en diseño. Este artículo pretende explorar las bases del diseño paramétrico, las herramientas digitales empleadas y la lógica de diseño asociada, así como su potencial y las limitaciones como herramienta avanzada en diseño de producto para impulsar la creatividad del diseñador. Las herramientas paramétricas han permitido incrementar la creatividad durante el modelado y mejorar la diversidad, rapidez y calidad de estos diseños, además de ser el catalizador para el diseño generativo. No obstante, sus limitaciones residen en la capacidad de manejo de la herramienta por parte del diseñador, así como las restricciones de fabricación actuales.

Palabras clave

Diseño paramétrico, diseño variacional, software paramétrico, lógica paramétrica, creatividad.

Abstract

Parametric movement was born in response to the need for uniqueness and diversity in design and architecture. Parametric design models are described by means of geometries with associated parameters and also represent the relationship within the overall product geometry. With parametric design as a tool, the designer no longer strictly designs a product, but creates the parametric code that will design the object in question. The parametric variability of the code makes these models very powerful tools for design generation and innovation. This article aims to explore the fundamentals of parametric design, the digital tools used and the associated design thinking, as well as its potential and limitations as an advanced tool in product design to boost creativity. Parametric tools have improved creativity and diversity in CAD, and the quality and speed of these designs. Parametric design has also act as the catalyst for what is today known as generative design. However, its limitations lie in the designer's ability to handle the tool, as well as current manufacturing process restrictions.

Keywords

Parametric design, variational design, parametric software, parametric thinking, digital creativity.

Recibido / received: 23/02/2021. Aceptado / accepted: 15/06/2021.

1 Máster en Ingeniería Biotecnológica por la Universidad Técnica de Dinamarca (2016). Estudiante del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

2 Profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), en el Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación. Profesor del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

3 Profesora de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), en el Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación. Profesora y coordinadora del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

Autor para correspondencia: Aitor Lekuona Amundarain; e-mail: alekuona3@alumno.uned.es.



Foto: Shutterstock.

Introducción

El término "paramétrico" tiene su origen en el griego, que etimológicamente significa "medir, comparar distancias", y de ahí ha pasado a la ciencia de las matemáticas, y más en concreto a las ecuaciones paramétricas (Christodoulou, 2020). Estas emplean variables independientes (denominados parámetros) en las que las variables dependientes se definen como funciones continuas del parámetro y no dependen de otra variable existente. Los inicios en expresar geometrías con ecuaciones paramétricas se dan en la primera mitad del siglo XIX, cuando James Dana explica las geometrías de cristales con parámetros, variables y ratios (Davis, 2013). Las primeras aplicaciones prácticas datadas se dan entre otros por Antonio Gaudí en el uso de las geometrías paramétricas para diseñar arquitectura (Christodoulou, 2020) (Eltaweel, SU, 2017) (Barrios Hernandez, 2006).

La arquitectura paramétrica es un método de diseño que se basa en parámetros predefinidos que sirven para controlar las relaciones entre ellos y así definir una geometría. Pieter Bruegel, pintor renacentista holandés, describió y representó la torre de Babel como un

edificio que redefine constantemente sus necesidades, a medida que crece y se vuelve más complejo (Schnabel, 2012). Este concepto de edificio hoy en día es posible gracias a la incorporación de reglas de diseño paramétrico en arquitectura, donde los arquitectos no prescribieron una definición fija de arquitectura, sino un conjunto de reglas e instrucciones que informan y pueden generar el resultado.

En materia de diseño paramétrico, el diseñador define algunos parámetros dentro de los cuales puede ajustar y controlar la geometría de su trabajo (Bhooshan, 2017). Fueron los avances relacionados con el diseño asistido por ordenador los que permitieron establecer las bases de lo que hoy en día se conoce por diseño paramétrico (Christodoulou, 2020) (Schumacher, London, 2008). Según Patrick Schumacher, el estilo paramétrico nace en respuesta a la necesidad de singularidad y diversidad impulsada por una sociedad heterogénea, con demandas más complejas para la arquitectura y el diseño (Schumacher, London 2008). Hoy en día, los diseñadores contemporáneos tratan con algoritmos como modelo de cálculo para realizar sus tareas de diseño (Khabazi, 2012).

Desde un punto de vista de la lógica del diseño, el diseño paramétrico se define como un proceso de exploración de las relaciones asociativas de conceptos geométricos (Oxman, 2017) (Geren, Akçali et al., 2017). El modelado paramétrico asociado al diseño paramétrico permite describir los modelos mediante geometrías con parámetros asociados y representar la relación dentro de la geometría del producto (Geren, Akçali et al., 2017) (Alcaide-Marzal, Diego-Mas et al., 2020) (Barrios Hernandez, 2006). Las herramientas paramétricas nos permiten reflexionar sobre la lógica asociativa y la geometría de las formas generadas en el *software* paramétrico, además de explorar alternativas modificando los parámetros. Cuando se modifica el valor de un parámetro (por ejemplo, una dimensión), este cambio se propaga a los otros parámetros a través de estas relaciones. En cuanto a la interfaz de diseño, la gran ventaja es la pantalla visual proporcionada para apoyar el curso del diseño del objeto algorítmico durante la generación y modificación paramétrica (Oxman, 2017).

En cuanto a la obtención de los diseños paramétricos, la necesidad de los ingenieros de fabricar geome-

trías complejas los llevó al desarrollo e implementación de herramientas de fabricación digital para estos diseños (Christodoulou, 2020). Las máquinas de fabricación digital, ampliamente establecidas hoy en día, han permitido la programación y fabricación de productos directamente a partir de diseños paramétricos digitales. Las diferentes formas de fabricación digital (control numérico, impresión 3D, corte por láser, etc.), así como la aparición de nuevos materiales afines a estos sistemas productivos, han permitido llevar a cabo diseños con geometrías paramétricas antes no vistas en infinidad de campos.

Hoy en día, el diseño paramétrico se utiliza en muchos campos en los que la metodología de diseño consiste en relaciones algorítmicas complejas, trabajo interdisciplinario y creatividad (Eltaweel, SU, 2017). Controlar todas estas operaciones con herramientas convencionales no es fácil, por lo que es necesario utilizar sistemas operativos complejos, herramientas paramétricas y *software* específico. La evolución en este campo del diseño ha permitido avanzar e implementar el diseño paramétrico en campos como: diseño de producto, diseño de interiores, arquitectura, planificación urbana, análisis estructural, moda y otros tantos (Oxman, Gu, 2015).

Modelos paramétricos

Desde la llegada de los sistemas de diseño asistido (DA), la importancia del *software* es vital en materia de diseño y arquitectura (Agirbas, 2020). Estas herramientas digitales son capaces de ejecutar formas en línea con el diseño contemporáneo con facilidad, rapidez y variedad, que de otro modo sería imposible. No obstante, los avances en materia de *softwares* se están desarrollando velozmente, y también afectan a la cantidad de programas disponibles. Si bien la informatización fue el primer paso, la utilización de *softwares* ha evolucionado hacia la era de la computación en los procesos de diseño, y ha afectado también a la manera de pensar el diseño (Khabazi, 2012). Tanto las herramientas como la interfaz de cada *software* son distintos, por lo que hay una necesidad por parte del diseñador de familiarizarse y adaptar su manera de pensar y ejecutar en cuanto a diseño (Alcaide-Marzal, Diego-Mas et al., 2020) (Oxman, Gu, 2015).

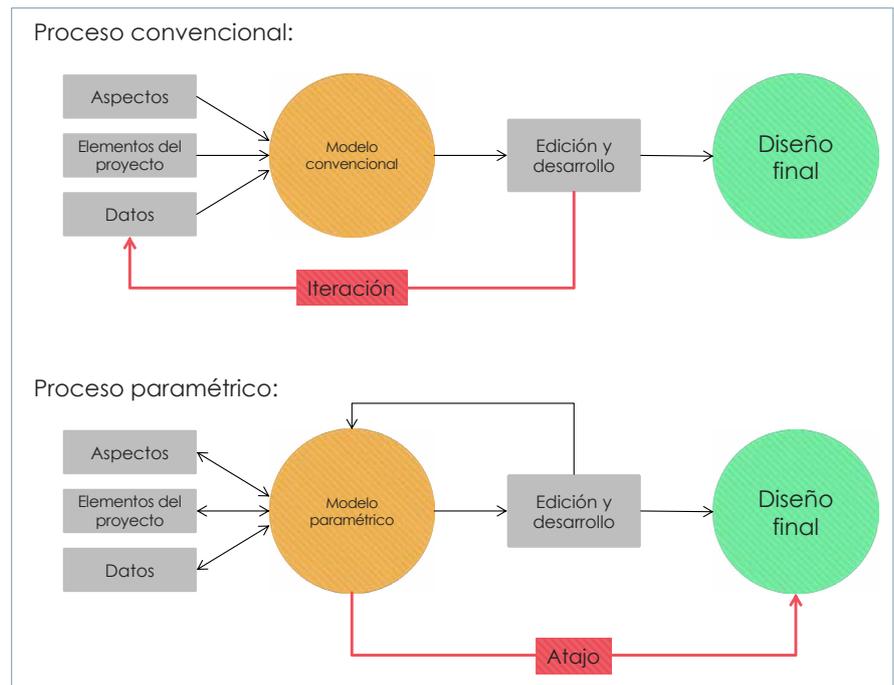


Figura 1. Comparación esquemática del proceso convencional y paramétrico y el tiempo empleado en cada etapa. Adaptada de *Eltaweel, SU, 2017*.

En la manera convencional de diseñar por ordenador, una vez el modelo inicial es creado, cualquier cambio supone repetir el proceso de diseño, lo cual exige mucho tiempo (Eltaweel, SU, 2017) (Fig. 1). En diseño paramétrico, no obstante, se emplean herramientas de *software* capaces de cambiar y mejorar los diseños eficientemente, ya que integran y coordinan varios componentes de diseño simultáneamente. Esto supone que la modificación de cualquier parámetro automáticamente actualizará el modelo en cuestión, con lo que el diseñador debe estar familiarizado con lógica, el *software* y el proceso paramétrico (Barrios Hernández, 2006).

El proceso de búsqueda del diseño final por medio de modelos involucra tres etapas clave: 1) creación del boceto inicial, 2) incorporación de restricciones y 3) resolución del modelo (Shah, 2001).

Durante la fase de creación de boceto, el diseñador debe aplicar una lógica paramétrica. Una línea, por ejemplo, pasa a formar parte de un modelo una vez que se especifican dos parámetros, su longitud y su dirección (Anderl, Mendgen, 1996). Mediante la modificación de cualquiera de los parámetros, la forma primitiva será modificada. Partiendo de entidades

primitivas parametrizadas, los sistemas DA permiten crear elementos complejos estableciendo las relaciones entre estas entidades. De este modo, se obtienen formas complejas capaces de hacer variar fácilmente mediante la modificación de cualquiera de los parámetros primitivos.

Durante la fase de incorporación de las restricciones, estas establecen vínculos lógicos y paramétricos entre elementos del modelo (paralelismo, contacto, distancia, etc.), limitando el comportamiento de las entidades involucradas. La creación de las restricciones puede ser más manual o automatizado por el sistema dependiendo del *software* en uso.

La introducción de restricciones en DA implica, del mismo modo, la noción de grado de libertad, y modelos sobrerrestringidos y subrestringidos. Cada vez que el diseñador introduce una restricción al modelo, el grado de libertad de este disminuye hasta el punto de sobrerrestringirlo si se introducen demasiadas restricciones, eliminando la posibilidad de cualquier variación de diseño.

Desde un punto resolutivo, los modelos paramétricos en DA están gobernados por un set de ecuaciones caracterizado por variables y restricciones. Dependiendo de la estrategia

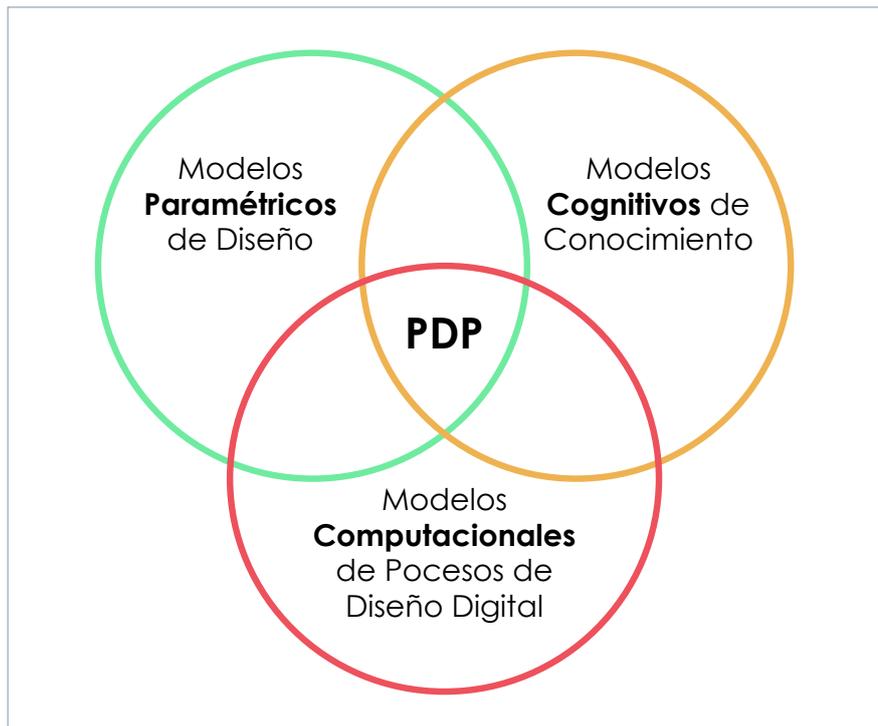


Figura 2. Diagrama de intersección de principios del PDT. Adaptada de Oxman, 2017.

de resolución del modelo, se puede diferenciar en un enfoque paramétrico o variacional. El *software* estrictamente paramétrico se resuelve modelo con un enfoque secuencial, donde cada ecuación se resuelve una tras otra hasta determinar todas las variables. Por el contrario, en el diseño variacional hay una resolución simultánea. Además, los sistemas variacionales permiten una resolución de modelos subrestringidos, con lo que proporcionan varias alternativas de solución. Esto permite mayor flexibilidad y productividad al diseñador, ya que no tiene por qué definir completamente todas las restricciones y proporciona mayor variedad de soluciones.

Los sistemas estrictamente paramétricos no apoyan la evaluación de las alternativas de diseño (basadas en grados de libertad, es decir, bajo geometría restringida) como lo hacen los sistemas con soluciones variacionales. No obstante, ambos conceptos están estrechamente ligados, lo que causa muchas veces la confusión en el uso de estos términos. Hoy en día, la mayoría de los sistemas de DA denominados paramétricos funcionan con solucionadores variacionales. Estos sistemas varían en la forma de presentar las alternativas de diseño e interactuar con el diseñador. Desde la aparición de la

primera herramienta paramétrica en 1987 por la compañía Pro/ENGINEER, el ahora llamado PTC Creo, cada compañía de DA ha desarrollado su propio *software* paramétrico. CATIA, SOLIDWORKS, Autodesk Inventor, Creo Parametric, Siemens NX y Grasshopper de Rhinoceros son algunos ejemplos (Geren, Akçali et al., 2017).

En estos *softwares*, el diseñador crea una estructura conceptual que oriente las variaciones de los parámetros. Esto requiere un enfoque en el que se invierta tiempo en una etapa intermedia entre la idea y el diseño (Stals, Jancart et al., 2020). El “diseño” del algoritmo, o código, precede la generación de la forma, en la que el diseñador produce la descripción algorítmica del diseño previsto, incluida la lógica y las dependencias entre los parámetros de entrada y las operaciones geométricas dependientes. Cuando se cambia el valor de un parámetro, la modificación se propaga con relación a las dependencias del parámetro modificado, induciendo a los parámetros dependientes a adaptarse automáticamente (Barrios Hernández, 2006).

El cambio en el proceso de diseño va muy ligado de la mano de un cambio cognitivo de pensamiento y lógica de diseño. Se podría interpretar, por

tanto, que el diseñador ya no diseña un objeto o edificio, sino que diseña un proceso. Es por eso por lo que el diseño paramétrico permite explorar más allá de las ideas originalmente previstas, incrementando así la creatividad, en contraste con el enfoque de las herramientas tradicionales DA (El-taweel, SU, 2017). La investigación en lógica de diseño ha demostrado que los medios digitales y los métodos de trabajo tienen una gran influencia en la manera de pensar del diseñador (Oxman, 2008). Por ello es importante entender la forma en la que los distintos *softwares* paramétricos apoyan el pensamiento paramétrico del diseñador (Aish, Hanna, 2017).

Pensamiento y lógica paramétrica

Más allá de ser otra herramienta de modelado de formas complejas, el diseño paramétrico está emergiendo como un modelo de diseño distintivo (Oxman, 2017). Debido a esto, los diseñadores deben pensar sobre los problemas relacionados con el diseño de distinta manera a la tradicional, incluso creando una filosofía paramétrica (Schnabel 2012) (Oxman, Gu, 2015). El diseño paramétrico se basa en el pensamiento algorítmico, el cual se puede definir como: un conjunto de reglas escritas por un código fuente de instrucciones explícitas que inician procedimientos computacionales que generan formas digitales (Oxman, 2017). Desde un punto de vista de la lógica de diseño, el diseño paramétrico, se basa en el proceso de exploración y reedición de las relaciones asociativas en un espacio de solución geométrico. Es lo que se conoce como lógica paramétrica (Oxman, 2017).

El pensamiento de diseño paramétrico (PDP) y la definición de sus conceptos y principios en el diseño se pueden definir mediante la intersección de las tres perspectivas ilustradas en la figura 2 (Oxman, 2017):

- **Modelos paramétricos:** en referencia al esquema paramétrico en sí, englobando el modelo algorítmico y el código.
- **Modelos cognitivos de conocimiento:** que dependiendo del área de aplicación serán adaptados (diseño de producto, arquitectura, etc.).
- **Modelos computacionales de procesos de diseño digital:** sobre el esquema y flujo de información

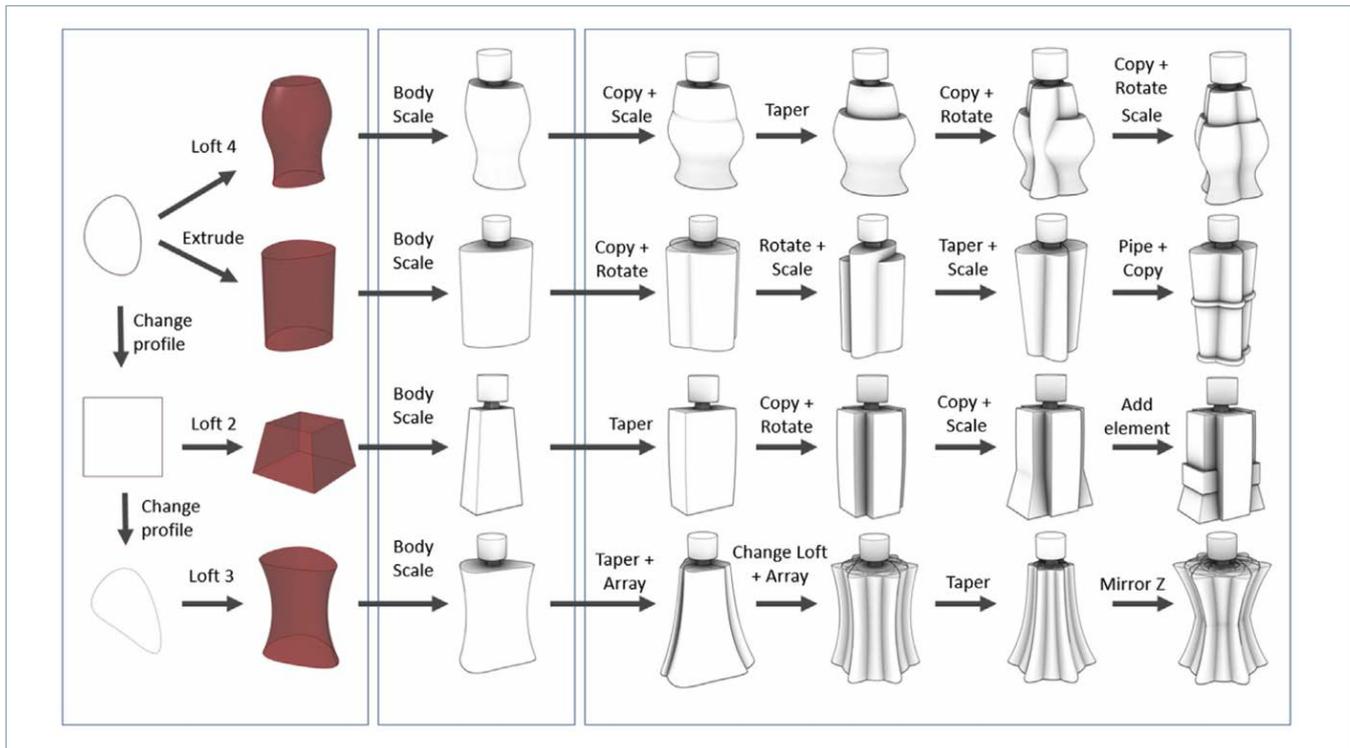


Figura 3. Diversidad de diseños generados con software paramétrico para recipientes de perfumes (Alcaide-Marzal, Diego-Mas et al., 2020).

en procesos digitales.

El diseñador crea el código paramétrico para diseñar el objeto en cuestión (Oxman, 2017) (Barrios Hernández, 2006). Por tanto, el diseñador ya no toma decisiones sobre un objeto individual, sino que crea una matriz que abarca toda una población de diseños posibles (Oxman, Gu, 2015).

Esta lógica y razonamiento visual asociados al código paramétrico hacen que los conceptos y principios clave del PDT sean distintos a la lógica del diseño tradicional. Estos principios se pueden englobar en (Oxman, 2017):

- El esquema paramétrico como mecanismo de exploración cognitivo: la formulación del esquema paramétrico algorítmico es una capacidad cognitiva fundamental de la creatividad del diseñador paramétrico. Durante el proceso de diseño, el esquema paramétrico debe ser modificado y adaptado hasta su refinamiento.
- Exploración de variaciones paramétricas de las relaciones asociativas y estructurales: el poder de exploración para producir variantes dentro de un esquema paramétrico es una característica dominante del proceso de diseño paramétrico.
- Mecanismos de reedición algorítmica

automática: la reedición del esquema paramétrico está ligada a la remodelación del modelo geométrico. Las herramientas paramétricas también proporcionan un mecanismo de exploración en el que se puede rastrear y reflexionar sobre el historial de la lógica de todas las modificaciones.

La modificación del modelo en diseño tradicional, generalmente, se logra mediante operaciones visuales de rediseño y remodelado del objeto de diseño. Mientras que los modelos tradicionales de pensamiento de diseño se refieren al elemento en sí, la reedición de diseño paramétrico se refiere al proceso de diseño representado por un conjunto de reglas algorítmicas definidas por el diseñador. La variabilidad paramétrica que típicamente incorpora el código hace de estos modelos una herramienta muy poderosa para la generación e innovación en diseño.

Diseño paramétrico como herramienta avanzada

La integración de *softwares* paramétricos ha supuesto grandes avances en el diseño y arquitectura y también ha influido en la manera de trabajar y pensar.

Creatividad y bocetos digitales

En casi todas las ramas del campo del diseño y el arte se comienza con el diseño de bocetos. El diseñador refina sus ideas mediante el razonamiento visual (Agirbas, 2020) (Iordanova, Tidafi et al., 2009). En este proceso, se realiza la conceptualización, modificación y refinamiento de forma iterativa y el diseñador desarrolla la idea de diseño.

Durante esta etapa conceptual del producto, los diseñadores exploran una gama amplia de soluciones en busca de conceptos atractivos y adecuados para las siguientes etapas de desarrollo (Alcaide-Marzal, Diego-Mas et al., 2020) (Martin-Erro, Domínguez Somonte et al., 2016-03). Un ciclo de diseño se nutre de la creatividad como principal mecanismo de propulsión y en este punto el diseñador no está completamente enfocado en el resultado final, sino que se centra más en el proceso y esto puede llevar a un punto muy diferente de donde se empezó a diseñar (Agirbas, 2020) (Lutters, Van Houten, Fred J. A. M et al., 2014). Por tanto, este no es un proceso lineal, sino un proceso continuo e iterativo de búsqueda (Barrios Hernández, 2006).

La fijación, también conocida como el bloqueador de la creatividad, hace

que el diseñador recurra a un espacio limitado de soluciones familiares cerrando la puerta hacia caminos inexplorados (Alcaide-Marzal, Diego-Mas et al., 2020) (Agirbas, 2020). Una forma tal vez más actual de realizar bocetos es mediante la creación de modelos digitales. Las herramientas avanzadas en diseño, como en el caso del diseño paramétrico, permiten explorar lo que se conoce como creatividad asistida por ordenador (Alcaide-Marzal, Diego-Mas et al., 2020). El diseño paramétrico puede constituir una forma de superar la fijación: el ordenador genera alternativas y conceptos donde el diseñador es capaz de explorar una gama más amplia de soluciones (Iordanova, Tidafti et al., 2009).

Los sistemas de DA más tradicionales requieren de datos estructurados y precisos, ya que, durante la fase de diseño conceptual, la información suele ser ambigua y no estructurada. Replicar el flujo creativo del boceto tradicional dentro del *software* DA puede ser difícil, además de ser una tarea lenta en muchas ocasiones. Por eso, las soluciones de diseño algorítmico constituyen un gran interés en esta área.

Más allá de lo ya mencionado, el diseño paramétrico permite explorar alternativas que el diseñador pueda dibujar, o incluso imaginar (Alcaide-Marzal, Diego-Mas et al., 2020) (Agirbas, 2020). El *software* pasa de ser una mera herramienta de representación, a “mediar” con el diseñador durante el proceso de diseño. El uso de este tipo de sistemas interactivos da como resultado una cooperación entre diseñador y computadora que reproduce fielmente la exploración en evolución a través de bocetos (Fig. 3).

Diversidad, rapidez y calidad en diseño

Las técnicas de diseño paramétrico ofrecen ventajas obvias para los procesos de ingeniería y fabricación (Schnabel, 2012). El diseño paramétrico permite una comprensión más profunda de los objetivos del diseño y guía a los diseñadores en sus decisiones en etapas tempranas del proceso de diseño. Además, es capaz de sugerir soluciones controlables y adaptables que reaccionan a las situaciones específicas propuestas por el diseñador.

Hernandez comenta es su trabajo: “El diseño paramétrico es el proceso

de diseñar en un entorno donde las variaciones de diseño son fáciles, reemplazando así la singularidad con la multiplicidad en el proceso de diseño” (Barrios Hernandez, 2006). Las variaciones en el diseño son una parte fundamental del proceso de diseño en la búsqueda de soluciones a los problemas de diseño, y aseguran la mejora del diseño y calidad de producto. El control de los parámetros hace posible crear instancias de diseño particulares a partir de una gama potencialmente infinita de posibilidades (Oxman, 2017) (Stals, Jancart et al., 2020).

Hoy en día, la tecnología de modelado paramétrico se está adoptando en la gama de herramientas DA utilizadas por la industria, ya que proporciona una enorme flexibilidad para explorar alternativas de diseño viables. Las herramientas paramétricas facilitan y aceleran trabajos de diseño repetitivos o iterativos, haciendo del diseño paramétrico un método eficaz y eficiente para ahorrar tiempo y coste del diseño de productos.

Transformación vertical y generación de series

Una estrategia de exploración de diseño durante la fase de ideación es la de generar versiones de diseño basándose en una solución particular, también conocido como transformación vertical (Alcaide-Marzal, Diego-Mas et al., 2020). Supongamos que al diseñador le resulta atractiva una de las soluciones generadas y quiere generar variaciones de diseño a partir de esto. El potencial de herramientas paramétricas es que controlando la probabilidad de ocurrencia de cada parámetro se pueden crear gran cantidad de variantes aleatorias de diseño sobre el rasgo correspondiente.

Del mismo modo, esto permite crear series de diseños de manera eficaz y rápida (Sun, Huang Aug 02, 2019). La serialización de producto puede consistir en una estrategia comercial muy interesante, ya que permite mejorar la competitividad, establecer la imagen corporativa y expandir la influencia de marca en el usuario (Espinosa, Domínguez, 2017). Además, puede ahorrar el costo de diseño y el costo de producción y mejorar la capacidad de investigación y desarrollo. La planificación y el desarrollo de la serie de productos se debe realizar desde

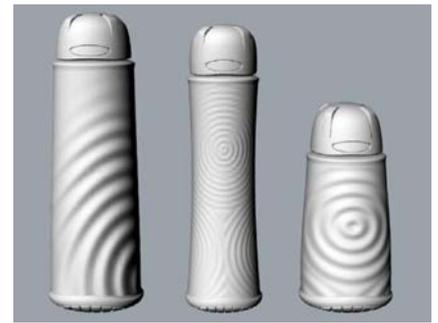


Figura 4. Serialización de diseños para el diseño de botellas para toda la familia (Sun, Huang Aug 02, 2019).

los inicios de la fase de diseño, con lo que una herramienta de diseño acorde es importante (Espinosa Escudero, María del Mar, Domínguez Somonte, 2013).

Al diseñar una serie de productos, el diseñador no necesariamente debe comenzar desde cero; puede basarse en diseños existentes o rasgos de interés de la serie para las nuevas alternativas (Sun, Huang Aug 02, 2019). Los *softwares* paramétricos permiten aplicar este tipo de estrategia durante la etapa de diseño, acortando el tiempo y reduciendo la repetición trabajo. El pensamiento paramétrico y las herramientas de modelado proporcionan un gran potencial de aplicación en el diseño de serialización de todo tipo de productos (Fig. 4).

Personalización en diseño

Desde la llegada del DA, la personalización de producto ha pasado de una producción artesanal a una realidad más extendida para la industria (Christodoulou, 2020). El diseño paramétrico ha permitido un nuevo nivel de personalización del producto al poder vincular los datos humanos directamente en el propio diseño, el proceso de ingeniería y la fabricación.

En particular, en el caso de la moda y el calzado, la tecnología 3D ha permitido grandes avances en varias direcciones del diseño de este tipo de productos. Por ejemplo, algunas empresas de calzado han intentado acercarse a las necesidades del consumidor utilizando tecnologías contemporáneas como la impresión 3D y nuevas estrategias de diseño. Los avances en diseño y fabricación han permitido producir componentes repetitivos no normalizados directamente a partir de datos digitales.



Figura 5. Diseño paramétrico para suelas de zapatillas deportivas personalizadas (Palm, Minana-Soriano 2017).

Una de las ventajas del diseño paramétrico y de la fabricación digital es que el fabricante puede tener un vínculo directo con las demandas anatómicas y estéticas del usuario, abriendo nuevas posibilidades para la personalización del producto. Parte de la industria de esta personalización masiva se trata de producir bienes con un alto grado de personalización con eficiencias casi industriales.

Aunque la revolución industrial ha traído consigo los beneficios de la producción en masa, el diseño paramétrico permite volver a la producción artesanal personalizada, gracias también a las ventajas de la fabricación digital (Fig. 5).

Integración de disciplinas en diseño

En el proceso de diseño convencional, el proyecto se coordina entre los profesionales involucrados, donde la idea de cambiar, editar y desarrollar el diseño es un proceso habitual e iterativo, hasta lograr el diseño óptimo y la mejor solución (Eltaweel, SU, 2017). Dependiendo de las diferentes disciplinas y de la magnitud del proyecto, este proceso iterativo puede suponer la integración de aspectos diversos durante la etapa de diseño. Tratar de integrar y coordinar estas relaciones puede resultar complicado, complejo, lento y arriesgado.

Los métodos paramétricos permiten una integración y coordinación mucho más flexible y adaptable a las distintas disciplinas involucradas en proyectos más complejos, facilitando la relación entre las disciplinas y aplicando las modificaciones sin problema. Estas modificaciones influirán en

todas las disciplinas del proyecto sin necesidad de iterar todo el proceso del proyecto, ya que todos los parámetros, disciplinas y elementos están conectados paramétricamente (Fig. 6).

Diseño generativo

El concepto del diseño generativo está muy ligado a la existencia del diseño paramétrico (Khabazi, 2012) (Alcaide-Marzal, Diego-Mas et al., 2020). El diseño generativo es un proceso de diseño iterativo de optimización que involucra un programa que generará un número de soluciones de diseño limitado a ciertas restricciones. El diseño generativo va más allá del paradigma de diseño convencional de crear y después evaluar. Va directamente a crear alternativas que cumplan las especificaciones de diseño (García Menéndez, Domínguez et al., 2020).

Las herramientas de diseño generativo parten por delimitar los objetivos y las restricciones del objeto que se quiera diseñar y las expresan mediante parámetros. El proceso de diseño continúa con la generación y la evaluación de permutaciones ilimitadas de soluciones al problema planteado. Por tanto, se pueden distinguir tres elementos clave: *a)* un esquema paramétrico que defina el objetivo a diseñar, *b)* un medio para crear variaciones de diseño y *c)* un medio que evalúe y seleccione las variaciones creadas. Es en este primer punto del proceso donde el diseño paramétrico interviene.

Dependiendo del *software* generativo usado, las técnicas de diseño para crear variaciones son distintas; no obstante, todas parten de la necesidad de definir previamente la lógica

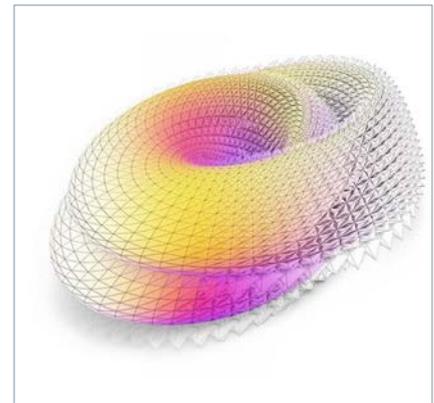


Figura 6. Integración del análisis ambiental en la geometría paramétrica (Yazdi, Nasiri, 2017).

de diseño mediante parámetros. Para encontrar una solución a un problema con varias variables, se necesita una función de criterios definidos para evaluar las soluciones paramétricas generadas por el programa (Khabazi, 2012). Se optimiza el diseño según estos criterios definidos por parámetros.

Desde un punto de vista de diseño de producto, también permite definir el método de fabricación desde un principio, traduciéndolo a una serie de parámetros a considerar durante la generación de los modelos (García Menéndez, Domínguez et al., 2020). Por tanto, el programa producirá diseños que solamente se puedan fabricar por el método seleccionado. Entre otros objetivos, el diseño generativo se puede emplear para optimización del material de uso o reducción del coste de fabricación y que desde un enfoque de diseño tradicional sería muy costoso debido a la dificultad de colaboración entre diseño, simulación y optimización. Es impensable la cantidad de expertos y tiempo que se requeriría para competir con la creación y optimización mediante herramientas generativas.

La mayoría de los *softwares* de diseño ofrecen una alternativa generativa, además de la herramienta paramétrica respectiva. Es el caso de las herramientas generativas como Galapagos en Rhino o GDE del *software* CATIA (Eltaweel, SU, 2017) (Geren, Akçali et al., 2017); este último es capaz de generar automáticamente alternativas de objetos conceptuales en función de las especificaciones funcionales previamente planteadas. Una vez importada



Figura 7. Silla A.I. diseñada por Phillippe Starck y fabricada por Kartell. Está creada mediante diseño generativo en Dreamcatcher Autodesk para emplear la mínima cantidad de material posible durante el moldeo por inyección (Hanson, 2019).

la geometría básica, y definidas las especificaciones de diseño y fabricación, el *software* genera la geometría optimizada. Después se generan variaciones del diseño con sus respectivas simulaciones para su evaluación, y el diseñador, por último, valida el modelo para después ser transformado en un modelo para fabricación. Las herramientas generativas permiten la integración de las fases de diseño, simulación y optimización.

Se podría observar el diseño generativo como el siguiente paso al diseño paramétrico, en el que, en este caso, el diseñador no selecciona las soluciones generadas por el *software*, sino que es el mismo programa el que encuentra el diseño óptimo en función de los criterios establecidos por el diseñador (Alcaide-Marzal, Diego-Mas et al., 2020). Gracias a los avances que se están produciendo actualmente tanto en *softwares*, materiales y fabricación, el diseño generativo supondrá el futuro del diseño y la fabricación (Fig. 7).

Limitaciones y retos de las herramientas paramétricas

Como cualquier otra herramienta de diseño digital, el diseñador debe dominar por completo el *software* paramétrico para obtener un grado de exploración de diseño profundo (Alcaide-Marzal, Diego-Mas et al., 2020). Además, teniendo en cuenta la necesidad de adaptación de la manera de pensar en diseño por parte del usuario, esto supone una mayor complejidad para la maestría del diseñador en las herramientas paramétricas (Oxman, 2017). Los *softwares* paramétricos actuales tienen amplias capacidades de modelado 3D paramétrico, pero tam-

bién tienen ciertas limitaciones (Geren, Akçali et al., 2017):

- Las dimensiones de las piezas y los modelos de ensamblaje se pueden modificar fácilmente, pero para cambiar muchas dimensiones mediante un solo parámetro, se deben definir las relaciones en detalle por cálculos matemáticos y expresiones entre dimensiones.
- Los parámetros no numéricos que ofrecen algunos *softwares* paramétricos necesitan programación extra incorporada a los productos de *software* DA 3D.
- Es posible la incorporación de parámetros descritos fuera de la interfaz paramétrica (Microsoft-Excel o *software* DA 3d), pero el proceso se debe programar y puede resultar complicado.
- La exportación del modelo en 2D para planos debe de ser programada, en especial si es necesaria la incorporación de información extra para la fabricación.
- La flexibilidad de exploración en ensamblajes es limitada, ya que los *softwares* paramétricos actuales no permiten: *a*) configuraciones y alternativas de partes en un ensamblaje, *b*) variantes de topologías distintas y *c*) la gestión de piezas y características en diferentes ejes o planos.

Si bien el proceso de diseño paramétrico teóricamente tiene una adaptabilidad casi ilimitada del modelo, puede suponer limitaciones de diseño en modelos complejos (Stals, Jancart et al., 2020) (Schumacher, London, 2008). En algún momento, la complejidad del modelo puede hacer que sus posibilidades infinitas lleguen a su límite para

que siga siendo comprensible. La complejidad creciente reduce así en cierto nivel la flexibilidad y adaptabilidad de la descripción algorítmica en sí.

Se podría decir que las herramientas paramétricas ofrecen unas alternativas de diseño ilimitadas, siempre y cuando el diseñador obtenga la maestría con estas herramientas, y los modelos objetivos no sean extremadamente complejos.

Por último, las restricciones de ingeniería (método de fabricación, maquinaria disponible, etc.) limitan tanto las propias alternativas del diseñador como los grados de libertad del modelo (Anderl, Mendgen, 1996). Las geometrías del modelo están íntimamente ligadas al método de fabricación, creando la necesidad de incluir estas restricciones al modelo. Los avances en nuevos métodos de fabricación, como la fabricación aditiva, están permitiendo ampliar estas restricciones de ingeniería y también creando otras. Además, estos métodos de fabricación muchas veces están limitados a soluciones que no se adaptan la fabricación en masa, limitando estos diseños a series, prototipos o incluso modelos íntegramente teóricos (García Menéndez, Domínguez et al., 2020). No obstante, los avances en nuevos métodos de fabricación están siendo rápidos y prometen un futuro con restricciones más flexibles de ingeniería para el diseño paramétrico.

Conclusiones

Desde la inclusión de las ecuaciones paramétricas en DA, la aplicación de esta estrategia en materia de diseño ha supuesto grandes avances en diseño de producto, mobiliario y moda. Estos

avances no habrían sido posibles sin los métodos de fabricación contemporáneos (impresión 3D, máquinas CNC, etc.), así como herramientas digitales avanzadas.

Los *softwares* paramétricos son diversos, complejos y requieren de un cambio en la lógica del diseñador y el proceso del diseño. Las herramientas digitales pasan de ser un simple útil en el proceso de diseño a activamente diseñar los modelos de productos según el diseño de código creado por el diseñador.

El diseño paramétrico, por tanto, permite el ciclo de comunicación entre el diseñador y la herramienta digital. El modelo visual del diseño tradicional se reemplaza por la integración del código paramétrico y el modelo geométrico, y esta relación está respaldada por una interfaz visual para procesos de diseño, reedición e interpretación exploratorios.

Además de estimular la creatividad a través de la aleatoriedad, se ha demostrado que el diseño paramétrico proporciona a los diseñadores un espacio ilimitado de soluciones innovadoras y que abren la puerta hacia caminos inexplorados. Desde las primeras etapas del diseño, incrementa la creatividad de bocetos e ideas digitales, donde además tiene una influencia directa en la diversidad, rapidez y calidad de estos diseños. Permite explorar el concepto de marca y serialización de diseños de manera exponencial gracias a la transformación vertical. También ha facilitado la incorporación del concepto de personalización industrial al mercado, y ha permitido la integración de diferentes disciplinas en toda la fase de diseño. Por último, el diseño paramétrico ha sido el catalizador de la posibilidad del diseño generativo, en el que el diseñador no selecciona las soluciones generadas, sino que es el mismo *software* el que facilita el diseño óptimo.

Las limitaciones de las herramientas paramétricas como impulsoras de la creatividad principalmente residen en la necesidad del usuario de estar familiarizado con el *software* de DA. Esto implica la maestría en las herramientas paramétricas por parte del diseñador, así como una adaptación de la lógica de diseño del usuario. Cabe destacar que cada interfaz y la lógica

que reside detrás de esta son variables dependiendo del *software* de uso, lo que complica aún más la transición del diseñador entre herramientas y limita sus ideas.

La evolución de las herramientas paramétricas con la inclusión de solucionadores variacionales supuso un avance en la facilidad de resolver los modelos, también aumentando su flexibilidad y permitiendo mayores alternativas para la creatividad del diseñador. No obstante, esto está limitado a la capacidad del diseñador de describir un modelo relativamente flexible, también teniendo en cuenta las restricciones de ingeniería (método de fabricación, etc.). La fabricación aditiva ha supuesto grandes avances en este sentido, pero las capacidades de producción en masa no son comparables a los métodos tradicionales de fabricación, y muchas veces los alejan de productos ordinarios de consumo final.

La llegada de las herramientas DA y la fabricación digital han supuesto un cambio drástico en la manera de pensar y diseñar, pero la capacidad de producción sigue limitando aún la creatividad del diseñador. Esbozar por código es una realidad hoy en día y es una herramienta muy útil para impulsar la innovación y creatividad del diseñador.

Referencias

- AGIRBAS, A., 2020. A Teaching Methodology for Parametric Design: A Case Study with Parametric Bench, *International Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics 2020*, Editora Blucher.
- AISH, R. and HANNA, S., 2017. Comparative evaluation of parametric design systems for teaching design computation. *Design studies*, **52**, pp. 144-172.
- ALCAIDE-MARZAL, J., DIEGO-MAS, J.A. and ACOSTA-ZAZUETA, G., 2020. A 3D shape generative method for aesthetic product design. *Design studies*, **66**, pp. 144-176.
- ANDERL, R. and MENDGEN, R., 1996. Modelling with constraints: theoretical foundation and application. *Computer aided design*, **28**(3), pp. 155-168.
- BARRIOS HERNÁNDEZ, C.R., 2006. Thinking parametric design: introducing parametric Gaudi. *Design studies*, **27**(3), pp. 309-324.
- BHOOSHAN, S., 2017. Parametric design thinking: A case-study of practice-embedded architectural research. *Design studies*, **52**, pp. 115-143.
- CHRISTODOULOU, M., 2020. History of Parametric Design The History of Parametric Design and Its Applications in Footwear Design, *ICDHS 2020*, International Committee for Design History and Design Studies.
- DAVIS, D., 2013. *Modelled on software engineering: flexible parametric models in the practice of architecture*, RMIT University.
- ELTAWHEEL, A. and SU, Y., 2017. Parametric design and daylighting: A literature review. *Renewable & sustainable energy reviews*, **73**, pp. 1086-1103.
- ESPINOSA ESCUDERO, MARÍA DEL MAR and DOMÍNGUEZ SOMONTE, M., 2013. *Ingeniería Concurrente*. 2 edn. Madrid: AIDA.
- ESPINOSA, M.D.M. and DOMÍNGUEZ, I.A., 2017. *Imagen en Ingeniería del Diseño*. 1 ed. Madrid: AIDA.
- GARCÍA MENÉNDEZ, L., DOMÍNGUEZ, M. and ESPINOSA, M.D.M., 2020. Diseño generativo: el estado del arte. *Técnica Industrial*, **327**, pp. 44-49.
- GEREN, N., AKÇALI, O.O. and BAYRAMO LU, M., 2017. Parametric design of automotive ball joint based on variable design methodology using knowledge and feature-based computer assisted 3D modelling. *Engineering applications of artificial intelligence*, **66**, pp. 87-103.
- HANSON, E., April 9, 2019-last update, From Analog Ideas to Digital Dreams, Philippe Starck Designs the Future With AI. Available: <https://redshift.autodesk.com/philippe-starck-designs/> [Feb 5, 2021].
- IODANOVA, I., TIDAFI, T., GUITÉ, M., DE PAOLI, G. and LACHAPPELLE, J., 2009. Parametric Methods of Exploration and Creativity during Architectural Design. A case study in the design studio, *CAAD Futures*, 2009 2009.
- KHABAZI, Z., 2012. *Generative Algorithms (using Grasshopper)*. Digital edn. Morphogenesisism.
- LUTTERS, E., VAN HOUTEN, FRED J. A. M., BERNARD, A., MERMOZ, E. and SCHUTTE, C.S.L., 2014. Tools and techniques for product design. *CIRP Annals*, **63**(2), pp. 607-630.
- MARTÍN-ERRO, A., DOMÍNGUEZ SOMONTE, M. and ESPINOSA ESCUDERO, MARÍA DEL MAR, 2016-03. The role of Sketching in Engineering Design and its presence on Engineering Education, 2016-03, IATED.
- OXMAN, R., 2017. Thinking difference: Theories and models of parametric design thinking. *Design studies*, **52**, pp. 4-39.
- OXMAN, R., 2008. Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium. *Design studies*, **29**(2), pp. 99-120.
- OXMAN, R. and GU, N., 2015. Theories and models of parametric design thinking, eCAADe, Sep 16-18, 2015 2015, Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe (eCAAe).
- PALM, E. and MINANA-SORIANO, S., 2/11/, 2017-last update, Parametric Design and Footwear Industry. Available: <https://parametricizing.wordpress.com/2017/11/02/parametric-design-and-footwear-industry/> [26/01/, 2021].
- SCHNABEL, M.A., 2012. Learning Parametric Designing. *Industrial Engineering: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. IGI Global, pp. 197-210.
- SCHUMACHER, P. and LONDON, 2008. *Parametricism as Style - Parametricist Manifesto*. London:
- SHAH, J.J., 2001. Designing with Parametric CAD: Classification and comparison of construction techniques. In: F. KIMURA, ed, *Geometric Modelling*. Springer US, pp. 53-68.
- STALS, A., JANCART, S. and ELSEN, C., 2020. Parametric modeling tools in small architectural offices: Towards an adapted design process model. *Design studies*, **72**.
- SUN, B. and HUANG, S., Aug 02, 2019. Realizing product serialization by Grasshopper parametric design, *International Forum on Industrial Design*, May 17-19, 2019 Aug 02, 2019, IOP Publishing.
- YAZDI, M. and NASIRI, F., 2017-last update, GECO. Available: <https://parametrichouse.com/geco/> [26/01/, 2021].

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 es-

tructura: introducción, material y métodos, resultados, discusión y/o conclusiones, que puede reproducirse también en el resumen. En los artículos de revisión, innovación y opinión se pueden definir los apartados como mejor convenga, procurando distribuir la información entre ellos de forma coherente y proporcionada. Se recomienda numerar los apartados y subapartados (máximo tres niveles: 1, 1.2, 1.2.3) y denominarlos de forma breve.

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

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

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

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

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

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

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

1.6.2 Libro: Roldán Vitoria 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 extraerlos cuando lo considere oportuno. Los autores de las colaboraciones garantizan, bajo su responsabilidad, que las fotos, tablas y figuras son originales y de su propiedad.

Comparativa de la norma española y alemana de protección contraincendios. Introducción al código de construcción alemán y comparativa de la resistencia al fuego de elementos estructurales y de los recorridos de evacuación

Comparative between the Spanish and German fire protection regulation. Introduction to the German building code and comparative of the fire resistance of structural elements and evacuation routes

Hugo Merelo Ramírez¹

Resumen

a armonización del mercado común europeo no se refleja en aspectos constructivos que deberían ser comunes entre dos miembros, como son España y Alemania. Existen diferencias clave, según donde se proyecte un edificio de uso administrativo, comercial o de reunión.

El método empleado en este artículo es el análisis de la normativa alemana de protección contraincendios y se compara con la normativa española. De la comparativa resulta que la española dispone de una estructura más clara, por lo que no es necesario acudir a mayor número de fuentes como ocurre con la alemana. En la resistencia al fuego se comprobará que, dependiendo de las circunstancias, una norma es más restrictiva que otra y en los recorridos de evacuación la normativa alemana depende de una evaluación de riesgos.

Palabras clave

Resistencia al fuego, normativa, evacuación, comparativa.

Abstract

The harmonization of the European Union market is not reflected in constructive aspects that should be common between two members, such as Spain and Germany. There are key differences, depending on where an administrative, commercial or office building is planned.

The method used in this article is the analysis of the German fire protection regulations and it is compared with the Spanish regulations. From the comparison it turns out that the Spanish one has a clearer structure, so it is not necessary to go to a greater number of sources, as it happens with the German one. In fire resistance, it will be verified that, depending on the circumstances, one regulation is more restrictive than another and on evacuation routes, the German regulations depend on a risk assessment.

Keywords

Fire resistance, regulation, evacuation, comparative.

Recibido / received: 22/04/2021. Aceptado / accepted: 26/06/2021.

¹Ingeniero industrial. Profesor asociado de Matemáticas, Física y Ciencias Tecnológicas. Universidad CEU Cardenal Herrera, C/ San Bartolomé, 55, 46115 Alfara del Patriarca. Valencia (España).

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4351-8091> (H. Merelo)

E-mail para correspondencia: hmerelo@uchceu.es (H. Merelo).



Foto: Shutterstock.

Introducción

El mercado único europeo tiende a una convergencia en los aspectos económicos y técnicos que desarrolla la sociedad técnica actual. Por ello, para los técnicos que se dedican a la arquitectura e ingeniería en Europa, sería de gran utilidad práctica que las normativas de seguridad de los diferentes estados miembros de la Unión Europea fueran únicas o, al menos, análogas.

El objetivo del presente artículo es la realización de una comparativa entre la normativa de protección contraincendios española y la alemana circunscrita al análisis de elementos estructurales y a los recorridos de evacuación para edificios destinados a uso comercial, administrativo y de reunión. Fruto de la investigación realizada para el desarrollo del presente artículo, se han desarrollado unas tablas y figuras que condensan la comparativa realizada y que se aportan al final de cada apartado.

La recopilación de la normativa alemana ha sido costosa, ya que hay una gran dispersión de ella, motivada por el ordenamiento federal del Estado alemán. Además de existir un código de construcción patrón o de muestra (MusterBauOrdnung) común para to-

dos los Estados (1), es importante citar que los Estados alemanes (Bundesland) regulan aspectos específicos mediante las LandesBauOrdnung (LBO) que toman como ejemplo la MBO, pero con la posibilidad de cambiar o adaptar algunos aspectos de la normativa, siempre que no se opongan a ella.

Como no es posible abarcar una comparativa total de estos elementos en cualquier supuesto, se realiza un análisis para la hipótesis de estos elementos en edificaciones específicas que son: el análisis de elementos estructurales y los recorridos de evacuación en el desarrollo de este artículo.

En la recopilación de normativa para su posterior comparativa aparece como el primer escollo y no es otro que la diferencia de normativa entre España y Alemania que regula cada uno de los aspectos.

La regulación actual española para la protección contraincendios es una normativa descrita fundamentalmente en el *Documento Básico de Seguridad contra Incendios del Código Técnico de la Edificación* (2), siempre que el uso no sea industrial (3). Este documento básico obliga a la aplicación de las normas UNE que sean citadas en ellos, haciéndolas de esta forma vin-

culantes. Recordemos que una norma UNE en sí no es vinculante a no ser que venga obligada por una normativa en vigor. Así mismo, el Real Decreto 513/2017 Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios regula las condiciones que deben reunir los equipos y sistemas que conforman las instalaciones de protección contraincendios para lograr que su funcionamiento, en caso de incendio, sea eficaz. En el caso de que el uso sea industrial, en España es de aplicación el Real decreto 2267/2004 Reglamento de Seguridad contra incendios en Establecimientos Industriales.

En el caso de Alemania, el Gobierno Alemán elabora un código de construcción patrón o de muestra (MusterBauOrdnung) realizado por la conferencia del Ministerio de Obras (BauMinisterKonferenz) que puede ser incorporado por cada uno de los Estados (Bundesland), si bien tiene un carácter genérico y que, en el documento consultado en vigor a fecha de realización de la presente investigación, es de fecha de edición noviembre 2002 con modificaciones del 13 de mayo de 2016.

A continuación, se realiza una breve introducción de este código de construcción patrón (MusterBauOrdnung)

por cuanto los aspectos descritos en él son claves para entender lo analizado con posterioridad.

Código de construcción (MusterBauOrdnung)

La norma alemana se divide en diferentes partes, la primera de conceptos generales, la segunda sobre la parcela y su tipología constructiva, la tercera sobre aspectos constructivos, la cuarta sobre los actores de la obra, la quinta sobre las inspecciones y procedimientos en la obra y la sexta sobre aspectos jurídicos y disposiciones finales.

En su primera parte define lo que son edificaciones y realiza una clasificación en “clases de edificios” (Gebäudeklasse), extremo que desarrollaré por cuanto va a ser una clasificación que utilizará la norma con posterioridad.

La normativa alemana establece diferentes clases de edificios (Gebäudeklassen) que van desde la clase 1 (GKL 1) hasta la clase 5 (GKL 5). Esta distinción es en función de la altura del edificio y su superficie. No tiene en cuenta su uso, que es la primera gran diferencia con la normativa española.

En la normativa española, por analogía, podría ser identificable con la tabla utilizada en nuestro Documento

básico de seguridad contra incendios en su apartado 6 ‘Resistencia al fuego de la estructura’ y, en particular, a la tabla 3.1. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales, donde relaciona la resistencia al fuego en función de los usos del sector considerado y a la altura de evacuación.

En la normativa alemana la altura se mide desde la cota superior de solado en planta baja hasta la altura de forjado en la que haya una pieza ocupable. La medición de altura es análoga a la realizada en la normativa española.

Las diferentes clases de edificios descritos en la norma son las de la figura 1.

Las superficies indicadas en las siguientes clases para las piezas habitables son superficies construidas y las superficies por debajo de rasante no computan a estos efectos, según la definición del “parágrafo 2 Definiciones” del MBO. Las superficies situadas en las plantas bajo rasante no computan a estos efectos.

Objeto de la comparativa

El enfoque del uso está relacionado con la transversalidad en técnicos redactores que busca el presente artículo.

Los usos residenciales están más centrados en técnicos locales. En

cambio, los usos objeto de este artículo y que son comercial/administrativo/reunión son más habituales en el desarrollo de proyectos de grandes corporaciones, con ubicaciones en diferentes puntos de Europa, por lo que sus oficinas técnicas están compuestas de diferentes técnicos que desarrollan su labor en distintos puntos de Europa.

Con el objetivo de llevar a cabo una comparativa adecuada y equivalente, relacionamos los edificios de uso comercial/administrativo/reunión de España, con edificios de clase 4 y 5 de Alemania y de ellos compararemos:

La resistencia al fuego de elementos estructurales y los recorridos de evacuación.

Se han determinado estos aspectos, por cuanto la resolución correcta o incorrecta en fase de proyecto de la estructura o ubicación de salidas, tiene una elevada influencia en el diseño final de la edificación.

Resistencia al fuego en cada una de las normativas

Previamente, para entender la importancia de la clasificación de los edificios alemana explicada anteriormente, se comparará la nomenclatura y nor-

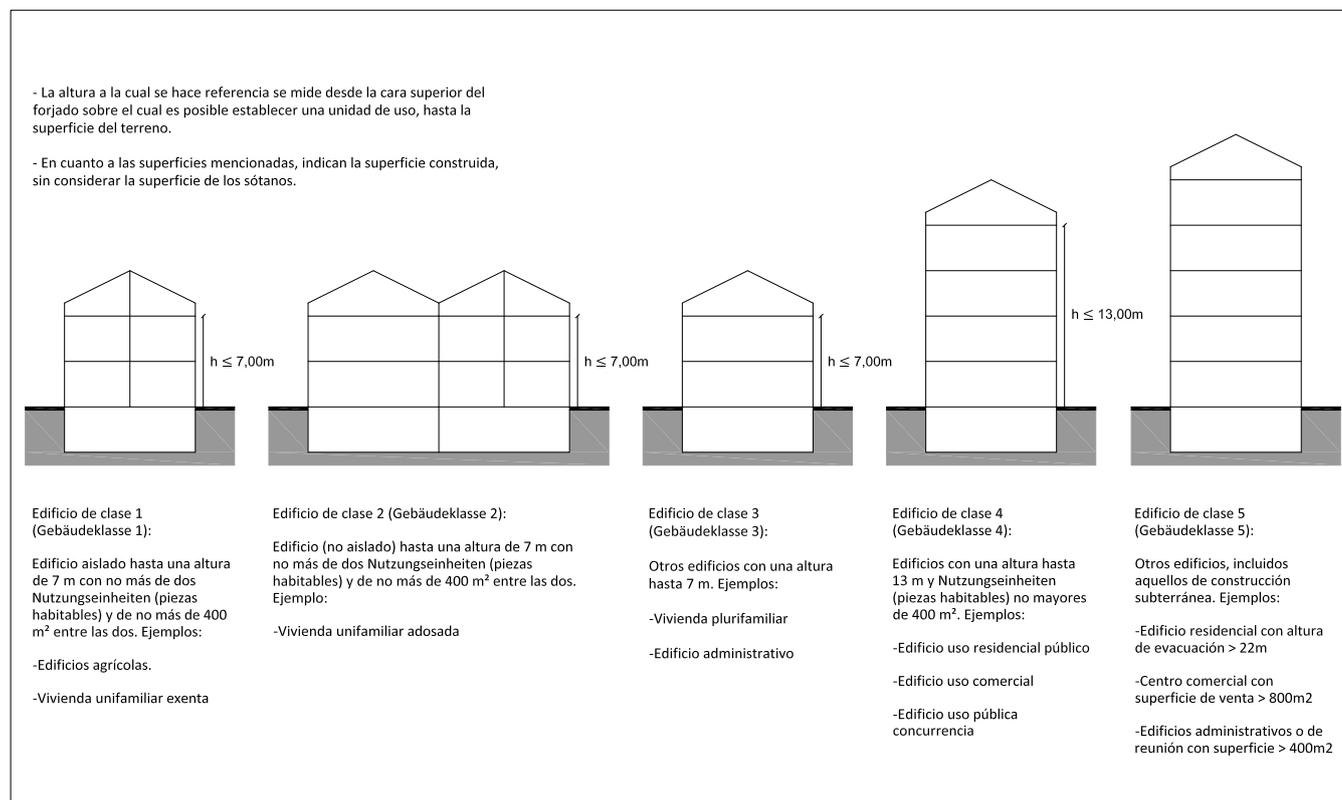


Figura 1. Clases de edificios (Gebäudeklassen). Fuente: elaboración propia.

Uso del sector de incendio considerado	Plantas sótano	Plantas sobre rasante		
		altura de evacuación del edificio		
		≤15m	≤28m	>28m
Vivienda unifamiliar	R30	R30	-	-
Residencial vivienda, Residencial público, Docente, Administrativo	R120	R60	R90	R120
Comercial, Pública concurrencia, Hospitalario	R120	R90	R120	R180
Aparcamiento (edificio uso exclusivo)			R90	
Aparcamiento (bajo uso distinto)		R120		

Tabla 1. Resistencia al fuego de elementos estructurales del CTE DB SI6. Fuente: Código Técnico de la Edificación, documento básico seguridad contra incendios.

Denominación normativa española (clase de resistencia al fuego)	Minutos de resistencia portante	Denominación normativa alemana de la resistencia al fuego
F30	30 min	Retardante al fuego
F60	60 min	Altamente retardante al fuego
F90	90 min	Resistente al fuego
F120	120 min	Altamente resistente al fuego
F180	180 min	Máximo resistente al fuego

Tabla 2. Equivalencia de la denominación de la resistencia al fuego entre la normativa española y alemana. Fuente: Elaboración propia.

mativa que regula la resistencia al fuego entre España y Alemania.

La normativa española que regula la resistencia al fuego de la estructura portante es el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico Seguridad contra incendios DBSI6 Resistencia al fuego de la estructura, parte 3 “Elementos estructurales principales” en su tabla 3.1., que relaciona altura de evacuación, uso y resistencia al fuego de elementos estructurales y que se describe en la tabla 1.

La normativa española que regula el tiempo de duración contra el fuego de la estructura portante es el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego en su anexo III, *Clasificación en función de las características de resistencia al fuego de los elementos y productos de construcción*. Además, los ensayos para la determinación de la duración están descritos en el Anejo SIG *Normas relacionadas*

con la aplicación del Documento Básico de Seguridad contra Incendios, donde se extraen a modo recopilatorio las más importantes¹.

Al igual que el Código Técnico de la Edificación determina la resistencia al fuego mediante la aplicación de la normativa UNE, el Código de Construcción Patrón alemán (*Muster-Bauordnung*, MBO) realiza una clasificación de la duración de la resistencia al fuego en aplicación del parágrafo 26

¹ UNE-EN 13501-5:2007+A1:2010: Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación

UNE-EN 1365-2:2000: Ensayos de resistencia al fuego de los elementos portantes. Parte 2: Suelos y cubiertas.

UNE-EN 1992-1-1:2013: Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.

UNE-EN 1993-1-1:2008: Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios.

UNE-EN 1994-1-1:2011: Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.

UNE-EN 1995-1-1:2006: Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.

Requisitos generales para el comportamiento frente al fuego de materiales y componentes de construcción que aplica la normativa DIN, la DIN 4102 Comportamiento al fuego de materiales y componentes de construcción; Componentes, términos, requisitos y pruebas (DIN4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen) y en particular la parte 2: DIN 4102-2. Normativa alemana de clases de reacción al fuego. Esta normativa clasifica la resistencia al fuego según los minutos de duración.

Quiero indicar que la denominación en España se cita directamente según la resistencia al fuego con el número de minutos, pero en la normativa y bibliografía alemana (4, 5), así como en los catálogos técnicos, se cita según la denominación de la última columna de la tabla 2 adjunta.

Una vez aclarada la comparativa en materia de denominación de la resistencia al fuego, se procede a realizar la comparativa descrita.

Resistencia al fuego de elementos estructurales

Aplicando la normativa alemana, en el Código de Construcción Patrón (MusterBauOrdnung) se determina la siguiente Resistencia al fuego de elementos estructurales en función de la Clase del Edificio, independientemente del uso (recordemos que las clases del edificio discriminan los edificios según la tipología, abarcando diferentes usos):

Edificios de clase 4 (edificios con una altura de hasta 13 m y piezas ha-

bitables no mayores de 400 m² [Fig. 1]. Clases de Edificios):

Según se indica en la figura 2, la resistencia al fuego de los elementos estructurales debe ser F60 altamente retardante al fuego (*hochfeuerhemmend*).

Edificios de clase 5 (edificios singulares, como edificios de uso residencial con altura mayor de 22m, centro comercial con superficie de venta mayor de 800 m², edificios administrativos o de reunión con superficie mayor de 400 m² (Fig. 1). Clases de Edificios):

La resistencia al fuego de los elementos estructurales debe ser F90 Resistente al fuego (*feuerbeständig*) (Fig. 3).

Para poder realizar la comparativa, se determina un uso y una altura de evacuación de un edificio de forma que sea posible realizar la comparativa por analogía, aplicando el CTE DB SI 6 (Tabla 3). Elementos estructurales principales:

Resistencia al fuego de elementos estructurales en España (en función del uso):

Alemania	España	Esquema
Edificio Clase 4. F60 (Hochfeuerhemmend) Musterbauordnung (§ 27)	Resistencia al fuego según uso y altura de evacuación. DB SI 6 Tabla 3.1. Elementos estructurales principales.	<p>CTE DB SI. Anejo C. Tablas C.2 y C.4, Soportes. El hormigón armado, como material muy común en los elementos estructurales, varía su resistencia al fuego en función de las dimensiones de la sección y el espesor del recubrimiento de la armadura.</p>
Edificio hasta altura 13m de cualquier uso y piezas habitables menores de 400m ² . F60	Edificio con uso vivienda unifamiliar con altura de evacuación h<15m: R30	
Edificio administrativos o de reunión y piezas habitables menores de 400m ² . F60	Edificio administrativo o de reunión con altura de evacuación h<15m: R60	
Edificio hasta altura 13m uso comercial y piezas habitables menores de 400m ² . F60 (hasta 800m ²)	Edificio con uso comercial con altura de evacuación h<15m: R90	
Edificio hasta altura 13m uso pública concurrencia y piezas habitables menores de 400m ² . F60 (hasta 40p)	Edificio con uso pública concurrencia con altura de evacuación h<15m: R90	

Figura 2. Comparativa de edificios de clase 4 para resistencia al fuego de muros de carga, paredes de arriostramiento y soportes.

Alemania	España	Esquema
Edificios de clase 5. F90 (Feuerbeständig) Musterbauordnung (§ 27)	Resistencia al fuego según uso y altura de evacuación. DB SI 6 Tabla 3.1. Elementos estructurales principales.	<p>CTE DB SI. Anejo C. Tablas C.2 y C.4, Soportes. El hormigón armado, como material muy común en los elementos estructurales, varía su resistencia al fuego en función de las dimensiones de la sección y el espesor del recubrimiento de la armadura.</p>
Edificio residencial con altura de evacuación > 22m. F90	Edificio residencial altura de evacuación > 28m. R90	
Centro comercial con superficie de venta > 800m ² . F90	Centro Comercial dispondrá de resistencia al fuego según altura de evacuación: H≤15m R90 -- H≤28m R120 -- H>28m R180	
Edificios administrativos o de reunión con superficie > 400m ² . F90	Edificio administrativo dispondrá de resistencia al fuego según altura de evacuación: H≤15m R60 -- H≤28m R90 -- H>28m R120	
Restaurante en edificios con aforo superior a 40p. F90	Edificio con uso de pública concurrencia dispondrá de resistencia al fuego según altura de evacuación: H≤15m R90 -- H≤28m R120 -- H>28m R180	
Albergues con más de 12 camas. F90	Edificio con uso residencial público dispondrá de resistencia al fuego según altura de evacuación: H≤15m R60 -- H≤28m R90 -- H>28m R120	
Hospital. F90	Edificio con uso hospitalario dispondrá de resistencia al fuego según altura de evacuación: H≤15m R90 -- H≤28m R120 -- H>28m R180	
Colegios. F90	Edificio con uso docente dispondrá de resistencia al fuego según altura de evacuación: H≤15m R60 -- H≤28m R90 -- H>28m R120	

Figura 3. Comparativa de edificios de clase 5 para resistencia al fuego de muros de carga, paredes de arriostramiento y soportes.

Concepto	Alemania	España	Comentario
Número de recorridos de evacuación	Apartamentos, consultorios, locales comerciales independientes al menos en cada planta dos recorridos de evacuación independientes al exterior	DB SI3-3. 1 o 2 salidas depende de usos. 1 salida: - Prohibido uso hospitalario - Ocupación <100 p - Ocupación <500 p en residencial - Ocupación <50 p bajo rasante - Ocupación <50 alumnos y recorrido de evacuación <25 m	En España depende del uso y de la ocupación en según qué circunstancias pueden tener solo un recorrido de evacuación
Escaleras de evacuación	En apartamentos y piezas habitables en altura se dispondrá de una escalera de evacuación	La norma española define el término "salida de planta" el cual en según qué circunstancias es también una escalera	En esencia ambas normas regulan lo mismo para evacuación en altura
Segundo recorrido de evacuación	El segundo recorrido de evacuación puede ser otra escalera de evacuación (Notwendige Treppe) o punto de la pieza habitable que los bomberos puedan alcanzar con el equipo de rescate	No existe una analogía igual en España para que el segundo recorrido de evacuación se pueda realizar a través de una escalera y con ayuda de los equipos de rescate de los bomberos	Es una diferencia sustancial la posibilidad de segunda ruta de escape en la normativa alemana en puntos de la pieza habitable que los bomberos pueden alcanzar con el equipo de rescate

Tabla 3. Comparativa de los recorridos de evacuación. Fuente: Elaboración propia.

Uso administrativo (h = altura de evacuación):

- h ≤ 15 m - R60
- h ≤ 28 m - R120
- h ≥ 28 m - R180

Uso comercial (h = altura de evacuación):

- h ≤ 15 m - R90
- h ≤ 28 m - R120
- h ≥ 28 m - R180

Uso pública concurrencia (h = altura de evacuación):

- h ≤ 15 m - R90
- h ≤ 28 m - R120
- h ≥ 28 m - R180

Teniendo en cuenta las características de los edificios de clase 4 y 5 descritos en la normativa alemana y con el objetivo de comparar edificios análogos entre ambas normativas, se deben relacionar los edificios descritos en la normativa alemana como de clase 4 con edificios descritos en la normativa española con una altura de evacuación ≤15 m; de esta manera coincide la resistencia al fuego en edificios de uso administrativo (F60/R60), mientras que en edificios de uso comercial y pública concurrencia la normativa española es más restrictiva.

Por otro lado, los edificios descritos en la normativa alemana como clase 5 deben compararse con edificios según

la normativa española con una altura de evacuación >15 m. Se concluye en este caso que la normativa española es más restrictiva en todo caso (F90/R120-180).

En las siguientes figuras (Figs. 2 y 3) se relaciona la resistencia al fuego de elementos de la estructura portante como son: muros de carga, paredes de arriostramiento y soportes. Se comparan edificios de clase 4 y 5 en Alemania con edificios de características similares en España. Se determinan varios ejemplos de edificios y usos de la clase 4 y 5 en Alemania y se establece una relación con edificios con altura equivalente y no equivalente aplicando la normativa española. Con el objetivo de comparar cómo queda el diseño de la estructura entre un país y otro, se acompaña una sección tipo de pilares y losas de hormigón armado para la resistencia al fuego considerada.

Recorridos de evacuación

Para realizar la comparativa de recorridos de evacuación, regulado en el apartado CTE DB SI 3 Evacuación de Ocupantes (Tabla 3) y partiendo de la premisa del uso elegido en esta comparativa que es el comercial, administrativo y de reunión, es necesario analizar la normativa alemana en dos fases.

En un primer análisis, el Código de Construcción Patrón (*MusterBauordnung*) en su parágrafo 33 *Primer y segundo recorrido de evacuación (Erster und zweiter Rettungsweg)* determina lo descrito en la Tabla 3.

Será necesario realizar un análisis en una segunda fase, ya que esta normativa no regula longitudes máximas. Para ello, es necesario analizar documentos técnicos más concretos. Estos son los siguientes reglamentos específicos:

- Reglamento de áreas comerciales (*Muster-Verkaufsstättenverordnung_MVKVO*) en su versión de julio de 2014 (6).
- Reglamento de locales de reunión (*Muster-Versammlungsstättenverordnung_MVStättVO*) en su versión de julio de 2014 (7).
- Reglas técnicas para los lugares de trabajo (*Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A2.3*) en su versión del año 2014 (8).

Esporádicamente, se aplicará también la normativa que regula en España el uso industrial, el Real Decreto 2267/2004 Reglamento de Seguridad contraincendios en establecimientos industriales, por cuanto la normativa alemana introduce aspectos relaciona-

Alemania	Esquema	España	Esquema
Technische Regeln für Arbeitsstätten. ASR A2.3.		CTE DB SI 3. 3. Recorridos de evacuación.	
Se tendrá en cuenta el número máximo de personas, así como la evaluación de riesgos.		Los recorridos de evacuación dependen de la ocupación.	
Los recorridos de evacuación será lo más cortos posibles y podrán ser:		Los recorridos de evacuación será lo más cortos posibles y podrán ser:	
Recintos sin riesgo de incendio o con riesgo normal de incendio: hasta 35m de recorrido directo (Fluchtweg). (Recorrido peatonal: 52,5m)		En la normativa española se aplicará CTE DB SI3.3. Numero de salidas y recorridos de evacuación. Para ocupación<100p y uso administrativo/reunión: Para 1 única salida de planta 25m. Para ocupación>100p: más de una salida de planta: Recorridos de evacuación debe cumplirse OE-25m(rec.alt)- 50m "Salida de planta"	
Recintos con alta posibilidad de incendio con elementos propios de protección contra incendios: hasta 35m de recorrido directo. (Recorrido peatonal: 52,5m)		En general para el uso definido el recorrido máximo de evacuación debería ser de 50m, con la posibilidad de aumentar un 25% en el caso de contar con una instalación automática de extinción=62,50m	
Recintos con alta posibilidad de incendio sin elementos propios de protección contra incendios: hasta 25m de recorrido directo. (Recorrido peatonal: 37,5m)		Según el Real Decreto 2267/2004, para recintos con riesgo medio de incendio: Para 1 única salida de planta o de recinto: 25m Para más de una salida de planta o recinto: 50m	
Recintos con riesgo de elementos tóxicos: hasta 20m de recorrido directo. (Recorrido peatonal: 30m)		Según el Real Decreto 2267/2004, para recintos con riesgo alto de incendio: Deben existir más de una salida de planta o de recinto: 25m	
Recintos con riesgo de explosión: hasta 20 de recorrido directo. (Recorrido peatonal: 30m)		Según el Real Decreto 2267/2004, para recintos con riesgo alto de incendio: Deben existir más de una salida de planta o de recinto: 25m	
Recintos con elementos explosivos: hasta 10m de recorrido directo. (Recorrido peatonal: 15m)		Según el Real Decreto 2267/2004, para recintos con riesgo alto de incendio: Deben existir más de una salida de planta o de recinto: 25m	

Figura 4. Comparativa, longitud de los recorridos de evacuación.

Alemania	Esquema	España	Esquema
El ancho mínimo de los recorridos de evacuación se determina en función del número máximo de personas que deben usar el recorrido de evacuación.		DBSI3-4.2. Anchura según ocupación P/200. Puertas y pasos: $A \geq P/200 \geq 0.80m$ Pasillo y rampas: $A \geq P/200 \geq 1.00m$ El ancho de evacuación debe mantenerse homogéneo durante la evacuación.	
hasta 5 personas: 0,875m. (nunca menor de 0,80m)		DBSI3-4.2. Anchura según ocupación P/200, lo que supone: Pasillo y rampas: $A \geq 5/200 = 0.025m \geq 1.00m$	
hasta 20 personas: 1m.		DBSI3-4.2. Anchura según ocupación P/200, lo que supone: Pasillo y rampas: $A \geq 20/200 = 0.10m \geq 1.00m$	
hasta 200 personas: 1,20m.		DBSI3-4.2. Anchura según ocupación P/200, lo que supone: Pasillo y rampas: $A \geq 200/200 = 1.00m \geq 1.00m$	
hasta 300 personas: 1,80m.		DBSI3-4.2. Anchura según ocupación P/200, lo que supone: Pasillo y rampas: $A \geq 300/200 = 1.50m$	
hasta 400 personas: 2,40m.		DBSI3-4.2. Anchura según ocupación P/200, lo que supone: Pasillo y rampas: $A \geq 400/200 = 2.00m$	
Se puede despreciar una restricción del ancho mínimo de los pasillos de un máximo de 0,15 m en las puertas.		Está permitida una reducción hasta 0.78m según establece el criterio del CTE DB SUA para la anchura libre de paso reducida por el grosor de la hoja de la puerta.	
Para áreas de ocupación de hasta 5 personas, el ancho libre no debe ser inferior a 0,80 m en ningún punto.		DBSI3-4.2. Anchura según ocupación P/200. Para 5p en la normativa española supondría: En puertas y pasos permitido 0.80m En pasillos y rampas permitido 1.00m	

Figura 5. Comparativa, anchura de los recorridos de evacuación.

dos con dicho uso.

Los recorridos de evacuación se diseñan teniendo en cuenta la cantidad de personas que pueden utilizar dicho recorrido, lo cual depende de la ocupación; además, se debe evaluar el riesgo que existe en cada espacio. De esta manera, los recorridos de evacuación tendrán una longitud máxima y un ancho mínimo que deberán cumplir en cada caso.

Antes de comparar las características de los recorridos de evacuación en ambas normativas, resulta interesante cómo abarcan las normativas de los dos países la posibilidad de complementar un recorrido de evacuación con un recorrido secundario.

La normativa alemana no menciona unas características concretas a partir de las cuales se debe incorporar, o no, un segundo recorrido de evacuación. Simplemente considera esa posibilidad una vez que se haya realizado una evaluación de riesgos, teniendo en cuenta la ocupación y las características de la edificación (ASR A2.3, apartado 4, punto 5). En cambio, la normativa española, para el uso que nos interesa, especifica que para una ocupación de más de 100 personas (con diferentes salvedades para un conjunto de edificio o evacuaciones ascendentes o escuelas infantiles) es necesario establecer más de una salida de planta (CTE DB SI 3 Evacuación de Ocupantes [v. Tabla 3]).

En la figura 4 se compara los recorridos de evacuación entre Alemania y España. Mientras que en la normativa alemana es necesario, además de calcular la ocupación, realizar una evaluación de riesgos, en la normativa española solo se vincula la ocupación al número y longitud de recorridos de evacuación. En la figura 5 se detallan los recorridos de evacuación y su ancho mínimo para la correcta evacuación de las personas. Esta dimensión se determina, en ambas normativas, en función de la ocupación, es decir, del número máximo de personas que deben usar el recorrido de evacuación.

Conclusiones generales

Resistencia al fuego de elementos estructurales

En general, la normativa española es más restrictiva a la hora de establecer la resistencia al fuego de los elementos estructurales en un edificio de clase 4 en Alemania o su equivalente en España. Tanto en edificios de uso comercial como de pública concurrencia, la normativa española es más restrictiva que la alemana, mientras que en edificios administrativos ambas normativas establecen la misma resistencia al fuego.

En edificios de clase 5, en su equivalencia a la normativa española, esta introduce diferencias en la resistencia al fuego de elementos estructurales, ya que la normativa española determina aspectos en función de la altura de evacuación, mientras que la normativa alemana no vincula la resistencia al fuego a la altura de evacuación. De esta manera, la normativa española es más restrictiva cuando se superan ciertos niveles de la altura de evacuación.

Recorridos de evacuación

En general, la normativa española es más concreta que la alemana en la longitud de los recorridos de evacuación. En la normativa española es posible aplicar uno o dos recorridos de evacuación y su longitud máxima en función de los usos y la ocupación.

La normativa alemana introduce el concepto de evaluación de riesgos, por lo que la solución final depende de dicha evaluación. La normativa alemana establece que un segundo recorrido de evacuación puede ser aquel punto de la pieza habitable que sea accesible mediante elementos de evacuación de los bomberos², aspecto que la normativa española ni siquiera menciona.

Para una única salida, la normativa española con 25 metros es más restrictiva que la alemana, con 35 metros.

2 MBO. Parágrafo 33, (2) 2. Primer y Segundo recorrido de evacuación. (33. Erster und zweiter Rettungsweg) El segundo recorrido de evacuación puede ser un punto accesible de la pieza habitable mediante un equipo de rescate del servicio de bomberos.

La aplicación de dos salidas de evacuación es más clara en la normativa española.

Para usos industriales la normativa alemana es más restrictiva que la española.

Respecto a las anchuras de los recorridos de evacuación, la norma española es más restrictiva para bajas ocupaciones, pero para altas ocupaciones la normativa alemana es más restrictiva. La normativa española permite calcular la anchura de los recorridos de evacuación mediante una fórmula y en función de la ocupación, mientras que la normativa alemana establece la anchura a partir de una tabla en función de una serie de ocupaciones predeterminadas.

Bibliografía

- (1) Ministerio de la Construcción de Alemania, (2012). Código de construcción patrón (MusterBauOrdnung). Disponible en <https://www.bauministerkonferenz.de/lbo/VTMB102.pdf>
- (2) Cortes Generales (2006). Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo. Documento básico de seguridad en caso de incendio, DBSI. Boletín Oficial del Estado nº74 de fecha 28 de marzo 2006 y sus actualizaciones. España.
- (3) Cortes Generales (2004). Real Decreto 2267/2004. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Boletín Oficial del Estado, nº 303 de fecha 17 de diciembre de 2004. España.
- (4) Friedl, Wolfgang J. (2008). Grundlagen des Brandschutzes, Aachen, Shaker Verlag.
- (5) Löbbert/Pohl/Kruszinski (2007). Brandschutzplanung für Architekten und Ingenieure, Köln, Feuertrutz GmbH Verlag.
- (6) Ministerio de la Construcción de Alemania, (2014). Modelo de regulación para centros comerciales (Muster-Verkaufsstättenverordnung). Disponible en <https://www.is-argebau.de/lbo/VTMU010.pdf>
- (7) Ministerio de la Construcción de Alemania, (2014). Modelo de regulación para centros de reunión (Muster-Versammlungsstättenverordnung). Disponible en <https://www.is-argebau.de/Dokumente/4231724917250.pdf>
- (8) Ministerio de trabajo y social de Alemania, (2017). Reglas técnicas para centros de trabajo (ASR A2.3 Technische Regeln für Arbeitsstätten). Disponible en https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A2-3.pdf?__blob=publicationFile

Breve recorrido por la historia de las fuentes. Orígenes, evolución y su relación con el hombre

Brief history of fountains. Origins, evolution and its relationship with men

Carlos de la Fuente Borreguero*

Resumen

Las fuentes han sido una constante en la vida del hombre, desde las más antiguas civilizaciones hasta nuestros días. Las primeras fuentes permitieron el acceso al agua que ofrece la naturaleza de forma espontánea, para atender las necesidades básicas del hombre y de los animales domésticos. Después vinieron las primeras fuentes artificiales, construidas en las aldeas, pueblos y ciudades, y que durante muchos años facilitaron a sus habitantes el agua que requerían, sirviendo también como lugar de encuentro y esparcimiento. A continuación, aparecieron las fuentes artificiales ornamentales, que se construyeron en calles, plazas y parques y en interiores de palacios y jardines y que sirvieron como elemento urbanístico que contribuye a ordenar el paisaje, suavizar el ambiente o a su embellecimiento. También puede hablarse de la fuente como obra de arte, al adquirir la finalidad de expresión artística con sus esculturas y arquitectura, dejando el agua que brota de sus surtidores o cae por las cascadas como ornamento secundario.

El empleo del agua como elemento de composición arquitectónica y urbanística ha estado presente en todas las culturas y la modalidad más común ha sido la fuente. Su evolución es el resultado del uso y del comportamiento del hombre con el agua, que desde sus inicios ha venido condicionado por el nivel tecnológico alcanzado en cada época.

En el artículo se realiza un rápido recorrido por la historia de las fuentes, desde su orígenes hasta nuestros días. .

Palabras clave

Fuente, uso del agua, surtidor, cascada, bomba, cortina de agua.

Abstract

Fountains have been a constant in the life of men, from the oldest civilizations to the present day. The first fountains allowed access to the water that nature offers spontaneously, to meet man and domestic animals' basic needs. Then the first artificial fountains arrived, built in villages, towns and cities, which for many years provided their inhabitants with the water they required, also serving as a meeting place and recreation. After them ornamental artificial fountains arrived, which were built in streets, squares and parks and in the inside of palaces and gardens, and served as an urban element that contributed to organise the landscape, softening and embellishing the environment. They can also be considered as a work of art, acquiring the purpose of artistic expression with their sculptures and architectural fountains, leaving the water that gushes from their fountains or falls through the waterfalls as a secondary ornament.

The use of water as an element of architectural and urban composition has been present in all cultures and the fountain has been the most common modality. Its evolution is the result of man's use and behaviour with water, which since its inception has been conditioned by the technological level reached in each era.

The article takes a quick tour through the history of fountains, from their origin to the present day.

Keywords

Fountain, water use, water fountain, waterfall, pump, water curtain.

Recibido / received: 02/03/2021. Aceptado / accepted: 29/06/2021.

*Doctor ingeniero eléctrico, máster de posgrado en ingeniería ambiental para profesionales relacionados con la obra civil y la industria, graduado en ingeniería eléctrica e ingeniero técnico industrial. Posición laboral actual: director de Gestión de Servicios de Luz Madrid UTE.

Autor para correspondencia: c.fuente@wanadoo.es (C. de la Fuente)



Detalle de una de las fuentes de los jardines del Palacio Real de La Granja de San Ildefonso, en Segovia. Foto: Shutterstock.

El hombre y las fuentes

La evolución de las fuentes es el resultado del uso y comportamiento del hombre con el agua, y del grado de desarrollo y refinamiento alcanzado en cada momento histórico. Atendiendo a ello, podemos diferenciar tres fases a lo largo de la historia (Ledo Ovies, 1968): la fuente como necesidad, como motivo de belleza y como arte.

La fuente como necesidad

La fuente permite acceder al agua que ofrece la naturaleza de forma espontánea, atendiendo las necesidades básicas. Los núcleos de población siempre se asentaron allí donde había disponibilidad de agua.

En tiempos no muy lejanos la fuente era imprescindible en nuestros pueblos y ciudades, que si eran de considerable extensión contaban con varias fuentes. A ellas acudían los vecinos para surtirse del agua que necesitaban para atender sus necesidades y las de los animales que criaban. Así, para atender una necesidad muy elemental nació la primera fuente artificial. Al dotar de abastecimiento de agua a los pueblos y ciudades la fuente dejó de ser necesaria en el uso que hasta entonces se requería.

La fuente motivo de belleza

Una vez que la fuente no se requiere para satisfacer las necesidades de agua, podría haber dejado de existir. Pero no fue así: persistió e incluso se enriqueció, al ser concebida como ornamento, como motivo de embellecimiento de calles, plazas, parques, jardines e interiores de palacios y casas señoriales. La fuente como motivo de belleza cobró mayor importancia que la antigua fuente, concebida como necesidad. En este periodo de la historia, las propiedades del agua, materializadas en las fuentes ornamentales, se emplearon para crear efectos visuales y artísticos que sirvieron de entretenimiento para la aristocracia y sus invitados (Douglas Aurand, 1990).

La fuente como arte

La fuente ya había servido como motivo de belleza, pero aún no era concebida como arte. La fuente adquiere la finalidad de expresión artística con sus esculturas y arquitectura. El arte, como reflejo de la cultura a lo largo de nuestra historia, ha incluido la recreación del agua y su mundo. Buen ejemplo de ello es la Fontana de Trevi (Fig. 1), en Roma, cuyas esculturas y solución arquitectónica constituyen

una verdadera obra de arte y el agua supone un ornamento secundario. El ingeniero español Carles Buïgas fue más allá y elevó a la categoría de arte de gran Arte la fuente de agua-luz cambiante que inventó (Ledo Ovies, 1968).

A continuación, se realiza un rápido repaso, a lo largo de la historia, de los orígenes y la evolución de las fuentes, así como su relación con el hombre. Para facilitar su desarrollo se ha dividido en apartados, teniendo en cuenta las principales civilizaciones y periodos históricos o artísticos.

Orígenes

El origen de las fuentes se remonta a épocas muy antiguas, llegando incluso a las primeras civilizaciones de las que se tiene constancia. El conocimiento y dominio de la irrigación y del drenaje, basados en un desplazamiento del agua por gravedad, fue el primer recurso con el que el hombre salió victorioso frente a las fuerzas de la naturaleza.

La primera civilización surgió en Mesopotamia, entre los ríos Éufrates y Tigris, hacia el año 6.000 a. de C. En la parte baja de esta amplia llanura, cerca de su desembocadura en el golfo Pérsico, surge, tras una revolución agrícola-



Figura 1. Fontana de Trevi en Roma (Italia).

la, la antigua Sumeria, primera gran civilización de Mesopotamia, entre el 3.500 y 3.100 a. de C. Fue una civilización que construyó canales de riego, acequias y presas para aprovechar las aguas de los ríos para el cultivo.

La civilización egipcia nace también junto a un río, el Nilo, alrededor del año 4.000 a. de C. Su economía se basaba en el aprovechamiento del limo fertilizador que dejaba este río, con las subidas y bajadas del nivel de agua. Posteriormente, desarrollaron avanzados sistemas de riego, lo que les permitió expandir sus cultivos. Los faraones egipcios ya mostraron interés por las posibilidades ornamentales del agua. Ejemplo de ello es el palacio residencial del faraón Akhenaton, donde construyó una gran piscina colindante con el salón del trono.

Coetáneas en mayor o menor grado a estas culturas de Oriente Medio se desarrollaron otras civilizaciones, que también concedieron gran importancia al agua. Es el caso de la originaria del valle del Indo y sobre todo la persa. Estos últimos introdujeron, por primera vez, surtidores de agua que al retumbar en los estanques producían melodías, por lo que el agua adquiría un nuevo sentido rítmico y musical (Molina, 2016).

Para las primeras civilizaciones, el agua también constituyó un objeto simbólico de consagración, en torno al cual se crearon mitos. Las fuentes,

los manantiales y los ríos estaban bajo la protección de los dioses y eran lugares de culto. Ejemplo de ello fue Epidauro, donde los fieles sanados arrojaban monedas a la fuente sagrada del dios Asclepio, hijo de Apolo y dios curador por excelencia en la religión griega. Otro ejemplo fue el Oráculo de Delfos, el más famoso de la antigüedad clásica, que nació en torno a la fuente de Castalia, donde acudían los griegos a escuchar las adivinanzas del oráculo (Wiesenthal, 2007). El estanque de Siloé, en Jerusalén, era usado por los judíos para actos rituales.

Es posible que de la conjunción de ambos fenómenos: el científico-técnico (aparición de sistemas de riego y canales) y el místico (creación de una mitología en torno al tema del agua) naciera la historia de las fuentes. Paralela a la evolución histórica de ambas manifestaciones camina el desarrollo y evolución de la fuente: esta no es más que la recreación del tema del agua, condicionada con el desarrollo de la técnica hidráulica por las vías artísticas (Molina, 2016).

Las primeras fuentes europeas: periodos helenístico y romano

La tierra de Grecia presenta serias dificultades para el abastecimiento de agua en las grandes urbes. Para resolverlo, durante el periodo heleno se levantaron los primeros acueductos, como el construido por Eupalino de

Megara en la isla de Samos, en el siglo VI a. de C., con un túnel de 1.040 metros de longitud para canalizar las aguas que procedían de una fuente y abastecer la ciudad.

Para los griegos, la fuente pública adquiere una enorme importancia y un marcado carácter religioso, y constituye, junto con el templo, uno de los monumentos más característicos de sus ciudades. Las ciudades solían adoptar un planeamiento urbanístico en forma de cuadrícula y en la encrucijada de las vías aparecieron las fuentes públicas, añadiendo una nueva función a la de satisfacer la demanda de agua: servir como punto de referencia visual y arquitectónico, presagiando su posterior aspecto monumental. La fuente consistía, generalmente, en un pequeño pórtico con una o varias máscaras de león, que arrojaban el agua sobre los recipientes colocados en el suelo o sobre un simple pilón excavado en el terreno. Pero además de estas fuentes públicas, el agua ya entra a las casas y jardines particulares (Molina, 2016).

Las fuentes griegas más célebres, por la calidad de sus aguas o por su riqueza ornamental, fueron las de Teógenes en Megara, Pirene en Corinto, Castalia en Delfos y Enneacrounos (nueve bocas) en Atenas, cuyas aguas eran empleadas en los ritos nupciales, según refiere Tucídides (Wiesenthal, 2007).

El imperio romano tomó muchas influencias de la cultura griega, entre ellas el valor que poseían las fuentes y las construcciones hidráulicas. Con los romanos, la construcción de fuentes se ve enriquecida, resultado de poseer mayores conocimientos técnicos y un nutrido mundo mitológico que confirió a las fuentes un carácter sagrado, de propiedades curativas y de utilización agorera.

Por un documento de la época constantina sabemos que Roma, en el siglo IV de nuestra era, contaba con 11 termas, 856 baños, 1.152 fuentes y 2 naumaquias (enormes palacios con jardines y lagos donde celebraban espectáculos de combates navales). Estas cifras permiten comprender que el agua fue un elemento vital para los romanos. Pero, además de contar con un elevado número de fuentes, las viviendas de los ciudadanos más pudientes contaban con agua corriente y disponían de baños, letrinas, sistemas de desagües, pozos y cisternas.

Esto exigía disponer de un complejo sistema de canalizaciones y tuberías que recorrieran toda la ciudad. El Aqua Virgo, uno de los 11 acueductos que proveían de agua a Roma y que contaba con más de 20 km de longitud, casi todos subterráneos, alimenta, todavía hoy, la Fontana di Trevi y las fuentes de la Piazza di Spagna, Piazza del Popolo y Piazza Navona.

La ingeniería hidráulica, y con ella las fuentes, alcanzó su máxima perfección con el genio latino, singularmente dotado para las construcciones utilitarias de la vida pública. Los romanos construyeron grandiosas obras de ingeniería hidráulica: acueductos, fuentes, cloacas, etc.

Las fuentes árabes

La principal aportación de la cultura islámica está relacionada con su peculiar visión del mundo y de la vida humana, encaminada esta última al placer y goce proporcionados por los sentidos. Y es aquí, en el plano estético y de disfrute de los sentidos, donde el agua desempeña un papel destacado. Los árabes fueron grandes estudiosos de las fuentes como medio de estimular la vista, el oído y el tacto.

Los árabes asimilaron y afianzaron los conocimientos de la ingeniería hidráulica de las civilizaciones que les precedieron: los sistemas de drenaje e irrigación de Mesopotamia y Egipto, las ideas de los canales persas y de los baños romanos, entre otros, para imprimirles luego su propio carácter, refinado e íntimo, para el uso del agua. El agua se mueve en libertad: brota por los surtidores y corre por los canales, se pretende que suene, que refleje, que brille y que refresque el ambiente, proporcionando el goce de los sentidos (Molina, 2016). En sus palacios, las fuentes constituían un elemento fundamental para su recreo sensual. Los mejores ejemplos de fuentes árabes se encuentran en España, en residencias reales como el palacio de la Alhambra, con la deslumbrante fuente del patio de los Leones, o la fuente del patio de la Acequia, en los Jardines del Generalife, ambos en Granada, y en el palacio de Medinat Al-Zahara, en Córdoba, de las que casi no queda nada.

Las fuentes medievales

En la alta Edad Media, comprendida entre los siglos V y X, la fuente perdió

rango urbanístico y se recluyó a conventos y monasterios. Casi todos los claustros poseían una fuente central o pilas laterales para las abluciones de los monjes. En los monasterios del Císter se utilizaban como lavabos cuando los monjes, al regresar del trabajo del campo, debían lavar sus manos. Otra construcción muy propia de las iglesias y basílicas de la época fueron las pilas bautismales.

Otro tipo de fuente propia de la época medieval, caracterizada por su sencillez y utilidad, fue la construida al borde de los polvorientos caminos. Solía limitarse a un estanque limpio, protegido por un cobertizo, al que se descendía por una escalinata (Wiesenthal, 2007).

La fuente medieval urbana era, lógicamente, más monumental que el estanque aldeano o caminero. El pilón solía tener forma hexagonal, con una columna central con los caños rematados por una estatua.

Durante los siglos XII y XIII las fuentes aparecen frecuentemente cubiertas por arcadas, a cuyos lados se construyeron bancos de piedra para apoyar los cántaros o para el descanso. Los pozos también estaban protegidos por una estructura de madera con tejado. La madera fue posteriormente reemplazada por piedra, como se puede contemplar en la famosa fuente de Schöner Brunnen, o Fuente Hermosa, de Núremberg, del siglo XIV, que consta de una pila de agua octogonal, de la que emerge una pirámide de piedra de casi 20 metros de altura, con 47 esculturas.

A partir de los siglos XIII y XIV, al tiempo que se iniciaba el arte gótico en Europa, la ciudad medieval alcanzó su máximo desarrollo. Surgieron los baños privados y públicos y empezaron a proliferar pozos, aljibes y fuentes, en calles y plazas, que se convirtieron en señal de influencia y vitalidad. En las ciudades, especialmente en Italia, en las principales vías urbanas se construyen fuentes cada vez más monumentales, combinando elementos arquitectónicos y escultóricos, para poner de manifiesto la nueva pujanza económica y política de las ciudades. Es el caso de Siena, en la Toscana italiana, y Perugia, capital de la región de Umbría, donde aún se conservan algunas fuentes de finales del siglo XIII.

Las fuentes renacentistas

Después de muchos siglos de Edad Media, caracterizada por una concepción teocéntrica de la vida, en el Renacimiento, que comprende los siglos XV y XVI, el hombre vuelve la mirada al pasado clásico, especialmente al periodo grecorromano, para tomar conciencia de su propia individualidad.

Europa despierta al arte y a las instituciones públicas. Los nuevos planteamientos urbanísticos, destinados a embellecer y sanear las ciudades, junto con la aplicación de técnicas más avanzadas y perfeccionadas, permite que las ciudades se pueblen, poco a poco, de fuentes.

La construcción de fuentes, tanto en las ciudades como en los jardines de las villas señoriales, por ahora solo en Italia, se convierte en un alarde de ingenio técnico y artístico. La bonanza económica del Quattrocento italiano, unido al perfil característico del artista renacentista, instruido tanto en disciplinas artísticas como científicas y técnicas, supo hacer de la fuente un alarde de su propio ingenio.

Otro factor que explica el florecimiento de la fuente renacentista en las ciudades italianas fue el afán competitivo de sus príncipes o señores, cuyo prestigio dependía, en gran medida, de la magnificencia de los conjuntos erigidos en sus dominios, favorecido por la concepción racionalista de la época de considerar la fuente portadora de salubridad e higiene. De esta manera, la fuente se incorpora a la ciudad como un elemento más del prestigio del príncipe.

La fuente renacentista consta de un estanque poligonal, que rebosa agua sobre uno o más pilones secundarios, y una columna central de la que salen los caños. El fuste de la columna está ricamente decorado y sobre el capitel se levanta una estatua. En los estanques aparecen, a veces, las armas de la ciudad, inscripciones o relieves ornamentales. Los caños se embellecen con mascarones que representan cabezas de león o de otros animales. La construcción de la fuente se encomienda al fontanero o al ingeniero municipal, pero la decoración corría a cargo del escultor. Las representaciones de las esculturas eran cuidadosamente seleccionadas por la corporación de la ciudad. En las poblaciones católicas de Suiza se utilizan los santos y las figuras

bíblicas. En otras ciudades aparecen figuras alegóricas: la Prudencia y la Fortaleza en Friburgo, la Templanza en Zúrich, en Berna el ogro que se come a los niños y el oso Mütz que porta el estandarte de la ciudad (Wiesenthal, 2007).

En el siglo XVI, hacia 1550, por iniciativa del cardenal Hipólito d'Este, se construye Villa d'Este, en Tívoli, caracterizada por una profusa utilización del agua. En ella se recuperaron las técnicas romanas de ingeniería hidráulica, para aprovechar el agua del río Aniene y proporcionar agua a una serie de fuentes, cascadas y juegos acuáticos sin precedentes, aprovechando, como nunca antes, las ventajas que ofrecía la topografía en pendiente del terreno. Tal fue la importancia de Villa d'Este que su influencia, sobre todo durante los dos siglos siguientes, fue perceptible en el diseño paisajístico de toda Europa, desde Lisboa a San Petersburgo (Fig. 2).

Las fuentes barrocas

El barroco surgió a principios del siglo XVII (según otros autores a finales del siglo XVI) en Italia, desde donde se extendió a la mayor parte de Europa, y abarcó todo el siglo XVII y principios del XVIII, con mayor o menor prolongación en el tiempo, dependiendo de cada país. El arte se volvió más refinado y ornamentado, con un claro predominio de lo decorativo sobre lo estructural, de lo sensual sobre lo racional, con propensión por lo espectacular y monumental.

El estilo barroco fue en gran medida promovido por el poder papal, con el propósito de que actuara de punta de lanza del catolicismo contrarreformista. De este modo, la sede pontificia se convirtió en el gran exponente del Barroco y, por añadidura, de las fuentes (Molina, 2016). Fue el papa Urbano VIII quien contrató al genial arquitecto y escultor Gian Lorenzo Bernini, principal responsable de que Roma recibiera el apelativo de Ciudad de las Fuentes. Bernini es el autor de algunas tan monumentales como la Fontana dei Fiumi —o fuente de los Cuatro Ríos—, construida en 1651 en Piazza Navona, en cuyo centro se levanta un obelisco rodeado por estatuas que simbolizan los grandes ríos del mundo: el Ganges barbudo, el gigante Danubio, el río de la Plata con el brazo en alto



Figura 2. Fuente de Neptuno —en primer plano— y fuente del Órgano —al fondo— en los jardines de Villa d'Este en Tivoli (Italia).

y el misterioso Nilo, que lleva un velo para representar su nacimiento desconocido; otras de gran belleza, como la fuente del Tritón en Piazza Barberini, realizada entre 1642 y 1643, y la fuente del Elefante, situada en la Piazza della Minerva, próxima al Panteón, de 1667. La composición de las escenas monumentales de Bernini influyó notablemente en la concepción del jardín barroco italiano (Wiesenthal, 2007).

La Fontana de Trevi (v. Fig. 1), proyectada por Nicola Salvi, por encargo del papa Clemente XII y construida entre 1732 y 1762 es, sin duda, la más famosa de las fuentes de Roma. Ocupa una plaza entera y está formada por un conjunto barroco de esculturas de dioses, gigantes, caballos marinos y tritones de donde surgen las aguas claras y animadas.

A partir del siglo XVII, la decoración de las fontanas monumentales de Europa se centra en temas mitológicos: el majestuoso Neptuno con su cortejo, la poderosa Minerva, la maternal Cibeles con los animales de culto oriental y, sobre todo, Apolo, con su fascio de flechas. La fuente se transforma en un gran decorado artístico (Wiesenthal, 2007).

La arquitectura italiana y sus villas, con jardines y fuentes, despertaron la admiración de todas las monarquías absolutas europeas que, necesitadas de prestigio y ostentación de poder, hicieron de las fuentes el ornato preferido

de los jardines reales. Los arquitectos realizaron complicados juegos y efectos escultóricos que culminaron en espectáculos acuáticos, como los de Versalles en Francia, Núremberg en Alemania, San Petersburgo en Rusia y la Granja y Aranjuez en España. En torno a las fuentes también se realizaban representaciones teatrales, fuegos artificiales y fiestas, para recreo y divertimento de la corte.

Los jardines del Palacio de Versalles, en Francia, constituyen, tal vez, el mejor exponente de jardín barroco italiano. Fueron mandados construir por el rey Luis XIV, en un terreno donde escaseaba el agua. Esta limitación de recursos hídricos llevó a conferir mayor importancia al elemento escultórico de las fuentes, de tal modo que, aun sin agua, constituyesen en sí mismas un fabuloso espectáculo (Molina, 2016). La iconografía empleada estaba basada en la mitología y constituye un ensalzamiento a la figura de Luis XIV, el Rey Sol, simbolizado en las estatuas por el dios Apolo, cuyas flechas aparecen como símbolo en muchas fuentes versallescas (Wiesenthal, 2007) (Fig. 3).

Ese mismo carácter tuvieron los jardines y las fuentes de La Granja, mandados construir por el primer rey Borbón, Felipe V, a principios del siglo XVIII, como recuerdo de su niñez en la corte francesa. Su construcción siguió la norma clásica de la escuela de



Figura 3. Fuente del Latone en los jardines de Versalles (Francia).



Figura 4. Fuente de los Baños de Diana en los jardines de La Granja de San Ildefonso en Segovia (España).

Versalles, aunque con algunas variantes en su programa iconográfico y condiciones topográficas, así como un mayor respeto por el terreno y la arboleda primitiva, lo que otorgaría al proyecto una particularidad genuinamente española (Molina, 2016) (Fig. 4).

Las fuentes de la Granja están inspiradas en la mitología clásica, incluyendo deidades, alegorías y escenas mitológicas. Los grupos escultóricos se construyeron en plomo, para prevenir la corrosión, aunque pintadas a imitación de bronce para ennoblecerlas, y mármol. Las estructuras y los sistemas de canalizaciones de agua y cañerías originales siguen funcionando en la actualidad. Sus constructores dependían

de la gravedad para hacer brotar el agua hasta 40 metros de altura. Un lago artificial, llamado El Mar, se construyó en el punto más alto del parque y provee de caudal de agua y presión suficiente a todo el sistema hidráulico y conjunto de 21 fuentes, con más de 300 surtidores de agua. Todas las fuentes consumen una media de 9.000 m³ por hora si funcionan a la vez, y gastan el depósito principal en 13 horas. Por eso las fuentes nunca funcionan simultáneamente y estaban pensadas para ser puestas en servicio solamente cuando se acercara el rey. Por este motivo, además del deterioro que supondría su funcionamiento continuado, solo algunas funcionan en temporada estival y todas, o al menos

un número importante de ellas, lo hacen tres días al año: el 30 de mayo, día de San Fernando; el 25 de julio, día de Santiago y el 25 de agosto, día de San Luis, mostrando un espectáculo digno de admiración (España. Patrimonio Nacional).

Las fuentes neoclásicas

El neoclasicismo surge en la primera mitad del siglo XVIII (algunos autores consideran que se originó en el siglo XVII), en el contexto de la Ilustración, y abarcó hasta el siglo XIX. Al siglo XVIII se le conoce como El Siglo de las Luces, entendiéndose las luces como la razón. El eje fundamental de este estilo es la recuperación de los valores estéticos de la cultura clásica grecorromana, especialmente la idea de sencillez, simetría y estética.

Durante este periodo tuvo lugar un acontecimiento que supuso un importante cambio a nivel social, político y económico: la Revolución Francesa de 1789. Con ella la monarquía perdió poder y, posteriormente, desapareció.

Otro hecho relevante que se produjo fue la Revolución Industrial, que se inició en la segunda mitad del siglo XVIII y abarcó todo el siglo XIX. Dio lugar a la aparición de la sociedad industrial. Se originó el primer éxodo masivo del campo a la ciudad, un incremento espectacular de la población y la aparición de una nueva clase trabajadora, que habitaba en suburbios cercanos a las fábricas. Se modifica el trazado de las ciudades y se construyen con cierto frenesí plazas y paseos, alamedas y bulevares, jardines y fuentes ornamentales.

En este contexto, las fuentes neoclásicas adquieren una función urbanística muy acentuada, como elemento monumental y decorativo en plazas y avenidas, que sirven, además, para facilitar la ordenación del creciente tráfico de vehículos (Molina, 2016).

Un buen ejemplo de este interés por vertebrar el entorno urbano es el plan de remodelación del eje Prado-Recoletos, en Madrid, concebido por iniciativa del rey Carlos III, quien planeaba embellecer la capital del reino según la estética del neoclasicismo. Con este plan se erigen las fuentes monumentales de Cibeles, Neptuno y Apolo (Fig. 5). Las fuentes y los elementos decorativos fueron proyectados por el arquitecto Ventura Rodríguez, y tra-



Figura 5. Fuente de Apolo o de las Cuatro Estaciones en Madrid (España).



Figura 6. Fuente de la calle Ancha de San Bernardo, El Museo Universal, 1858.

bajaron en las esculturas los más reconocidos escultores del momento.

También son obra de Ventura Rodríguez la fuente de la Alcachofa, en el parque de El Retiro, y la de San Antón, en la calle Hortaleza. El agua de las fuentes de Madrid procedía de los viajes y pozos que había entre el río Manzanares y el arroyo Abroñigal, hoy desaparecido.

Las fuentes románticas

El Romanticismo surge a finales del siglo XVIII, en Alemania y Reino Unido, como una reacción contra el racionalismo de la Ilustración y el Neoclasicismo, y otorgaba prioridad a los sentimientos, la individualidad y la libertad. La naturaleza adquiere también un rol destacado. Su mayor repercusión la tuvo en el siglo XIX. En este siglo la planificación urbana alcanza su edad de oro, como consecuencia del espectacular crecimiento de las ciudades, tanto en las elaboraciones teóricas como en su aplicación práctica.

Madrid contaba a mediados del siglo XIX con 77 fuentes públicas, abastecidas de pozos, manantiales próximos o viajes de agua. En ellas llenaban los aguadores sus cubas para repartir el agua por la ciudad. En 1858 se culminaron las obras que permitieron llevar hasta la villa el agua desde el río Lozoya. Para la inauguración se construyó una enorme fuente, sin ningún tipo de ornamento, en la calle ancha de San Bernardo (Fig. 6).

Hasta nuestros días han llegado algunas fuentes construidas en Madrid

en el siglo XIX, como la Fuentecilla de la calle Toledo, de 1815; la fuente de la plaza de la Cruz Verde (Fig. 7), próxima a la calle Segovia, también conocida como de Minerva o Diana, inaugurada en 1850. Otras fuentes construidas en Madrid en ese siglo, y que no han llegado hasta nuestros días, fueron la de San Antonio de la Florida o de los Once Caños, construida en 1830; la fuente de la plaza de la Cebada, de 1840 y la fuente de la plaza de la Encarnación, de 1855, construida en hierro (Historias Matritenses).

En Barcelona, las fuentes de Montjuïc tuvieron gran fama en el siglo XIX. Al pie de la montaña brotaba

la misteriosa fuente Trobada, célebre por las propiedades medicinales de sus aguas. Famosas fueron también la Fuente de Tiro, la Fuente del Gato, la Fuente del Parque de Baix o Laribal, la Fuente de Vista Alegre y la legendaria Fuente d'en Pessetes, donde un excursionista encontró enterrada una olla repleta de monedas de oro (Wiesenthal, 2007). Del siglo XIX también son las bellísimas fuentes del parque de la Ciudadela, inaugurado en 1881, con motivo de la Exposición Universal de 1888.

En París, de esta época aún se conservan algunas de las fuentes románticas más bellas de Europa: las conocidas



Figura 7. Fuente de la plaza de la Cruz Verde en Madrid (España). Fuente: C. de la Fuente (2017).

como fuentes de Wallace. En 1872, el filántropo Richard Wallace donó a la ciudad 50 pequeñas fuentes-esculturas de fundición, de agua potable, que representan a diosas que sostienen un templete y son reconocidas como uno de los símbolos de París. De esta época hay en París pequeñas fuentes para las calles humildes o bohemias, fuentes románticas para los Jardines de Luxemburgo y grandes fuentes para las plazas ceremoniosas y elegantes como la Concorde (Wiesenthal, 2007).

Las fuentes desde finales del siglo XIX hasta nuestros días

Antes de exponer los cambios experimentados por las fuentes, sobre todo a principios del siglo XX, es necesario hacer un breve resumen de los cambios tecnológicos que los propiciaron, relacionados con el proceso de implantación de la electricidad.

Implantación de la electricidad La bomba eléctrica y la lámpara incandescente

A mediados del siglo XIX se produce la innovación tecnológica que permite generar y distribuir la energía eléctrica, hecho que contribuye a cambiar las formas de vida de nuestra sociedad. Su presentación en sociedad se realizó en la Exposición de la Electricidad de París de 1881.

La bomba, accionada por el motor eléctrico de corriente alterna inventado por Nikola Tesla, surge a finales del siglo XIX. Aplicado a las fuentes ornamentales, permitía manejar grandes masas de agua, de forma discrecional, y disponer de una gran libertad en la planificación de juegos de agua, rompiendo las barreras expresivas existentes hasta ese momento. Otra ventaja añadida era poder utilizar la fuente en circuito cerrado, sin consumo de agua.

La invención de la luz a base de lámparas de incandescencia, también a finales del siglo XIX, permitió la iluminación del agua.

Las primeras fuentes con bombas, y en algunos casos con iluminación, aparecen en las exposiciones internacionales de finales del siglo XIX. En la Exposición de Invenciones Internacionales de Londres, de 1885, las atracciones incluían jardines de recreo, fuentes y música. En la exposición Universal celebrada en Bar-

celona, en 1888, en el parque de la Ciudadela, destacó la llamada Fuente Mágica, una de las grandes atracciones de la exposición, que supuso una innovación para la época. Estaba situada en un estanque rectangular y se componía de un cuerpo central octogonal del que surgían 15 surtidores de agua. Estaba iluminada con luces de colores, acompañados de fuegos artificiales y música. La fuente fue desmontada tras finalizar la exposición.

En 1893, la Exposición Internacional de Chicago se alimentó de energía eléctrica con el sistema de corriente alterna creado por Nikola Tesla. El recinto ferial contaba con un sistema de canales y lagunas de estilo veneciano que rodeaban las enormes salas de exposiciones. Cuando el 1 de mayo, el presidente Grover Cleveland presionó el botón, “la feria de exposiciones de 283 hectáreas se iluminó por completo y complejas fuentes lanzaron chorros de agua a 100 metros del suelo acompañadas por salvas de cañón y una orquesta que ejecutaba junto con un coro el *Aleluya* de Haendel” (Munson, 2019) (p. 137). Cada noche tenía lugar un fabuloso espectáculo en el que “dos gigantescas fuentes lanzaban al aire más de 80.000 litros de agua por minuto” (Munson, 2019) (p. 138).

Las primeras fuentes del siglo XX

Con la aparición de la bomba accionada por el motor eléctrico, las fuentes experimentan profundos cambios: el agua adquiere cada vez mayor protagonismo, en detrimento de la ornamentación, que se reduce. A esto se unió el uso de la luz, lo que dio lugar a las conocidas como *fuentes luminosas*.

Las primeras fuentes luminosas realizadas, tanto en América como en Europa, en los primeros años del siglo XX, se basaban en el empleo de la bomba, lámparas incandescentes y filtros de colores. Utilizaban grandes masas de agua, aportadas por surtidores sin movimiento alguno. De esta época cabe destacar la que se inauguró en el Grand Park de Chicago, en 1927, conocida como la fuente de Buckingham, aún hoy en funcionamiento. Representa al Lago Michigan, donde cuatro caballos simbolizan los cuatro Estados que lo rodean. Tiene 85 metros de diámetro y es considerada una de las más grandes del mundo. Consta de 3 bombas principales y 134 surtidores de agua.

Fuentes electromecánicas y cibernéticas

A finales de la década de 1920, la tecnología aportó los elementos necesarios para combinar distintos juegos de agua (se abrían o cerraban distintos circuitos hidráulicos) y la luz. Se pensó en la fuente como una escultura viva, dinámica, con continuos cambios de juegos de agua, efectos de la iluminación y el color, adquiriendo una nueva dimensión: el movimiento.

En el año 1929 se celebró en Barcelona la Exposición Internacional, que supuso un cambio en la fisonomía de Montjuïc. La presencia del agua fue el remate fundamental de esta grandiosa obra. El ingeniero español Carles Büigas i Sans realizó uno de los conjuntos de fuentes y cascadas más importantes que se hayan realizado jamás. Como gran centro del espectáculo destacó La Gran Fuente Luminosa de Montjuïc (figura 8), nombre con el que a ella se refería su creador (Büigas i Sans, 1978). Esta instalación se considera la primera gran fuente electromecánica y todavía hoy, después de varias rehabilitaciones continúa en servicio y constituye una importante atracción de la ciudad. Combina múltiples juegos de agua que cambian continuamente, merced al arranque y parada de las bombas y complejos sistemas electromecánicos. A esto se suma una poderosa iluminación con continuos cambios de color, siguiendo el ritmo acompasado de los juegos de agua.

Algunos datos ayudarán a comprender el hito tecnológico que para su tiempo representó esta instalación. Consta de tres vasos, con un volumen total de agua de 3.100 m³. Para formar los juegos de agua emplea cuatro bombas, accionada cada una por un motor de 265 CV. Estas bombas suministran el caudal a los 19 juegos de agua centrales. Una bomba más, accionada por un motor de 125 CV, suministra el agua a 20 fuentes periféricas. Los 2.610 litros por segundo que mueven salen por 3.620 toberas. Pero no todas las toberas proyectan el agua a la vez, si no que solo una fracción, que nunca supera el 20%, actúa simultáneamente. De la combinación de los múltiples circuitos de agua resultan los diferentes aspectos artísticos de la fuente (Büigas i Sans, 1978).

Los juegos de agua están iluminados por 4.760 lámparas incandescentes proyectoras, sobre las que giran 120



Figura 8. La Gran Fuente Luminosa de Montjuïc en Barcelona (España).

prismas pentagonales, provistos en cada una de sus caras de un filtro de color. Al girar los prismas, varía la superficie de los filtros de color que se sitúan sobre los haces de luz, produciendo infinidad de tonalidades o matices intermedios, resultado de las mezclas o degradaciones de colores contiguos (Büigas i Sans, 1973).

A partir de la inauguración de La Gran Fuente Luminosa de Montjuïc, el espectáculo agua-luz, fue tenido en cuenta como importante motivo de atracción en ferias y certámenes mundiales y como ornamento de espacios singulares de las ciudades.

Pronto se intentó complementar los juegos de agua y luz, base de la fuente luminosa, con música. Los primeros experimentos se realizaron en las Fuentes del Sena, en 1937, con motivo de la Exposición Internaciones de París.

Integrar en un sistema unitario cada uno de los componentes —agua, color y música—, implica establecer relaciones de correspondencia entre los mismos y conseguir gobernar los surtidores de agua con tiempos muy cortos. Conseguir juegos dinámicos de agua, con tiempos de respuesta muy reducidos, ha supuesto el problema de más costosa y difícil solución, habida cuenta de los significativos caudales de agua que es preciso manejar y su inercia. Para conseguirlo, las soluciones adoptadas han sido:

Una bomba para cada circuito hidráulico: fue la primera solución que se aplicó y consiste en realizar las distintas combinaciones poniendo en marcha o parando la bomba, o bom-

bas, que corresponden a cada juego. El arranque y la parada deben realizarse de forma progresiva, pues resulta estéticamente desastroso el efecto de surgir o desplomarse instantáneamente los surtidores. Esto exige disponer de motores de velocidad regulable, considerablemente más caros, lo que, unido al empleo de tantas bombas y los mayores requerimientos de espacio, supone un importante encarecimiento de los coste de instalación y mantenimiento.

Programador mecánico: permite que una misma bomba sirva para varios circuitos hidráulicos, facilitando su aparición y desaparición de forma secuencial, siempre en el mismo orden. En la ilustración (Fig. 9) se representa el esquema de su funcionamiento. Fue muy utilizado hasta la aparición de la electroválvula, contribuyendo a ello su resucido tamaño y coste. Los principales inconvenientes son el no poder alterar la secuencia de aparición y desaparición de los juegos y los desajustes del mecanismo de paso del agua.

Electroválvula o válvula de acción rápida (Fig. 10): desarrollada en 1987, permite gobernar los surtidores de forma individual, multiplicando así las posibilidades combinatorias del conjunto. Además, el caudal de cada válvula es pequeño en comparación con el caudal total del circuito, lo que reduce de forma notable la inercia del agua. Esto permitió establecer la anhelada correspondencia entre los tiempos del agua y la música. Con esta solución, basta con una única bomba y un cir-

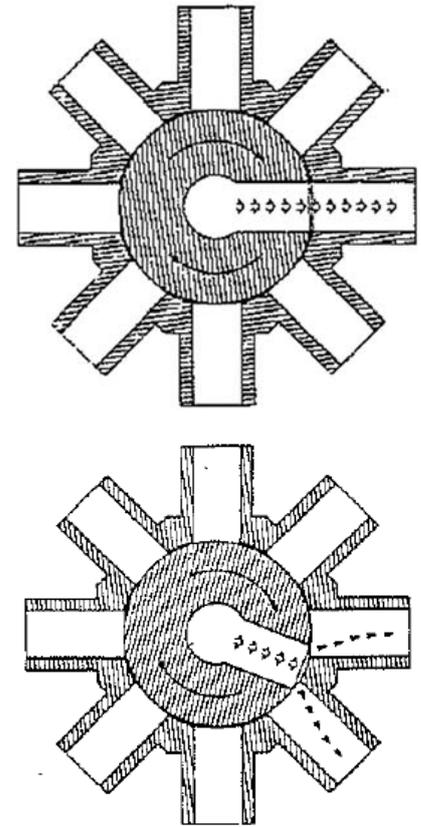


Figura 9. Esquema de funcionamiento de un programador mecánico (Velasco Ferrer).

cuito de impulsión para enviar el agua a presión hasta los surtidores, por lo que se reducen considerablemente las necesidades de espacio en las salas de máquinas y los costes.

Bombas de pequeño caudal: alimentan uno o varios surtidores y son controladas con tarjetas electrónicas.

La invención de la válvula de acción rápida, unida a los progresos experimentados por la electrónica, la informática y el desarrollo de *softwares* capaces de integrar, controlar y actuar sobre el agua, la luz —con toda su diversidad de colores— y la música, permitieron sincronizar los tiempos de respuesta de todos ellos, surgiendo así la conocida como *f fuente cibernética*, denominación empleada por Lumiartecnia Internacional. Son fuentes de gran dinamismo, concebidas para crear espectáculos de agua, color y música, donde los surtidores de agua y proyectores de luz están controlados y gobernados mediante *software* y sincronizados. La fuente cibernética permitió la aparición de un nuevo género de expresión o espec-

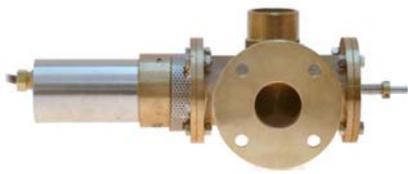


Figura 10. Electroválvula de 2" de Lumiartecnia Internacional (Lumiartecnia Internacional).

táculo, conocido como *ballet acuático* (Molina, 2016).

A lo largo del siglo XX se construyeron muchas fuentes electromecánicas, sobre todo a partir de la implantación del programador mecánico solo en España se construyeron más de 150 (Molina, 2016). De todas ellas cabe destacar la Fuente Luminosa de las Palmas de Gran Canaria, inaugurada en marzo de 1973, y la fuente construida en la plaza de España de Nueva Orleans, inaugurada en 1974, con la que la ciudad quiso rendir un homenaje a su pasado español y que todavía hoy en día sigue convocando a un buen número de ciudadanos.

En lo que se refiere a fuentes cibernéticas, la primera construida fue la de Las Caracolas, inaugurada en junio de 1988, frente al edificio de la Gerencia de la Expo de Sevilla. De las construidas en los años posteriores, destaca la que se instaló en la fuente monumental del siglo XVIII de los Jardines del Campo del Moro, pertenecientes al Palacio Real de Madrid, con motivo de celebración de la onomástica del Rey de España, el 24 de junio de 1989 (Molina, 2016).

Muchas fueron las fuentes cibernéticas construidas en España en torno al año 1992. Entre ellas, la que se construyó en el parque Juan Carlos I de Madrid, con motivo de la Capitalidad de la Cultura, sirviendo como fondo escénico del auditorio al aire libre del parque. En los años posteriores a su inauguración, en 1992, fue uno de los espectáculos más visitados de la ciudad; las que se construyeron para la Expo de Sevilla; la de la plaza de los Voluntarios de Barcelona y las tres del parque Grande José Antonio Laborde de Zaragoza.

Destaca también la que se construyó en la dársena Los Llanos del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, inaugurada el 25 de diciembre de 1994. Fue la primera fuente cibernética construida sobre un dique, utilizando agua de mar,



Figura 11. Fuente cibernética en la rotonda de la avenida Ramírez Betancourt en Las Palmas de Gran Canaria (España).

y que para divisarse en esa ubicación exigió surtidores de enormes alturas y grandes caudales.

Citamos también la conversión a fuente cibernética, en el año 1995, de la Fuente Luminosa de las Palmas de Gran Canaria (Fig. 11), inaugurada como fuente electromecánica en 1973.

Algunas fuentes ornamentales representativas

La mayoría de las fuentes ornamentales que hoy podemos ver y en algunos casos admirar en nuestras ciudades y pueblos han sido construidas a lo largo del siglo XX y años transcurridos del siglo XXI. Muchas forman parte de proyectos arquitectónicos y tienen por finalidad embellecer el entorno, constituir una imagen de referencia del ámbito de actuación, servir como elemento conector del entorno para ordenar y unir espacios y como entretenimiento y ocio. A continuación, se mencionan las que se consideran más representativas de la ciudad de Madrid.

Los últimos años de la década de 1960, se inicia en Madrid, bajo la dirección del arquitecto municipal Manuel Herrero Palacios, un ambicioso plan para renovar y dar mayor realce a las fuentes existentes e instalar otras nuevas. En el año 1968 se renuevan los sistemas hidráulicos y de iluminación de las fuentes de Cibeles y Neptuno. Al año siguiente se construyó la fuente del paseo de Recoletos. En enero de 1970 se inauguró la de la plaza de la República Argentina, conocida popularmente como fuente de los Delfines. Ese mismo año se acomete la reforma de la plaza de España, que incluyó la construcción de la fuente alegórica del Nacimiento del Agua (también conocida como fuente de las Conchas), la fuente de la Literatura (entorno al monumento de Cervantes) y en la parte



posterior de esta un estanque. En julio de 1972 finalizan los trabajos de levantar el templo de Debod, donado por Egipto a España en agradecimiento a la colaboración prestada para evitar que monumentos de gran valor quedasen sepultados con la construcción de la presa de Asuán, que en su nueva ubicación se dotó de una fuente y un estanque ornamental.

El 15 de mayo de 1977 se inauguran las singulares fuentes oceanas y cascada de la Plaza de Colón (figura 12), desmontadas en 2010 con las obras de remodelación del eje Prado-Recoletos. Las fuentes oceanas, situadas a ambos lados del eje central del paseo de la Castellana, contenían unos juegos de agua que imitaban las velas de las carabelas de Colón. La cascada, en cuyo vaso superior se levantaba el monumento a Colón, contaba con dos saltos de más de 100 metros de longitud, que actuaban como pared de agua que separaba el centro cultural del paseo de la Castellana (Molina, 2016).

Entre los años 1995 y 2002, la ciudad de Madrid acometió un plan de mejora de vías públicas, con el que se construyeron más de 90 nuevas fuentes ornamentales. De todas ellas, citamos las construidas en la glorieta de Ruiz Jiménez, glorieta de Quevedo, glorieta de Bilbao, avenida de Andalucía y glorieta de Cádiz. La fuente de la plaza de la Asamblea de Madrid, de 1998, incluía, como innovación, surtidores de agua situados fuera del vaso, en el jardín circundante.

Últimas innovaciones realizadas en fuentes ornamentales

Una de las últimas innovaciones, producida a finales del siglo XX, ha sido la aparición de la fuente seca, que carece de vasos visibles y está dotada de surtidores que emergen del suelo. Esto



Figura 12. Cascada y Fuentes Oceanas de la plaza de Colón en Madrid (España), hoy desaparecidas.

implica eliminar las barreras arquitectónicas que suponen los vasos y crear amplios espacios por los que se puede transitar o destinarse a otros usos, en los periodos que los surtidores permanecen inactivos.

Dos importantes innovaciones introducidas en el presente siglo han sido la incorporación de la tecnología led, basada en proyectores RGBW —rojo, verde, azul, blanco—, cuyas luces de color pueden mezclarse entre sí para obtener una amplísima gama de colores, sin necesidad de recurrir a filtros, y el control DMX (siglas del acrónimo inglés *digital multiplex*), protocolo que permite gestionar, mediante *software*, el funcionamiento de la iluminación, las electroválvulas y las bombas de las fuentes.

Otra innovación ha sido la denominada «cortina de agua digital», empleada por primera vez en el año 2007, en la Exposición Internacional de Zaragoza. Se trata de un tipo de arquitectura de agua dinámica y multimedia, en la que válvulas de acción rápida originan una pantalla, sobre la que se pueden crear diferentes caracteres gráficos (figuras, textos, símbolos, tramas, etc.), que se desplazan hacia abajo, cubriendo el espacio visual entre las válvulas y el suelo. Esta cortina digital interactiva es la precursora de la matriz de agua digital 3D, inventada en el año 2007, que actúa en tres dimensiones, lo que permite realizar composiciones volumétricas de agua (Molina, 2016).

Conclusión

El breve resumen realizado sobre la historia de las fuentes pone de manifiesto la enorme importancia que han tenido para los hombres, de todas las civiliza-

ciones y épocas, incluida la nuestra. Las fuentes poseen, además, un valor patrimonial que hay que cuidar, mantener y proteger, con el propósito de evitar su deterioro y poderse legar a las generaciones venideras.

Sirva de broche final unas palabras de Mauricio Wiesenthal, que tomo prestadas de su artículo *Cuando la ingeniería se parece al arte. Fuentes de Europa:*

«Las fuentes forman parte de la historia profunda de Europa. Son el museo claro y viviente de la historia, como si todos los recuerdos humanos pudieran renacer bautizados en sus aguas benditas» (Wiesenthal, 2007) (p. 75).

Referencias de las fotografías

- Figura 1. https://www.google.es/search?q=fontana+de+trevi+roma+fotos&rlz=1C1GGGE_esES699ES700&espv=2&biw=1009&bih=941&tbm=isch&imgil=XQ-A-OIhA9M9BM%253A%253B5xpDvdNG0CGmWm%253Bhtps%25253A%25252F%25252Fwww.disfrutaroma.com%25252Ffontana-de-trevi&source=iu&pf=m&fir=XQ-A-OIhA9M9BM%253A%252C5xpDvdNG0CGmWm%252C_&usg=__l3GtOYMO-j1IHGfc0JWZcIgdCA%3D&ved=0ahUKEwisqv6MlpnOAhVB1RQKH51B1YQy-jclLw&ei=716bV6yEPMGqU_6QnbAF#imgrc=f4fOR9qXKDiCbM%3A (Consultada el 7 de octubre de 2017)
- Figura 2. https://es.wikipedia.org/wiki/Villa_de_Este#/media/File:Villa_d%27Este_01.jpg (consultada el 23 de septiembre de 2017)
- Figura 3. <http://blog.rockthetraveller.com/blog/lugares/10-espectaculares-fuentes-en-el-mundo-que-no-te-puedes-perder/> (Consultada el 30 de septiembre de 2017)
- Figura 4. http://api.ning.com/files/80HUFF25OCDyeDij9bPBZ1bw*wV1QODoSutQlGStT2pEy5fyc4Ced9ixh5tWEA9BvMzem*Ze*9AYU*NCzlgbDyEW2sMb83fO/fuentelosbaosdediana.jpg (Consultada el 30 de septiembre de 2017)
- Figura 5. C. de la Fuente (2017)
- Figura 6. <http://historias-matritenses.blogspot.com/search?q=FUENTE+DE+SAN+BERNARDO>
- Figura 7. C. de la Fuente (2017).
- Figura 8. <http://www.taringa.net/post/imagenes/18298838/Las-10-fuentes-mas-bellas-y-espectaculares-del-mundo.html> (Consultada el 12 de noviembre de 2017)

Figura 9. Velasco Ferrer.

Figura 10. Lumiartecnia Internacional

Figura 12. https://www.google.es/search?q=fuentes+de+colon+madrid&rlz=1C1GGGE_esES699ES700&tbm=isch&source=iu&pf=m&ictx=1&fir=kol6G1wvPTSliM%253A%252COLFJ0sIwB-q3XmM%252C_&usg=__SPTBQAukWx_ai1WL-PP3coxWDcN8%3D&sa=X&ved=0ahUKEwiy3M-yE07TXAhUGaRQKHbylClS09QEIhgEwBw#imgrc=Yzxf1HTocF74M: (Consulta el 18 de noviembre de 2017)

Bibliografía

- Büigas i Sans, C. 1973. *Hechos, Ideas y Proyectos*. Barcelona : Ediciones Unidas, S.A., 1973. págs. 161-166, 328-330. ISBN: 84-7168-008-4.
1978. *La Fuente*. Barcelona : Marte, 1978. págs. 26, 31-41. ISBN 84-7249-178-1.
- Douglas Aurand, C. 1990. *Fountains and Pools. Construction Guidelines and Specifications. Second Edition*. New York : Van Nostrand Reinhold., 1990. págs. 1-4. ISBN 0-442-00696-9.
- España. Patrimonio Nacional. Palacio Real de La Granja de San Ildefonso. [En línea] [Citado el: 9 de enero de 2021.] <http://www.patrimonionacional.es/real-sitio/palacio-real-de-la-granja-de-san-ildefonso>.
- Historias Matritenses. Antiguas fuentes de barriadas y ornamentales de Madrid del siglo XIX (Primera). [En línea] [Citado el: 10 de enero de 2021.] <http://historias-matritenses.blogspot.com.es/2016/05/antiguas-fuentes-de-barriadas-y.html>.
- Ledo Ovies, J.M. 1968. *Fuentes luminosas*. Madrid : Dossat, S.A., 1968. págs. 21, 24-26.
- Lumiartecnia Internacional. [En línea] [Citado el: 11 de enero de 2021.] <https://lumiartecnia.com/es/productos/catalogo-de-productos/mecanismos-acuaticos/>.
- Molina, Julio. 2016. *La sinfonía del agua. Emilio Carretero Alba, ingeniero inventor*. Madrid : s.n., 2016. págs. 46, 50-57, 103-115, 147-150.
2016. *La sinfonía del agua. Emilio Carretero Alba, ingeniero inventor*. Madrid : s.n., 2016. págs. 46, 50-57, 103-115, 133-137, 147-150.
- Munson, Richard. 2019. *Tesla. Inventor de la Modernidad*. [trad.] Sergio Lledó Rando. New York : Ediciones Urano, S.A.U., 2019. págs. 134-138. E-ISBN: 978.84-17180-99-7.
- Velasco Ferrer, C. *Fuentes Ornamentales*, pág. 21.
- Wiesenthal, Mauricio. 2007. Cuando la ingeniería se parece al arte. Fuentes de Europa. [En línea] Técnica Industrial, junio de 2007. [Citado el: 8 de enero de 2021.] <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-627-fuentes-de-europa.aspx>.

¡CURSOS DE FORMACIÓN GRATUITA!



Información:

Para más información, puede llamar al teléfono 985 79 51 34 o consultar la página web:
www.ingenierosformacion.es.

Cursos ofertados:

- ENAE003PO - Diseño y mantenimiento de instalaciones de energía solar fotovoltaica (100 horas).
- ENAC001PO - Eficiencia energética (70 horas).
- IFCT021PO - AutoCAD 3D (70 horas).
- ENAC018PO - Certificación medioambiental de edificios (60 horas).
- IFCD038PO - MS Project (50 horas)
- ENAE012PO - Introducción a las Energías Renovables (50 horas).
- ENAE008PO - Energía solar térmica y termoeléctrica (100 horas).
- EOCE004PO - Cálculo de estructuras de hormigón con CypeCAD (80 horas).
- ELEE008PO - Normativa y aspectos fundamentales de mantenimiento en líneas de Alta Tensión (80 horas).
- ENAE010PO - Energías renovables: especialidad Biomasa (70 horas).

Aplicación de mapa de flujo de valor a la mejora en los procesos de diseño y construcción de reformas en edificios de viviendas

Application of a value flow map to the improvement of the design and construction processes of reforms in residential buildings

Paula Álvarez García¹; Manuel Domínguez Somonte² y María del Mar Espinosa Escudero³

Resumen

El pensamiento esbelto está fuertemente arraigado en el sector industrial, que tiene unos claros objetivos de eficiencia y productividad alentados por la producción en serie. El mundo de la arquitectura, como el del sector naval y aeronáutico permanece estancado en su búsqueda de una fabricación óptima del prototipo. El pensamiento esbelto, revolucionario al cuestionar la producción por lotes, se presenta como una oportunidad para el sector.

El objetivo del presente artículo es el desarrollo de una metodología esbelta capaz de establecer un plan de mejora en los procesos de diseño y construcción de reformas en edificios de viviendas. Para tal fin, se propone utilizar la herramienta de mapa de flujo de valor (MFV), capaz de analizar el estado actual de la organización e implementar una serie de cambios que eliminen el desperdicio y añadan valor a los proyectos. Estos cambios tienen relación con la aplicación de otras herramientas propias de la construcción esbelta como las tecnologías de sistemas de información en construcción (SIC).

Palabras clave

Diseño esbelto, arquitectura, construcción, valor.

Abstract

Lean thinking is strongly rooted in the industrial sector, which has clear efficiency and productivity objectives encouraged by mass production. The world of architecture, like the naval and aeronautical sector, remains bogged down in its search for optimum prototype manufacturing. Lean thinking, revolutionary in questioning batch production presents itself as an opportunity for the industry.

The objective of this article is the development of a lean methodology capable of establishing a plan of improvement in the design and construction processes of reforms in residential buildings. To this end, it is proposed to use the Value Flow Map (MFV) tool, capable of analyzing the current state of the organization and implementing a series of changes that eliminate waste and add value to projects. These changes are related to the application of other tools of lean construction such as Building Information Modeling (BIM).

Keywords

Lean design, architecture, construction, value.

Recibido / received: 20/06/2021. Aceptado / accepted: 01/07/2021.

1 Ingeniería del diseño. Universidad Nacional de Educación a Distancia-UNED (España).

2 Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación de la Universidad Nacional de Educación a Distancia-UNED (España).

3 Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación de la Universidad Nacional de Educación a Distancia-UNED (España).

Autor para correspondencia: palvarez495@alumno.uned.es (P. Álvarez).

ORCID: 0000-0002-4748-0588 (P. Álvarez); 0000-0003-1037-0542 (M. Domínguez); 0000-0002-2812-7041 (M. M. Espinosa)



Foto: Shutterstock.

El pensamiento esbelto, lo más actual

Womack y Jones (1) definen el pensamiento esbelto como un método para hacer más y más con menos y menos, actualizando así la famosa frase del gran maestro de la arquitectura, Mies van der Rohe. El método busca especificar valor, alinear las acciones creadoras de valor de acuerdo con la secuencia óptima, llevar a cabo estas actividades sin interrupción siempre que alguien las solicite y realizarlas de forma cada vez más eficaz.

Tipos de despilfarro o muda

El origen japonés del término se explica históricamente. Taiichi Ohno, ejecutivo de Toyota, es el responsable de haber identificado los primeros siete tipos de muda. La relevancia histórica de este personaje industrial reside en su descubrimiento de que la mayor parte de las actividades que se llevan a cabo en una organización, no añaden valor neto al producto o servicio final que se entrega al cliente y, por ello, se deben eliminar o mejorar.

A continuación, se desarrollan los siete tipos de muda identificados como obstáculos en la cadena de valor por

Taiichi Ohno, incluyendo dos más, uno introducido por los ya citados autores de lean thinking en 1996 y uno último definido por Jeffrey Liker (2). A modo introductorio de la cuestión arquitectónica, a la hora de explicar estos patrones, lo haremos adaptándolos a la industria de la construcción (3).

Sobrepducción

Exceso de producción tanto con respecto a la cantidad como a la calidad. Elaboración de planos adicionales, no necesarios o excesivamente detallados; uso de un equipamiento muy sofisticado cuando uno más sencillo sería suficiente.

Esperas

Tiempo de inactividad resultado de la no finalización de un proceso anterior, de falta de datos, materiales, equipos, aprobaciones, financiación, personal, área de trabajo inaccesible, iteración entre varios especialistas, contradicciones en los documentos de diseño, retraso en el transporte o instalación de equipos, falta de coordinación entre cuadrillas, repetición del trabajo debido a cambios en el diseño y revisiones, accidentes por falta de seguridad.

Transporte innecesario

Movimiento interno de recursos redundante en la obra debido a una mala distribución y falta de planificación de los flujos de materiales e información.

Sobrepcesamiento

Inclusión de aquellos procesos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos o energía generando, además, controles de calidad adicionales.

Exceso de inventario

Inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material y a costes financieros por la compra anticipada.

Movimientos innecesarios

Llevados a cabo por los trabajadores durante su trabajo. Utilización de equipos inadecuados, métodos de trabajo ineficaces, falta de estandarización o mal acondicionamiento del lugar de trabajo.

Defectos de calidad

Errores en el diseño, mediciones y planos, falta de coordinación entre técnicos, mano de obra poco cualificada.

Bienes y servicios sin valor para el cliente

Especificaciones técnicas y de diseño no solicitadas en el encargo, atractivas para los profesionales del sector, pero no para el cliente.

Talento

Pérdida de nuevas ideas y buenas aptitudes por la falta de motivación y atención a los empleados.

Principios del diseño esbelto

Los principios para alcanzar el valor y evitar el desperdicio son los que siguen (3):

Especificar el valor

El concepto de valor constituye el punto de partida para el pensamiento esbelto y se define como aquello que el cliente quiere. El papel del productor es el de crear valor a partir de las necesidades expresadas por el cliente, principal sostén de la empresa a largo plazo. Para especificar el valor, la herramienta fundamental es el diálogo con el consumidor.

Flujo de valor

Definido como el conjunto de todas las acciones específicas requeridas para la transformación de materiales e información en un producto o servicio terminado y entregado al cliente, desde la concepción de su diseño hasta su ejecución y desde el pedido hasta la entrega y cobro.

Flujo

Reconocidos el valor y aquellas acciones que lo generan, nuestra organización está en posición de llevar a cabo una reorganización del sistema. En este punto, el pensamiento esbelto critica la producción mediante lotes, ya que esta duplica ejercicios de transporte y movimientos. Este dato, confuso para los sistemas tradicionales de producción industrial, se traduce en cambio, atractivo para el sector de la arquitectura, ya que la alternativa creada por Taiichi Ohno y sus colaboradores, el trabajo de flujo continuo, es fácilmente adaptable al sector y su producción de construcciones prototipo.

Sistema de tracción

El cliente en una empresa de este tipo no es solo el consumidor final (cliente externo), sino que, durante la producción de flujo continuo, un trabajo aguas

abajo es cliente de otro, aguas arriba (clientes internos). De este modo, las acciones posteriores solicitan, impulsan la actividad de las anteriores, dan señales de sus necesidades, de modo que se evitan sobreproducciones y excesos de inventario.

Es el cliente, tanto externo como interno, quien tira de la demanda y no el fabricante o productor quien empuja los productos hacia el cliente.

Perfección

Entendida como horizonte, la perfección es la búsqueda sin límites de la reducción de esfuerzo, tiempo, espacio, coste y fallos proporcionando así, valor puro al consumidor. Se rige por las acciones del sistema de tracción y, gracias a él, la empresa encuentra aquellos obstáculos que han de ser eliminados para que el flujo de valor sea realmente continuo.

Transparencia

Estímulo para alcanzar la perfección. Tiene que ver con lo anotado en el apartado de flujo de valor. Se traduce en el pleno acceso a la información de todos los implicados en el proceso, desde las primeras etapas (diseño), de modo que la búsqueda de mejoras es continua y transversal a todos los participantes.

Capacitación

Para que el estímulo anterior pueda tener cabida es necesario contar con mano de obra capacitada, que detecte errores y apta para trabajar en la mejora continua de toda la cadena de valor.

Herramientas de diseño esbelto

Sistema del último planificador

Se trata de un sistema planificador que actúa sobre las relaciones entre etapas (así es como se planifica tradicionalmente) y participantes (4).

- Definición de proyecto. Especificación del valor para las partes interesadas, el criterio de diseño y los conceptos de diseño. Esta etapa es llevada a cabo por representantes de todas las fases del proyecto, a diferencia de la gestión tradicional, que únicamente implica al ingeniero/arquitecto y al cliente.
- Diseño preciso. Diseño de producto y del proceso para su construcción. En este momento es importante

prestar atención a posibles oportunidades que ayuden a incrementar el valor. Se intenta reducir plazos de entrega en la cadena de suministro, para así invertir más tiempo en el diseño y la generación de valor.

- En general, durante todo el proceso se tiende a postergar la toma de decisiones de diseño lo máximo posible, intentado generar varias alternativas bien detalladas que aseguren resoluciones correctas. Esta estrategia constituye una herramienta en sí misma, llamada diseño basado en conjuntos, que se explica más abajo.
- Suministro preciso. Este paso se da cuando los procesos y productos están definidos para ser detallados, fabricados y entregados.
- Fabricación y logística. Constituye la charnela entre fabricación y montaje.

Todo este proceso se gestiona a través del control de la producción y la estructuración del trabajo. El esquema incluye también la conexión entre proveedor y cliente.

Entrega integrada de proyectos

Se origina como una actualización de la herramienta anterior basada en la colaboración entre los diferentes actores que forman parte del proyecto con la intención de anular metas individuales a favor de un único objetivo, alcanzar el valor.

Para que el proyecto integrado suceda, todos los integrantes deben cumplir con una serie de principios (3).

- Respeto mutuo y confianza.
- Beneficio mutuo y recompensa.
- Innovación colaborativa y toma de decisiones.
- Participación temprana de actores clave.
- Definición temprana de objetivos.
- Planificación intensificada, mejorar resultados de diseño.
- Comunicación abierta.
- Tecnología apropiada, entrando en juego otras herramientas como BIM.
- Organización y liderazgo, roles claramente definidos.

Coste objetivo

Basado en los principios fundamentales de pensamiento esbelto, busca establecer contacto con el cliente para especificar el valor y partiendo de esta base, mejorar el flujo.

Se ejecuta en la fase de diseño y es una herramienta clave del sistema del último planificador en su fase “definición de proyecto” (3).

El proceso se inicia fijando el precio en función de aquello que crea valor para el cliente. Se calcula entonces el coste permitido, que no es otra cosa que el precio de venta menos el margen de beneficio. Es interesante recordar que el valor se especifica en función de las necesidades del cliente (interno y externo), pero también de la empresa. Por ello, si el coste de producción es mayor que el permitido se deben establecer ciertas mejoras.

Sistemas de información en construcción (SIC)

Plataforma indispensable para la colaboración en el diseño y la construcción del proyecto. Actúa como base de datos para todos los participantes, permitiendo gestionar la instalación más allá del momento constructivo. Se constituye como un recurso efectivo durante todo el ciclo de vida de la instalación. Forma parte del ya citado sistema de entrega de proyectos integrados.

Sus principales características son (5):

- Mejorar flujo de comunicación, transparencia.
- Coordinación de la secuencia de trabajo.
- Mayor aporte de visualización para mejorar la comprensión del proyecto.

Además, sirve de gran ayuda en los procesos de modificación. Estos se llevan a cabo de forma ágil y eficaz. Reduce el despilfarro en forma de variabilidad (aquella que no aporta valor), mejorando el flujo de trabajo y la calidad.

Diseño para el desmontaje (DPD)

Se trata de un proceso de diseño cuyo objetivo es reducir el consumo de recursos y la producción de residuos durante la construcción y el reciclaje de los edificios. Su intención es la de cerrar ciclos de materiales, reduciendo despilfarros y el considerable impacto ambiental de la construcción.

Como teoría se basa en tres conceptos fundamentales (6):

- Los ciclos de materiales. Actualmente, la construcción se basa en ciclos lineales, se consumen recursos y se generan residuos. El objetivo es poder reutilizar y reintegrar

estos residuos en algún punto del ciclo, cerrándolo.

- La jerarquía del reciclaje.
- Identificar las capas del edificio.

Se busca construir de un modo más racional, abierto e industrializado, facilitando la división y recogida de los residuos, favoreciendo su valoración y diseñando no solo la construcción, sino también el desmontaje de los edificios.

Diseño basado en conjuntos

Sistema definido por Ward en 1995. Considera que generar varias alternativas muy detalladas para un diseño mejora la capacidad de análisis y ayuda en la toma de decisiones.

Siempre se ha considerado este hecho un desperdicio de tiempo. La práctica habitual pasa por tomar decisiones de diseño tempranas cuando las alternativas no están bien definidas, pero, de nuevo, Toyota ha revelado que esta práctica no es la más eficiente.

Mapa del flujo de valor

Se trata de una técnica gráfica que, mediante el empleo de iconos normalizados, integra en una misma figura flujos logísticos de materiales y de información. Se utiliza para mostrar qué actividades añaden valor y cuáles no, detectando oportunidades de mejora. Puede utilizarse como herramienta de planificación y control, como herramienta de diagnóstico y también como herramienta de comunicación.

Informe A3

Debe su nombre al papel de tamaño 420 x 297 mm, estándar ISO según el que Toyota lleva a cabo sus comunicaciones de proyectos de mejora continua. Se trata de un método para la formulación de propuestas y un medio para las comunicaciones aprobadas.

Técnica a prueba de errores

Son dispositivos a prueba de errores, impiden que se fabriquen productos defectuosos deteniendo los procesos cuando detectan situaciones anormales. De este modo, evitan el riesgo del error humano, tanto en los ejercicios de control como de ejecución.

Gestión visual

Ligado al principio de la transparencia, permite que todos los trabajadores

participantes del flujo de valor tengan acceso a la información de forma actualizada. Datos de interés como los objetivos de producción diarios, la tasa de defectos y cómo afecta el trabajo realizado a la calidad del producto final son las mejoras establecidas.

Se consigue una mayor estabilidad y predictibilidad de los procesos, menos esfuerzo en las labores de gestión, mayor conciencia de los problemas y oportunidades de mejora y sensibilidad a los problemas.

Un ejemplo de este tipo de instrumentos es el llamado “Andon”, término japonés que indica alarma. Consiste en una serie de indicadores visuales o señales utilizados para mostrar el estado de producción.

5S

Consiste en mantener orden y limpieza en las áreas de trabajo, eliminando así la fuente de accidentes, improductividades, costes, defectos de calidad y pérdidas de tiempo. Los principales beneficios son obtener puestos de trabajo más eficientes y proyectores de una imagen más cuidada.

El nombre responde a los términos japoneses: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, utilizados para definir las cinco fases de la técnica:

- Despejar: eliminar elementos innecesarios.
- Organizar: aquellos calificados como necesarios, asignándoles un lugar que evite movimientos innecesarios, esperas, defectos o condiciones inseguras.
- Limpiar y realizar actividades básicas de mantenimiento e inspección de máquinas, herramientas, materiales y del entorno de trabajo.
- Estandarizar y sistematizar los pilares anteriores de modo que no tenga lugar un retroceso a estados de desorganización, suciedad, desorden y excesos.
- Disciplinar y consolidar: hacer de las disciplinas anteriores un hábito.

Obeya Room

Término japonés que significa “habitación grande” o “habitación de guerra”. Pretende eliminar barreras entre departamentos, potenciando el principio de transparencia a todos los niveles. Consiste en la reunión de todas las partes implicadas en el desarrollo de un producto o proceso, facilitando la

comunicación y la toma rápida de decisiones.

Tormenta de ideas

Técnica de grupo que pretende encontrar una solución a un problema específico mediante la generación espontánea de ideas originales en un ambiente relajado.

Diagrama Ishikawa

Tiene como objetivo el análisis de problemas y sus soluciones. Se trata de una representación gráfica compuesta por un alineamiento horizontal al que llegan líneas que simbolizan las principales causas de un problema. A su vez, a estas llegan otras líneas con causas secundarias.

Cambio de matriz en menos de 10 minutos

Se utiliza para la reducción de tiempos de cambio de referencia o de actividad, permitiendo más flexibilidad de los procesos y una menor generación de stocks, así como el acoplamiento de la actividad del proceso a la demanda del cliente.

Mantenimiento productivo total (MPT)

Sistema de gestión del mantenimiento, que busca la mejora continua de la maquinaria y el logro del cien por cien de eficiencia de los procesos de producción, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo, involucrando a todo el personal de la organización.

Kanban

Significa “señal” en japonés y, dependiendo de las aplicaciones, puede ser de diferentes tipos: tarjetas, carros vacíos, etc. Su objetivo es que los procesos aguas abajo se activen cuando el cliente interno emite la señal pertinente. En definitiva, son herramientas que potencian el principio de tracción.

Construcción esbelta

Según el Grupo Internacional de la Construcción Esbelta, fundado en 1993 (3), “La construcción esbelta es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto, una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción esbelta ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Se aplica a la gestión integral

de proyectos, desde su diseño hasta su entrega. La construcción esbelta se extiende desde los objetivos de un sistema de producción ajustada (maximizar el valor y minimizar los desperdicios) hasta las técnicas específicas, y las aplica en un nuevo proceso de entrega y ejecución del proyecto”.

Obstáculos

El primer obstáculo a la hora de implementar la metodología esbelta es la falta de conocimiento de esta y sus beneficios por parte de los participantes, seguido este de la necesidad de cambio en la forma de pensar de todos los participantes de la organización, la confianza de los trabajadores en propietarios y gerentes que nace del compromiso y la transparencia. Otras cuestiones son la dificultad para alinear los intereses de las diferentes partes, así como la impresión generada en algunos trabajadores de que absorbe demasiado tiempo cuando se realizan tareas cuyo aporte de valor no es inmediato y/o concreto.

Para entender los obstáculos específicos de la industria de la construcción es necesario reparar en qué la diferencia de las operaciones de producción industrial.

Lauri Koskela (4) establece tres peculiaridades fundamentales de la industria de la construcción:

- Es un proyecto de edificación que tiene naturaleza única o prototípica.
- Es algo único que cada vez se ejecuta en un lugar diferente.
- Se llevará a cabo por una multiorganización de carácter temporal, que en cada lugar necesitará medios y recursos diferentes y propios de cada zona.

En 2007 añade dos características:

- Los edificios comparten con los barcos y los aviones la característica de que, durante el proceso de ensamblaje, son demasiado grandes para moverse a través de las estaciones de trabajo, de modo que son hechos manteniendo un emplazamiento productivo fijo.
- Por otra parte, los edificios y puentes están diseñados para un lugar específico tanto técnica como estéticamente.

Esta última observación recuerda un concepto original (en el sentido de origen, como bien entiende Gaudí) de la

arquitectura. El emplazamiento como contexto para el diseño, el punto de conexión entre arquitectura y urbanismo, paisaje. Se trata de una cuestión a menudo olvidada en la búsqueda de construcciones más eficientes en términos de tiempos y costes, y se cae en la estandarización y la modulación, procesos que salen fuera de los límites del territorio “arquitectura” y se acercan peligrosamente al de la producción industrial.

Entendidas las diferencias, y la idiosincrasia de la arquitectura, es posible acercarse a ella desde un punto de vista esbelta. La situación de partida es la inexistencia de la fábrica como sistema diseñado, es necesario llevar a cabo una planificación única e irrepetible para cada prototipo. La planificación es la línea de producción de la industria de la construcción. La complejidad en resolver esta reside en gestionar adecuadamente las interacciones entre actividades evitando el desperdicio.

Proceso de construcción esbelta

Cwik, Nowak, & Roslon postulan en 2017 (7) un sistema de construcción esbelta dividido en tres planos (objetivos, principios y procesos) que se desarrollan a continuación.

Plano sistémico de objetivos

Partiendo de la base de que el objetivo es el cliente, y este, cualquier proceso resultado de una acción de empuje. Se fijan en función de este objetivo una serie de metas parciales.

- Eficacia
- Claridad en la definición de los procesos de construcción, como la posición y las competencias de los empleados en la organización del proyecto, el diseño de las herramientas de monitorización y la introducción de métodos de visualización que hagan partícipes a los trabajadores en obra.
- Flexibilidad por parte de los participantes en el proyecto para garantizar la pronta implementación de los medios de control en los correspondientes procesos.
- Estabilidad en la implantación de los procesos.

Plano sistémico de principios

Al ser los principios de la construcción esbelta herederos de los de la producción esbelta, hay que tener en cuenta algunas cuestiones:

- Hacer ver a los trabajadores el carácter combinatorio del término valor desde la perspectiva del cliente, distinguiendo entre actividades asociadas al aumento de valor, actividades de desechos ocultos y actividades no ocultas de residuos.
- Necesidad de fomentar la centralización de la generación de valor.
- Potenciar el trabajo en equipo y, por tanto, el vínculo entre los empleados.
- Garantizar una representación sólida de las cuadrillas de trabajo a través del principio de empuje.

Plano sistémico de procesos y métodos

A continuación, se resumen los procesos que aplicar en la construcción esbelta:

- Gestión orientada a procesos de campo.
- Producción continua, necesidad de establecer cronogramas semanales y llevar a cabo reuniones periódicas. Este proceso se lleva a cabo mediante el sistema de último planificador diseñada por Glenn Ballard en 1994 (9). Debe ir acompañada de un medio de visualización que permita discutir determinadas cuestiones en el lugar de trabajo, no solo los plazos, sino también la limpieza, el orden y la calidad de los resultados.
- Control redefinido como “resultado de monitorización”, comunicado a través de los ya citados medios de visualización y capaz de obtener predicciones realistas de las fases de proyecto.
- Centralizar el objetivo de generar valor para el cliente a lo largo de todo el proyecto mediante la descentralización de la toma de decisiones. Todos los empleados son conscientes de los resultados de monitorización; con la información adecuada todos pueden tomar decisiones oportunas
- Coordinación a través del método de empuje y el flujo continuo.
- Elección de elementos modulares y prefabricados cuando sea posible para reducir actividad en el lugar de trabajo.
- Entregas justo a tiempo.
- Mejora continua de un proyecto a otro.

Objetivos y delimitaciones de la metodología

El objetivo del presente artículo es el desarrollo de una metodología esbelta

capaz de establecer un plan de mejora en los procesos de diseño y construcción de reformas en edificios de viviendas.

Conocidos los objetivos, principios y procesos de esbeltez aplicados al sector de la construcción, se establecen una serie de objetivos específicos razonables para el caso de estudio.

- Identificar los procesos que componen el proyecto.
- Seleccionar aquellos sobre los que aplicar una determinada herramienta.
- Analizar la situación presente de estos procesos.
- Identificar desperdicios evitables y, con ello, los puntos que mejorar.
- Definir un plan de acción que corrija estas cuestiones en el futuro.

Simplificando, la metodología pretende analizar el desperdicio y su procedencia en la situación presente y elaborar un plan de acción que lo evite y, a su vez, que permita alcanzar mayores niveles de valor.

Metodología

Resolver el primer objetivo específico requiere de la elaboración de un mapa conceptual que defina las acciones llevadas a cabo por cada integrante de la organización y sus colaboradores. A partir de esto es posible delimitar un proceso y una herramienta ejemplares para el resto del proyecto.

La detección de aquellas acciones que generan desperdicio y son evitables ve su correspondencia en la herramienta denominada mapa de flujo de valor (MFV). Esta es propia de la industria manufacturera lo que implica que para aplicarla a la industria de la construcción es necesario llevar a cabo algunas adaptaciones. La principal será la selección de una etapa de construcción. El MFV se realiza en el contexto de una planta industrial y con respecto a una familia de productos. Generalmente, se tiende a seleccionar aquella familia de productos con el mayor volumen de producción. En este caso, se seleccionará un proceso específico, el más complejo, que permita acotar un intervalo temporal.

El MFV se basa en el concepto de flujo de valor, es decir, todas aquellas acciones que forman parte del proceso en el que un producto es llevado a su consumidor final. Como herramienta

analítica es imprescindible a la hora de permitir una comprensión global de los procesos llevados a cabo por la organización, detectando posibilidades de mejora. Además, constituye un medio de visualización simple, capaz de hacer partícipes a todos los miembros que toman parte del proceso.

La razón principal por la cual se selecciona esta herramienta y no otra es su capacidad de análisis global. A través de ella es posible identificar necesidades que probablemente hagan entrar en acción otros procesos, ya incluidos en el primer apartado de este documento, para alcanzar el valor.

Puede ser que se detecte desorden en las zonas de trabajo y esto impida un desarrollo normal de las tareas. Si es así, el MFV estará llamando a la acción a las 5S. Si se detecta una falta de comunicación entre las partes, probablemente sea necesario implantar un sistema BIM que permita la coordinación, secuenciación y visualización de los proyectos por todos los participantes. Cuando hay problemas a la hora de tomar decisiones y las que se toman no son acertadas, nuestra compañía deberá poner en marcha un trabajo de diseño basado en conjuntos, capaz de generar varias alternativas a un mismo problema. De esta manera, se mejora la capacidad de decisión. La aplicación del MFV es un primer paso para la implantación de los principios y herramientas propios del diseño y la construcción esbeltas.

Aplicación a la mejora en los procesos de diseño y construcción de reformas en edificios de viviendas

El MFV atiende a dos momentos, el presente y el futuro. Como se especifica en los objetivos ya mencionados, primero se analiza la situación actual de los procesos seleccionados y se elabora el mapa de estado actual.

Se establecen los iconos de procesos y se relacionan a través de las flechas del flujo. Detectadas aquellas operaciones inútiles o redundantes se pasa a representar el mapa de estado futuro en el que se implementan los cambios pertinentes.

El último paso sería el de la implementación de dichos cambios y el análisis de los resultados. No se puede olvidar el concepto de mejora continua, la necesidad de cambio para hacer

posible el progreso, la eficiencia y el aumento de la productividad.

Flujograma

El flujograma de proyecto define de forma genérica las cuatro fases de proyecto: anteproyecto, proyecto básico, de ejecución y fin de obra. Este esquema se aprovecha para representar los actores implicados en cada etapa. El azul simboliza las tareas del promotor, el amarillo, del estudio de arquitectura, el verde la administración, el naranja al contratista, el lavanda las contratas y el gris al conjunto de todos (Fig. 1).

Esta clasificación de colores ayuda a comprender el momento cronológico de entrada de cada participante en el proyecto. A la vista de los resultados, se asume cómo el esquema actual es más parecido al propio de una construcción tradicional (Fig. 2) en la que diseñador y promotor son los únicos presentes en la totalidad del proyecto, cuando el objetivo es obtener un esquema como el que se muestra en la figura 3.

La primera conclusión sería, por tanto, la necesidad de interacción con el resto de participantes desde el inicio del proyecto, aumentando la confianza entre los integrantes y fomentando la capacidad de toma de decisiones de cada uno de ellos (con conocimiento de causa) en situaciones de conflicto. En este caso, el análisis insta a la implantación de los principios acotados por el sistema integrado de entrega de proyectos.

MFV

Se procede, tras este paso, a elaborar el mapa de flujo de valor (Fig. 4) del proyecto tipo definido por las fases anteriores. Tras su definición se detectan los siguientes puntos que mejorar:

- Los objetivos de diseño definidos por el promotor en las sucesivas reuniones no se documentan por escrito, lo que generará confusiones en el futuro.
- Dado que el contratista no entra en juego hasta la fase de ejecución, la elaboración del cronograma inicial no tiene en cuenta las previsiones reales de esta etapa.
- No hay un sistema de empuje que resuelva la gestión de cambios en obra, diseño y modificaciones de presupuesto. Los planos, las mediciones y el presupuesto no se encuentran ligados por ningún tipo

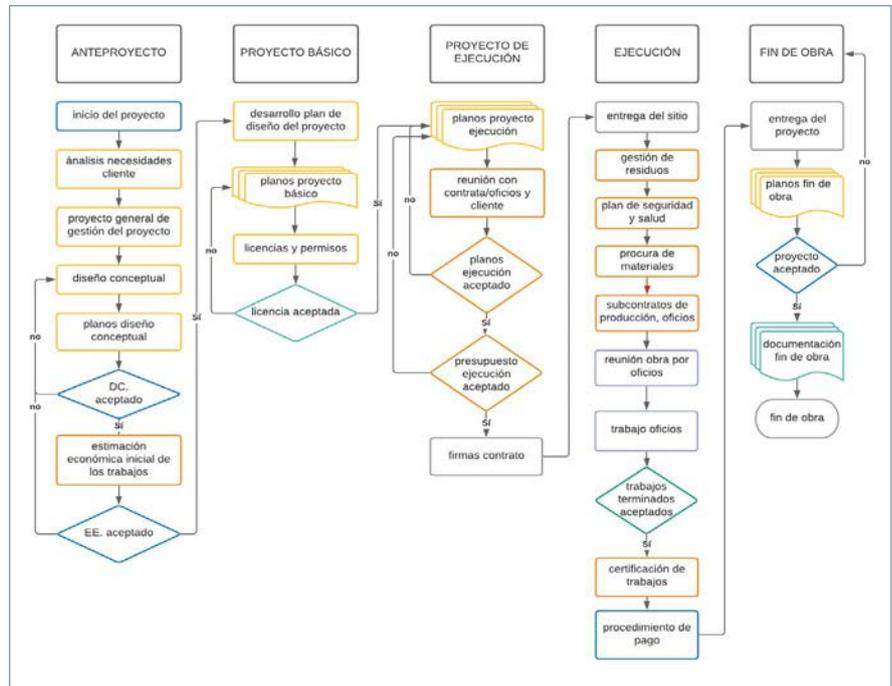


Figura 1. Flujograma del proyecto. Elaboración propia,



Figura 2. Proceso tradicional del diseño (3).



Figura 3. Proceso integrado del diseño (3).

de código o referencia, de modo que la correspondencia de las versiones depende de la persona encargada del proyecto en ese momento.

- No se cuenta con un listado de entregables adaptado a cada proyecto, en parte, como consecuencia de la

ausencia del listado de objetivos planteados por el promotor.

- Tampoco existen protocolos de gestión de conformidades; las deficiencias son corregidas, pero no almacenadas en el sistema, de modo que no se aprende de los errores.

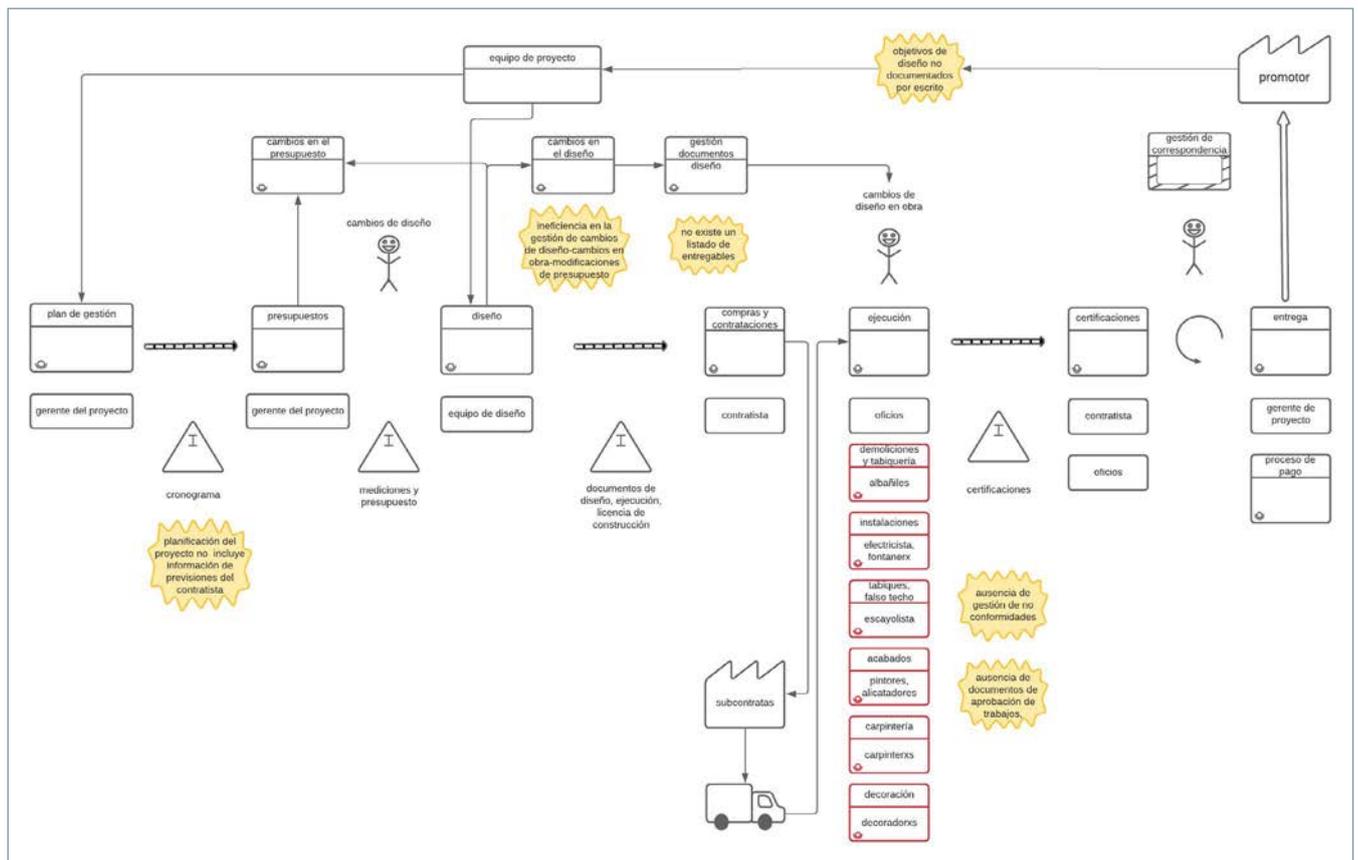


Figura 4. Mapa de flujo de valor, presente. Elaboración propia.

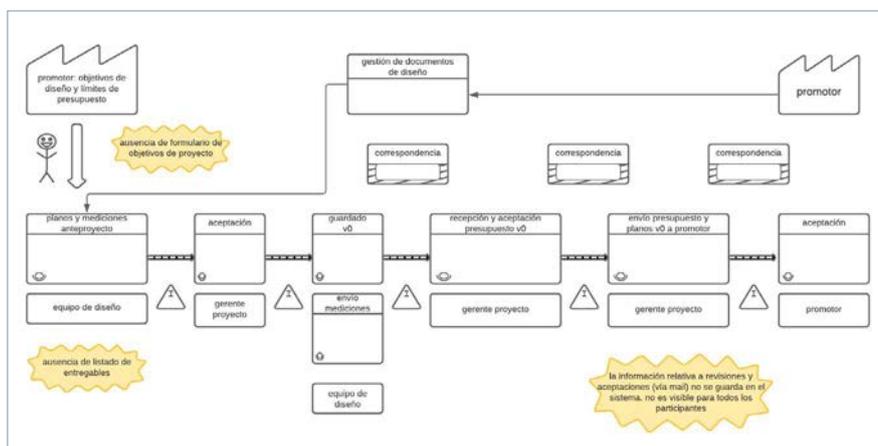


Figura 5. Gestión de documentos, presente. Elaboración propia.

Para darle solución, se elabora un modelo de gestión de documentos futuro (Fig. 6) que tiene en cuenta las deficiencias del presente:

- Elaboración de un formulario de objetivos de diseño.
- Elaboración de listado de entregables.
- Sucesivos guardados y codificaciones de archivos en el sistema.

Por otra parte, se plantea un modelo de gestión de no conformidades (Fig. 7) que almacena datos de identificación, corrección, guardado y comunicación.

Conclusiones

Los esquemas presentados son un ejemplo de empleo de la metodología basada en el análisis de MFV.

Los resultados obtenidos demuestran la eficiencia del método a la hora de detectar procesos redundantes o susceptibles de ser mejorados. Los diagramas aquí presentados responden al análisis de determinadas etapas y procesos, pero es posible aplicarlos a la totalidad del proyecto. Además, los resultados de su aplicación no son definitivos y deben

- Del mismo modo, los aciertos tampoco se valoran. No hay modelos de aprobación de trabajos; la validez depende del acuerdo verbal entre las partes.

A partir de la elaboración del mapa de flujo de valor, es posible continuar el análisis haciendo hincapié en aquellos puntos en los que se ha detectado desperdicio.

En este caso se muestra el ejemplo del proceso de gestión de documen-

tos, insuficiente en el momento presente debido a cuestiones que ya se apreciaban en el MFV general y que se completa cuando se realiza un análisis más exhaustivo. Se detecta que, además de la falta de determinada documentación, hay deficiencias en la forma de archivar la correspondencia, y no es visible esta para todos los trabajadores (Fig. 5). Se apela aquí al concepto de transparencia.

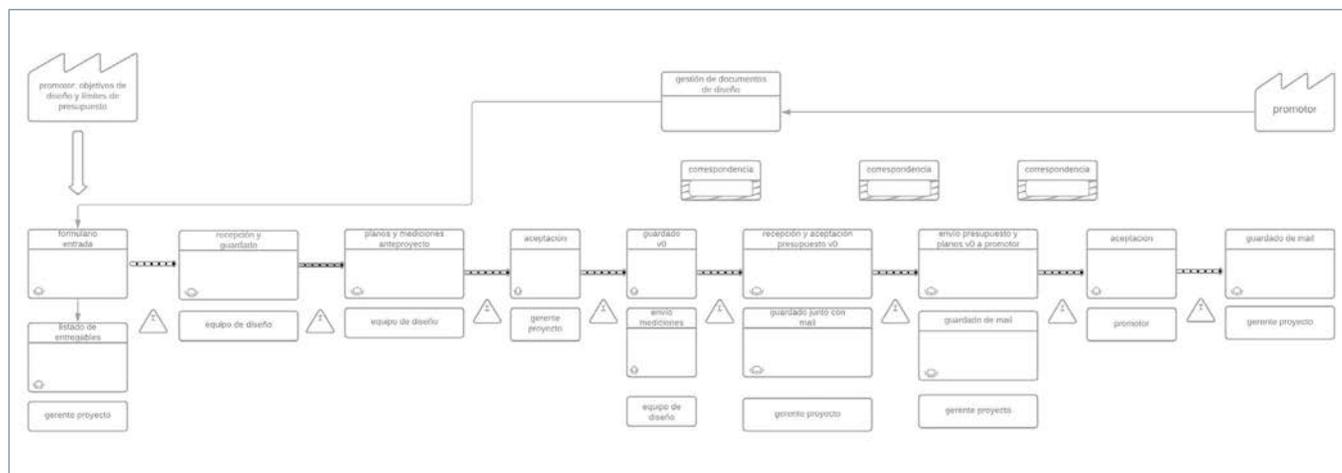


Figura 6. Gestión de documentos, futuro. Elaboración propia.

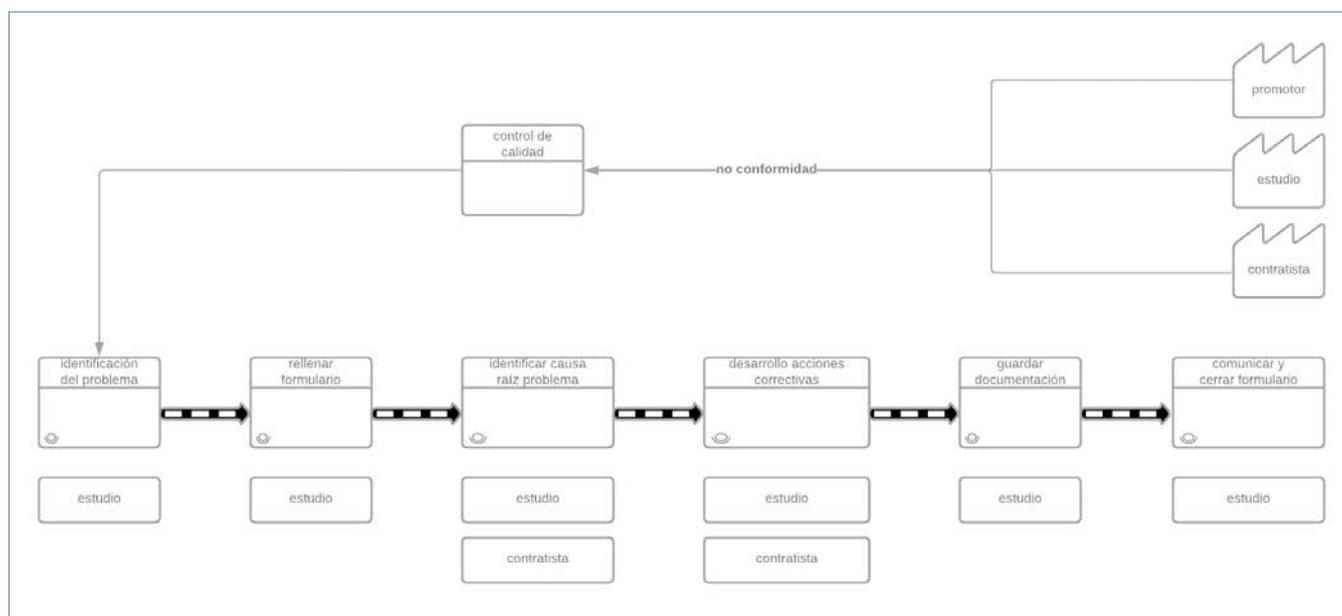


Figura 7. Gestión de no conformidades, futuro. Elaboración propia.

revisarse tantas veces como sea necesario de cara a alcanzar la perfección.

El análisis realizado manifiesta la necesidad de elaborar formularios y documentación específica para determinados procesos. Con todo y como se planteaba en uno de los apartados, la solución del problema de comunicación entre las partes estará en la aplicación de un modelo BIM. No obstante, esta clase de implantación implica grandes inversiones en la formación de los participantes, quienes han de confiar en el proceso.

El análisis MFV es un primer paso para labrar la confianza de los participantes e iniciar el camino hacia una construcción más eficiente y responsable.

Referencias

(1) Womack, J.P. & Jones, D.T. (1997) Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation, Journal of the Operational Research Society, 48:11, 1148.
 (2) Bautista, M., (2016). Propuesta de aplicación de Lean Construction a través de un sistema Kanban, en un estudio de arquitectura. Recuperado de <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/59858>

(3) Lezana Pérez, Emilio Achell Pons, J. F. (2014). Introducción a Lean Construction. *Fundación Laboral de La Construcción*. Retrieved from www.fundacionlaboral.org
 (4) Koskela, L., Howell, G., Ballard, G., & Tommelein, I. (2007). The foundations of lean construction. *Design and Construction*, (January 2014), 211–226. <https://doi.org/10.4324/9780080491080>
 (5) Latorre Uriz, A., Sanz, C., Sánchez, B., (2019). Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación. *Informes de la Construcción*, 71, 313.
 (6) Martín Goñi, Paula & González Barroso, José María & Rey, Albert. (2014). The ‘design for disassembly’, a Lean methodology. 10.13140/RG.2.1.1442.6721.
 (7) Cwik, K., Nowak, P., & Roslon, J. (2017). Introduction to Lean Construction. Warsaw.

Habilitación oficial como **piloto profesional UAS y piloto radiofonista** reconocido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)

Curso Oficial Piloto Profesional de UAS STS (Nivel 3) + Piloto Radiofonista

Especialización en Vuelo Fotogramétrico e introducción al sistema LIDAR



Programa desarrollado en colaboración con:



La reciente publicación de la **nueva normativa europea de UAS (Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 y Reglamento Delegado (UE) 2019/945)** implica una serie de modificaciones que puedes convertir en oportunidades. Consigue la habilitación oficial de Piloto Profesional de UAS STS y obtén una ventaja competitiva.



Por qué realizar este curso

1. Único programa con **1 instructor por cada 2-3 alumnos y especialización en fotogrametría con drones.**
2. Con un módulo de Introducción a **sistemas LIDAR** embarcados en drones donde se explicarán múltiples aplicaciones prácticas de esta tecnología revolucionaria en RPAS.
3. **Aprendizaje individualizado** y personalizado gracias a las ventajas de la formación *e-learning*.
4. Prácticas de captación de datos en vuelo sobre **escenarios reales** propuestos por los colectivos interesados.
5. Planificación de rutas para vuelos fotogramétricos: **aplicación práctica a ingeniería y arquitectura técnica.**
6. Instrucción en los sistemas de programación de vuelos más utilizados en el entorno profesional.
7. Uso práctico de distintos sensores instalados en RPAS de cualquier segmento de peso por debajo de 25Kg MTOW.
8. **Inmersión en el uso profesional de los RPAS** como herramienta de alta capacidad y sus posibilidades en tareas de inspección, producción y actividad minera.

Formación Teórica Online (60h)

- **Piloto STS (50h)**
E-learning.
- **Piloto Radiofonista (5h)**
E-learning.
- **Fotogrametría y LIDAR (5h)**
E-learning.

Sesiones Presenciales y Prácticas de Vuelo (30h)

- **Prácticas de Vuelo previas o de iniciación (3 horas)**
- **Formación Piloto STS (12 horas)**
- **Formación Piloto RTF (5 horas)**
- **Fotogrametría y LIDAR (10 horas)**



Modalidad: e-learning



Fecha inicio: 26/10/2021
(Fecha admisión: 19/10/2021)
Fecha fin: 10/02/2022



Con el apoyo docente de reconocidos **expertos en la materia**



Acceso a la biblioteca inteligente profesional **Smartteca**



Prácticas de vuelo en Madrid, con la posibilidad de realizarlas en todo el territorio español para grupos reducidos de alumnos (solicitar información al respecto).



Potencia tu **Networking**



Certificado Oficial de **PILOTO PROFESIONAL DE UAS STS NIVEL 3 Y PILOTO RADIOFONISTA**

Precio Total

~~1.845€~~

Precio Ingenieros Técnicos Colegiados

(30% descuento)

1.291,5€

Precio especial 30% de descuento para Ingenieros Técnicos Colegiados, precolegiados y universitarios de último año de carrera.

Infórmate ahora

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

La Red Network of European Engineers in Politics se pone en marcha como proyecto piloto en España

La Red Network of European Engineers in Politics (NEEP – EYE) tiene como objetivo conectar a los ingenieros que ocupen puestos de representación en instituciones políticas con los jóvenes ingenieros europeos, para promover el intercambio de ideas, apoyar a los responsables políticos con un aporte técnico para diseñar políticas adecuadas a sus propósitos, y lograr que su voz se escuche en este ámbito.

El acto de presentación de la Red Network of European Engineers in Politics (NEEP-EYE) se ha llevado a cabo, el 24 de junio, en una modalidad híbrida (presencial y telemática), en el Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM), y ha contado con las intervenciones de los representantes de las tres instituciones organizadoras del evento: la Asociación de Ingenieros Jóvenes Europeos (European Young Engineers-EYE), el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) y el Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España (INGITE).

Esta iniciativa, auspiciada por la organización internacional European Young Engineers (EYE), www.eyengineers.eu, de la que forman parte COGITI e INGITE, tiene como objetivo conectar a los ingenieros que ocupen puestos de representación en instituciones políticas democráticas (miembros del Parlamento Europeo, parlamentos nacionales, Senado, etc.) con los jóvenes ingenieros europeos.

La finalidad de la red es promover los intercambios de ideas, apoyar a los responsables políticos con un aporte técnico en el diseño de políticas adecuadas a sus propósitos, y apoyar al mismo tiempo las iniciativas de los jóvenes ingenieros en el contexto político e institucional europeo. El proyecto está abierto a ingenieros de todas las procedencias de Europa y orientaciones políticas, con el fin de crear una red fuerte, diversa e interdisciplinar.

El proyecto Red NEEP – EYE tiene, por tanto, una dimensión europea y toma a España como país de inicio. Tras la presentación en nuestro país, está previsto que se extienda a Italia, Holanda, Alemania, Dinamarca, y Malta, entre otros países.

El acto comenzó con las palabras de bienvenida de José Antonio Galdón Ruiz,



Participantes e invitados del acto de presentación de la Red NEEP-EYE, el pasado 24 de junio.

presidente de COGITI e INGITE. “Hoy es un día importante porque se pone en valor la figura de los jóvenes ingenieros europeos, y hemos tenido la suerte, tanto INGITE como COGITI, de colaborar en un proyecto único y genuino, y es el primero que se pone en marcha en toda Europa, fruto del enorme trabajo que han venido realizando, desde que surgió la idea, los coordinadores y el equipo del proyecto”, señaló. Entre los invitados al evento se encontraban presidentes de colegios profesionales y representantes de diversas instituciones, además de los diputados/as y senadores que se han sumado a esta Red de Ingenieros Europeos en Política.

A continuación, intervino de forma telemática Nadja Yang, presidenta de EYE e Ingeniera Química, que explicó la estructura de la asociación y las actividades que llevan a cabo. De este modo, explicó que la asociación nació en 1994, y desde entonces se han realizado conferencias bianuales de EYE en diferentes ciudades europeas, entre las que se encuentra Madrid, en octubre de 2019, cuando el COGITI fue la institución anfitriona durante los días que duró la convención. Asimismo, mantienen reuniones con personas destacadas e influyentes, *stakeholders*, de distintos ámbitos.

Por su parte, Gregory Barrere, vicepresidente del Departamento de Políticas Públicas en EYE, indicó que “forma-

mos parte de una organización juvenil y estamos en el corazón del cambio; por eso deseamos participar en el proceso de adopción de decisiones. Somos ingenieros o estudiantes de ingeniería, con experiencia técnica, y estamos orientados a la resolución de problemas. Nuestro objetivo es apoyar a los responsables de la formulación de políticas, con un aporte técnico para diseñar políticas adecuadas a sus propósitos”.

A continuación, tomó la palabra Yasmine Kechaou (Lead NEEP; MBA e Ingeniera Materiales e Industriales), ya de forma presencial, que quiso recordar los comienzos de este proyecto. “Hace un año imaginamos y proyectamos una Europa donde los ingenieros y políticos trabajan juntos. Los políticos necesitan expertos que les asesoren en la toma de decisiones, como en el ámbito de la digitalización, y esta red de expertos ingenieros nace con el propósito de ayudar, con sus conocimientos y experiencia, en las políticas públicas. Se trata de crear una comunidad de ingenieros que sea útil a nivel global, en el marco comunitario europeo”, señaló.

Al acto de presentación de la Red NEEP-EYE fueron invitados los diputados/as y senadores que se han adherido a la iniciativa, como Teodoro García Egea (Diputado del Congreso; Doctor, Ingeniero de Telecomunicaciones), que pronunció una conferencia. Más información en www.cogiti.es.

Celebrada la 6ª edición del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica

Grandes dosis de ingenio, creatividad, y mucha ilusión fueron los ingredientes en la entrega de reconocimientos del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica, organizado por la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la Rama Industrial de España (UAIITIE).

El evento, celebrado el pasado 30 de junio en el salón de actos del Colegio y Asociación de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM), acogió a los triunfadores de la convocatoria 2021, unas jóvenes promesas, que presentaron los proyectos ganadores “de un nivel extraordinario”, sensibilizados con la lucha contra la COVID-19 y con un alto compromiso social.

En la presente convocatoria, que cada año busca ser el concurso juvenil de ciencia y tecnología más prestigioso del país, ha resultado premiado un grupo de 4 alumnos del Instituto de Enseñanza Secundaria Mariano Quintanilla de Segovia, en la categoría ESO. En Bachillerato, el elegido ha sido un grupo de 3 alumnos del IES Pintor Antonio López de Tres Cantos (Madrid). Los estudiantes de ambos centros docentes estuvieron presentes en el acto, acompañados de sus coordinadores, directores de los institutos, y familiares.

Trabajos premiados

Los alumnos ganadores de la categoría de ESO del Instituto Mariano Quintanilla de Segovia, expusieron su proyecto «Codos contra Covid». Los alumnos y alumnas presentes en el acto explicaron que su proyecto consistía en un sistema de medición de los niveles de CO₂ en el aire, junto a un análisis previo de la correlación entre los niveles altos de CO₂ y la presencia de virus SARS-CoV-2 con alta probabilidad de contagio. El dispositivo recoge datos del aula y los transmite en tiempo real, para ser procesados por un componente de IoT (*Internet of Things*), para la posterior visualización y monitorización de datos en una página web. Además, los alumnos hicieron una demostración del funcionamiento del dispositivo *in situ*, por lo que se pudo comprobar las buenas condiciones de reunión del salón de actos del COGITIM.

El proyecto ganador en la categoría de Bachillerato, «Análisis de los datos de Copernicus para el estudio de la



Participantes en el acto de entrega de reconocimientos del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica, el pasado 30 de junio.

contaminación atmosférica y acción local para reducir las emisiones contaminantes», fue presentado por la alumna y el alumno del IES Pintor Antonio López, que han participado en el mismo. En primer lugar, realizaron una primera fase para extraer, procesar y analizar datos de contaminación atmosférica de los satélites Sentinel del proyecto Copernicus. El proceso de preparación, análisis y visualización de los datos lo realizaron con tecnologías de programación punteras como Python, R y la herramienta de Earth Engine.

Posteriormente, los datos obtenidos y analizados, que se muestran de forma dinamizada en una web del instituto, les han permitido a las alumnas y alumnos del Instituto Pintor Antonio López diseñar un plan de actuación para no generar contaminación, lo que constituye la segunda fase del proyecto: una acción local en el Instituto para mejorar la calidad del aire atmosférico, que consiste en sustituir la caldera térmica por una instalación de aerotermia alimentada por energía solar fotovoltaica.

Para ello, han realizado un análisis, estudio y proyecto técnico para la instalación de placas fotovoltaicas con la

mejor eficiencia y la instalación de una caldera alimentada por energía verde. A continuación, se abrió un turno de preguntas por parte de los asistentes al acto, que coincidieron en que era “un proyecto a la altura de estudiantes universitarios e ingenieros”.

En total, la UAIITIE ha entregado 4.000 € en premios, repartidos entre los alumnos y los centros educativos como impulsores de los proyectos. Además, todos ellos recibieron sendos diplomas acreditativos que avalaban estos reconocimientos, que fueron entregados por representantes de autoridades e instituciones.

Ceremonia de los premios

El presidente de la UAIITIE, Juan Ignacio Larraz, inauguró la jornada con unas palabras de bienvenida, tanto a los que lo hacían de forma presencial como telemáticamente, y felicitó a los jóvenes que habían participado en esta convocatoria, y de forma especial a los premiados; “en una etapa que seguía siendo complicada debido a las dificultades sobrevenidas por la pandemia, pero que no había sido obstáculo para alzarse con la victoria de estos Premios Nacionales”.

Guía de títulos de grados en Ingeniería de ámbito industrial

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) ha habilitado un portal para ofrecer la información necesaria de cara a elegir los títulos de grados en Ingeniería del ámbito industrial, ya que casi el 50% de los títulos no dan acceso a profesión regulada.

Con motivo de la realización de las pruebas de acceso a la Universidad, el pasado mes de junio, y la posterior elección de las titulaciones universitarias a cursar, el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) no cesa en el empeño de seguir ofreciendo información veraz, que pueda ayudar a los futuros estudiantes de Ingeniería a elegir con garantías, el título a cursar. Lamentablemente, hay un enorme desconocimiento al respecto y una falta de información rigurosa por parte de algunas universidades que, además, se empeñan en seguir promoviendo títulos de grados en Ingeniería “especialistas”, en contra de la legislación vigente en materia de universidades (R.D. 1393/2007), “y todo ello, con la complicidad o más bien pasividad del Ministerio, de las comunidades autónomas y las agencias de evaluación”.

El presidente del COGITI, Jose Antonio Galdón Ruiz, no comprende cómo pese a los numerosos problemas que está generando en la sociedad, el Ministerio de Universidades permanezca impasible y no trate de corregir esta situación. Critica con fuerza la ausencia de coordinación que debería existir entre los diferentes departamentos ministeriales y los representantes legales de las profesiones, “y máxime, cuando en España, de forma casi insólita, la titulación universitaria es el único requisito para el acceso a las profesiones reguladas”. Por este motivo, han trasladado al Ministerio numerosas iniciativas para modificar la propuesta de Real Decreto de organización de las enseñanzas universitarias, que se encuentra en la actualidad en exposición pública, y que de momento sigue poniéndose de perfil. Es por ello, que Galdón apuesta por una verdadera reforma en el acceso a las profesiones reguladas, que sea asumida por los Colegios Profesionales, desde criterios objetivos, con las máximas garantías, pero también poniendo en valor la experiencia y la formación continua, como recomienda la Unión Europea, y



de esta forma solucionar el problema a las decenas de miles de titulados que en la actualidad se encuentran en un limbo profesional.

Y es que el problema, lejos de solucionarse, cada vez se está haciendo mayor tanto cuantitativa, como cualitativamente, dado que ahora ya son 132 las titulaciones de Grado en Ingeniería del ámbito industrial que no dan acceso a profesión regulada, 60 Grados en Ingeniería especialistas y otros 27 que ni tan siquiera son titulaciones finalistas, sino que sirven únicamente para acceder a un determinado máster.

Esta situación genera numerosas quejas e indignación por parte de los titulados, que por desconocimiento y falta de información, ven cómo después de cuatro años de estudios, no pueden acceder a profesión regulada y, por tanto, optar a las atribuciones profesionales que por Ley les serían concedidas si sus titulaciones cumplieren unos determinados requisitos (Orden CIN 351/2009).

El COGITI lleva varios años denunciado esta realidad, y con el objetivo de ayudar a los estudiantes en el momento de elegir una titulación universitaria concreta, de la rama de Ingeniería Industrial, pone a su disposición una “Guía de titulaciones”, en su página web corporativa: <https://cogiti.es/guia-de-titulaciones>.

De esta manera, de forma fácil e intuitiva, los estudiantes pueden seleccionar, en el desplegable habilitado para ello,

las titulaciones que deseen, ofrecidas por las universidades de todo el territorio español, y comprobar no solo si dan acceso a profesión regulada y otorgan atribuciones profesionales, sino además otra información de interés como las salidas profesionales, la posibilidad de obtención del título de euroingeniero, el acceso a la función pública, o los niveles MECES y EQF, entre otra información.

Se trata, en definitiva, de que los estudiantes sean plenamente conscientes de los estudios que van a elegir, con la máxima transparencia posible, ya que es habitual que las universidades no ofrezcan este tipo de información, lo que genera sorpresas desagradables a los alumnos cuando son conocedores de que con su titulación no tendrán capacidad legal para firmar sus proyectos de Ingeniería, direcciones técnicas, informes, etc.

En el sistema universitario español hay cerca de 300 (296) titulaciones del ámbito industrial, de las que solo algo más de la mitad, el 55,41% (164), permiten el acceso a la profesión regulada, frente al 44,59% restante (132 titulaciones) que no permite dicho acceso.

En opinión de José Antonio Galdón Ruiz, presidente de COGITI, con la propuesta de modificación del R.D. de Enseñanzas Universitarias, se debería articular una solución a todos los problemas que se han vivido durante los últimos años. Más información en www.cogiti.es.

El COGITI participa en la Asamblea General del European Expertise & Expert Institute (EEEI)

El presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) y del Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España (INGITE), y vicepresidente de Unión Profesional (UP), José Antonio Galdón Ruiz, participó el pasado 10 de junio en la Asamblea General del European Expertise & Expert Institute (EEEI) para presentar la institución a todos los miembros que lo integran, y poder formar parte de este Instituto Europeo, objetivo en el que ya se está trabajando.

Durante su intervención, José Antonio Galdón agradeció la invitación para participar en la Asamblea General y el Comité de Dirección del EEEI, y señaló que desde el COGITI ya se está trabajando en su incorporación a esta institución. Para ello, se creará un grupo de ingenieros expertos judiciales colegiados en España, cuya búsqueda ya se ha iniciado, que les permita presentar una candidatura activa y dispuesta a trabajar como miembro institucional del EEEI, con el fin de componer un comité de representación del COGITI en dicho Instituto Europeo.

El EEEI se creó en 2006 por iniciativa de un pequeño grupo de altos magis-



trados y expertos judiciales franceses. El objetivo desde el principio fue crear un *think tank* europeo cuyo objetivo fuera contribuir, a través de su trabajo, a la convergencia de los sistemas nacionales de pericia judicial. El objetivo también era garantizar, en todo el espacio judicial europeo, la seguridad jurídica de las decisiones judiciales por la calidad de las pericias llevadas a cabo por orden judicial.

Para lograr sus objetivos, el EEEI ha tratado de desarrollarse como un lugar

de encuentro e intercambio de ideas entre abogados, jueces y expertos forenses. También desde el principio, el Instituto ha buscado estar presente en el mayor número posible de países europeos. Representantes de más de 17 países participan actualmente en los proyectos del Instituto.

Para que los responsables europeos tomen decisiones útiles, es esencial que estén plena y adecuadamente informados, teniendo en cuenta las diferentes situaciones de los países.

Los Ingenieros Técnicos Industriales, competentes para la firma de proyectos de ICT

La Directora General de Telecomunicaciones y Ordenación de los Servicios de Comunicación Audiovisual ha dictado una resolución sobre reclamación del Artículo 26 de la Ley 20/2013, de 9 de diciembre, de Garantía de la Unidad de Mercado (LGUM), con relación al técnico competente para la firma de ICT, en la que da la razón a las tesis que siempre han defendido el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) y los Colegios de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales a este respecto.

Mediante escrito de fecha 26 de febrero de 2021, un colegiado de Málaga, con titulación de Ingeniero Técnico Industrial de la especialidad mecánica,

presentó reclamación ante la Secretaría del Consejo para la Unidad de Mercado. Lo hizo en el marco del procedimiento del artículo 26 de la mencionada Ley 20/2013, contra el escrito de subsanación, de fecha 2 de febrero de 2021, de la Subdirección General de Operadores de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales en el que, con relación al proyecto técnico de la ICT correspondiente a una finca de dos viviendas y dos locales, se advertía de que el proyecto no estaba firmado por un Técnico competente en materia de Telecomunicaciones (artículo 3 del Real Decreto-Ley 1/1998), y de que transcurrido dicho plazo sin que se hubieran subsanado las anomalías, se notificarían al promotor de

la edificación con la advertencia de que, de no subsanarse en plazo, "se tendrá por no presentado el proyecto".

La justificación del colegiado (reclamante) para interponer esta reclamación se argumenta en el hecho de que no admitir la firma del proyecto de ICT por un Ingeniero Técnico Industrial de la especialidad mecánica, como técnico competente, vulnera los artículos 3, 5, 9 y 18 de la LGUM, al suponer la exigencia de una titulación o formación específica una barrera al libre acceso a las actividades económicas y su ejercicio, que resulta contraria a los principios de Garantía de la Unidad de Mercado establecidos en la LGUM. Más información en www.cogiti.es.

Sanitas



Seguros Colectivos
Mupiti by Montymarq

PARTE DE **Bupa**

**Sanitas
Profesionales Plus**
Nos adaptamos
a tu ritmo de vida

Prima desde:
36,79€
/mes¹

Oferta especial para MUPITI
Date de alta en Sanitas
en **mayo, junio o julio**
y llévate
2 meses gratis²

Para más información y contratación:

Mupiti by Montymarq

📞 **910 052 485**

✉ **mupiti@montymarq.es**

1. Prima calculada para un asegurado hasta 54 años. Primas válidas para altas de nuevos asegurados, con fecha de efecto comprendida entre el 01/12/2020 y el 01/11/2021. Sobre dichas primas se aplicarán los recargos / impuestos correspondientes. Edad máxima de contratación 75 años y sin límite de edad de permanencia. Primas aplicables a los familiares directos del autónomo que causen alta como asegurados en la póliza (cónyuge e hijos hasta 26 años). El contrato de seguro es anual y se renovará por anualidades sucesivas salvo que alguna de las partes indique lo contrario en los términos establecidos en la póliza. Nuevo asegurado: es aquel que no lo haya sido de otra póliza de Sanitas en los 6 meses inmediatamente anteriores a su fecha de alta en la nueva póliza.

2. Promoción válida para los primeros 30 nuevos asegurados de MUPITI que contraten Sanitas Profesionales Plus con fecha de efecto hasta el 30/06/2021. Dichos asegurados no abonarán dos mensualidades de prima neta de su primera anualidad contractual, concretamente los meses 2º y 6º a contar desde aquel en el que se haya producido el alta del asegurado.

PROFESIÓN

Encuentro: “Posicionando al usuario en el centro de la movilidad eléctrica”



Ana Jáuregui, vicepresidenta de COGITI (a la dcha.) participó en el workshop organizado por la Plataforma de Empresas por la Movilidad Sostenible.

La interoperabilidad es un elemento clave para el desarrollo de la movilidad eléctrica en España. Ésta es una de las principales conclusiones extraídas del Encuentro “Posicionando al usuario en el centro de la movilidad eléctrica”, que ha contado con la participación de Ana Jáuregui Ramírez, vicepresidenta de COGITI y decana de COGITI Sevilla (COGITISE), como ponente. El workshop se enmarcaba en la European Green Week, impulsada por la Plataforma de Empresas por la Movilidad Sostenible, en colaboración con Alphabet, EVBOX, COGITI y AUGE.

Poner al usuario en el centro de la movilidad eléctrica es clave para entender y sacar a la luz los frenos reales del despliegue del vehículo eléctrico en España. Analizar los casos de éxito de otros países, buscar las soluciones y trabajar alineados para romper las barreras y los frenos existentes para su desarrollo en nuestro país es el objetivo del trabajo que ha llevado a cabo la Plataforma de Empresas por la Movilidad Sostenible, y que ha quedado reflejado en el documento (*white paper*) elaborado tras la celebración de la citada jornada.

En 2023, España deberá contar con, al menos, 100.000 puntos de recarga instalados y 250.000 vehículos eléctricos circulando por sus carreteras. En 2030, la cifra de vehículos libres de emisiones deberá ascender a 5 millones. Sin embargo, España está a la cola en comparación con el resto de los países europeos, tanto en penetración de vehículos electrificados como en lo que a infraestructura de recarga se refiere.

Para Ana Jáuregui, todavía existe mucha desinformación en torno a la movilidad eléctrica que afecta a todos los agentes. “El desconocimiento que tiene el usuario, también existe dentro de las empresas, incluso en los propios profesionales. Por ello, es necesario hacer un esfuerzo en divulgación para avanzar de la forma más rápida y eficiente posible. Debemos garantizar un diseño de soluciones pensando en la escalabilidad a futuro, garantizando la eficiencia energética de cara a proteger la red y asegurando que éstas también lleguen a las zonas rurales”, señaló.

Plan Ingeniería el futuro

Ahora más que nunca, la unión hace la fuerza



FORMACIÓN online de COGITI



PORTAL DE LICITACIONES EUROPEAS



SOFTWARE TÉCNICO



NORMAS UNE PARA FABRICACIÓN EPIS (descarga gratuita)



REVISTA TÉCNICA INDUSTRIAL en abierto



CUESTIONARIO



INFORMACIÓN ACTUALIZADA



ACREDITACIÓN DPC Ingenieros



WEBINAR Y TV EDUCATIVA



ACTUACIONES SOLIDARIAS COLEGIOS



YOUNG ENGINEERS



CLUB COGITI

Víctor Díez

Director de Ingeniería en la empresa Nicolás Correa S.A., ganadora del prestigioso Primer Premio iF Gold Design Award 2021

“Siempre estamos buscando personas, ingenieros mayormente, para incorporar a nuestro gran equipo”

Mónica Ramírez

Una fresadora, presentada por la empresa Nicolás Correa S.A., ha ganado el Primer Premio IF Gold Design Award 2021, en el certamen internacional iF Design Award, celebrado desde 1953 por la institución alemana iF International Forum Design GmbH.

El certamen es uno de los concursos más importantes del sector, y tiene como objetivo reconocer los diseños excepcionales y su papel en la vida de las personas. Un jurado, formado en esta edición por 98 expertos de 20 países, integra cada año el panel de profesionales que valoran las propuestas recibidas de diseñadores, fabricantes, arquitectos e interioristas que apuestan por conseguir este prestigioso galardón.

Nicolás Correa S.A., fundada en 1947, es una de las empresas líderes a nivel mundial en la fabricación de fresadoras de grandes dimensiones, adaptadas a los entornos productivos más exigentes, como el energético, automoción, aeroespacial y ferroviario. Todo un ejemplo de innovación en el diseño de producto “made in Spain”, con una de las gamas de soluciones de fresado más amplias del mercado, diseñada y fabricada íntegramente en Burgos, y con un equipo al frente del cual se encuentran, una vez más, los ingenieros.

La fresadora Axia, presentada por la empresa burgalesa Nicolás Correa S.A., ha sido galardonada con el primer premio en la categoría de Diseño de Producto. ¿Qué ha supuesto para la compañía recibir este prestigioso premio iF Gold Design Award?

El iF Gold Award tiene gran prestigio en países como China y Alemania, y supone un paso más en nuestro posicionamiento de marca. En octubre se presentará la máquina premiada en la feria EMO de Milán, y en noviembre en la CIIE de Shanghai. A nivel interno, este galardón, muy difícil de conseguir, nos llena de orgullo y energía para continuar. Durante el proceso hemos sido muy exigentes y, por tanto, hemos tenido que salvar innumerables obstáculos, que ahora sin duda, podemos decir que ha merecido la pena.



Víctor Díez

“En octubre se presentará la máquina premiada en la feria EMO de Milán, y en noviembre en la CIIE de Shanghai”

¿Qué innovaciones y peculiaridades aporta la fresadora?

La fresadora incorpora importantes innovaciones frente a la versión anterior, si bien algunas de ellas están disponibles en toda la gama de producto CORREA. Entre ellas, distinguiría los dispositivos mecánicos, estáticos o dinámicos, para la corrección de la geometría de los

ejes “vertical transversal”, con los que conseguimos rectitudes inferiores a 0,02mm/m; así como la posibilidad de instalar diferentes motorizaciones de cabezal, incluyendo motor directo con cabezal de transmisión mecánica hasta 10.000rpm.

La fresadora Axia incorpora un sistema que añade amortiguamiento durante determinadas operaciones de fresado de alta exigencia. Además, añadido a su mejorado diseño termosimétrico, se incorporan sondas de medición de temperatura, que gracias a un algoritmo específico corrige la precisión de la punta de herramienta en función de la variación de la temperatura ambiente. Ello es posible también debido a que todos los sistemas que generan calor en la fresadora están debidamente refrigerados con un control que en ocasiones llega al control de 0,1°C. El frente de la fresadora está protegido completamente con acero inoxidable para que su estado, después de recibir infinidad de impactos de viruta caliente y cortante, sea perdurable en el tiempo. También cabe destacar, al igual que en el resto de la gama, la facilidad de manejo gracias a un HMI desarrollado íntegramente por el equipo de desarrollo de Software de CORREA, con capacidad para autoajustar las condiciones de mecanizado en función del material, requerimiento de potencia del motor mandrino y las condiciones instantáneas de vibración que se producen en la fresadora durante el proceso de mecanizado. Este HMI, permite realizar diagnósticos de averías de manera remota, con nuestro propio teleservicio, que nos permite “ver” la fresadora como si estuviéramos *in situ*. También permite un análisis detallado de datos que se recogen y suben a una nube, denominada VIXION, mediante la cual nuestros clientes son capaces de analizar el uso de la máquina e incrementar su productividad. Bajo esta plataforma, además, si la máquina dispone de cámaras, estas

se pueden visualizar a desde cualquier dispositivo móvil.

¿Cómo se ha llevado a cabo el proyecto? ¿Cuántas personas han trabajado en él?

El proyecto se inicia hace unos años con la colaboración de la empresa NACAR, de Barcelona. Iniciamos el proyecto con el cabezal UDX, único en el mercado (10.000 rpm de transmisión mecánica) y después hemos concluido varios proyectos, el cabezal UCE y UAD, así como las máquinas FOX y NORMA MG. Casi todos ellos tuvieron un premio IF. Dado el alcance de este tipo de proyectos en la organización, prácticamente todas las personas asociadas al flujo del producto han estado involucradas de una u otra manera en ellos. En este último proyecto, AXIA, galardonado con la máxima distinción, IF Gold Award, han estado todos ellos de nuevo involucrados, si bien se debe hacer una mención especial al ingeniero David de Garay, que ha estado al frente del nuevo concepto de máquina en toda su fase de desarrollo.

El Grupo Correa tiene más de 350 empleados, y gran parte de ellos son ingenieros, ¿en qué consiste principalmente su trabajo y qué valor añadido aportan a la compañía?

En Nicolás Correa, S.A., los ingenieros tienen distintas funciones y se reparten en prácticamente todas las áreas: comercial, compras, ingeniería, producción, postventa. La empresa, su producto y la relación con nuestros clientes tiene un carácter eminentemente técnico y, por tanto, una base técnica ayuda a que cada uno en su función pueda aportar lo máximo posible. Estando repartidos en todas las áreas, el valor de las personas, no solo los ingenieros, es el valor real de la empresa, y todo su conocimiento, esfuerzo y compromiso, es lo que hace que Nicolás Correa, S.A. sea lo que es hoy, y lo que será en el futuro.

¿Cuesta mucho trabajo hoy en día encontrar el talento necesario para que las empresas puedan desarrollar sus innovaciones?

En mi opinión, la palabra talento está mitificada. Históricamente, talento tenían solamente los grandes genios de la música, pintura o ciencia (los inventores). En nuestro día a día, lejos de contar y requerir a grandes genios, que siempre serán bienvenidos a nuestro magnifico equipo,



Fresadora Axia, galardonada con el primer premio en la categoría de Diseño de Producto, en iF Gold Design Award.

buscamos personas normales, con ganas de trabajar y hacerlo bien a la primera, con capacidad de esfuerzo y con el compromiso con lo que somos y cómo lo hacemos. La verdad es que pareciendo fácil y no requiriendo grandes requisitos, conformar un excelente grupo de personas, como el que tenemos en CORREA, que sea capaz de trabajar en equipo, siguiendo unas directrices (a veces no totalmente compartidas), no es fácil. En definitiva, efectivamente, cuesta mucho trabajo, porque todas las empresas buscamos lo mismo y todo el monte no es orégano.

¿Necesitan contratar ingenieros de forma habitual en la empresa Nicolás Correa S.A.?

En Nicolás Correa, en los últimos años, siempre estamos buscando personas, ingenieros mayormente, para incorporar a nuestro gran equipo. En ingeniería y producción colaboramos muy cercanamente con la Universidad de Burgos, para incorporar los perfiles que más se adecuan a nuestras necesidades con la realización de prácticas, proyectos fin de grado y fin de máster, y también con becas postgrado. Buena parte de ellos se incorporan a nuestro equipo.

¿En qué proyectos se está trabajando actualmente?

Estamos trabajando en muchos proyectos que ampliarán nuestra gama de producto, algunos de los cuales nos permitirán abordar nuevos mercados con más solidez, y todos ellos de una u otra manera generarán crecimiento para la compañía. Sin lugar a duda, tienen un principio común, rentabilidad para la empresa y para nuestros clientes. Los nuevos pro-

ductos están muy relacionados con lo que hacemos actualmente, si bien todos ellos tienen un denominador común, la digitalización y la automatización que permita maximizar la productividad de nuestros clientes.

La maquinaria que fabrican tiene una gran proyección internacional, ya que exportan en torno al 90% de su producción a más de 20 países, ¿a qué sectores productivos se destinan?

Fabricamos máquinas para prácticamente todos los sectores imaginables, si bien, los sectores de la energía, automoción, ferroviario y bienes de equipo conforman la mayor parte de nuestro volumen de ventas.

El Grupo Nicolás Correa está compuesto por la sociedad matriz Nicolás Correa S.A. y filiales comerciales en varios países, además de cuatro filiales industriales. ¿Cuáles diría que son los pilares en los que se sustenta el Grupo Nicolás Correa para mantenerse a la vanguardia en su sector productivo?

En Nicolás Correa hay tres pilares fundamentales, que rodean todo lo que hacemos cada día: la tecnología e innovación, la calidad como premisa con la que hacemos todas las cosas y la rentabilidad, necesaria para la empresa y para que nuestros accionistas sigan confiando en nuestro buen hacer. En el centro de estos tres está el pilar fundamental, que son las personas, todas, sin condición, cada una en su lugar y función, que con su compromiso engranan y hacen de Nicolás Correa, S.A. un referente a nivel mundial.

Ana Zaldívar Salaverri

Ingeniera de Procesos en Johnson & Johnson Vision, en Suecia

“Los trabajos que desempeñamos en la ingeniería ayudan a mejorar nuestra vidas, e incluso a salvarlas”

Mónica Ramírez

Comenzar una carrera profesional en el extranjero no siempre es fácil. Son muchos los factores a tener en cuenta para lograr una buena adaptación: la cultura, la mentalidad, las costumbres, el idioma o el clima diferentes al país de origen pueden dificultar los momentos iniciales. Pero nuestra entrevistada en este número de *Técnica Industrial* lo consiguió. “Los inicios, a la par que idílicos, fueron muy duros”, nos confiesa, pero tras una década en Suecia, ha “echado raíces” en el país escandinavo y está completamente adaptada al modo de vida sueco, aunque “los oscuros inviernos me hacen valorar el sol aún más”, afirma, a lo que añade que le “encantaría volver” en un futuro, no inmediato, a España, “y poder contribuir con todo lo que estoy aprendiendo de mi experiencia laboral y personal en este país”.

Ana Zaldívar, siendo bien joven, dejó su Logroño natal para emprender una nueva experiencia profesional fuera de nuestras fronteras, pero como una etapa temporal, que posteriormente desembocó en un afianzamiento en el terreno laboral. En la actualidad, ha formado una familia y reside en Uppsala, donde trabaja como Ingeniera de Procesos en Johnson & Johnson Vision, en el desarrollo de dispositivos médicos, y en particular en los destinados a la cirugía ocular, como la cura de cataratas. Anteriormente, trabajó durante una década en el sector espacial, concretamente en el desarrollo de sistemas de propulsión para Nanosatélites, hasta llegar a ser líder técnico de uno de los proyectos clave, en conjunto con la Agencia Espacial Europea (ESA).

Esta Ingeniera de Telecomunicaciones forma parte del elenco de ingenieras que han sido elegidas para participar en el proyecto “Mujeres ingenieras de éxito” y su impacto en el desarrollo industrial”, el programa que ha puesto en marcha la Unión de Asociaciones de Ingenieros



Ana Zaldívar Salaverri

Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAIIE), y que incluye la exposición itinerante “Mujeres ingenieras de éxito”.

¿Cuándo y por qué tomó la decisión de estudiar una Ingeniería?

Siempre me decliné hacia carreras técnicas o de ciencias, las denominadas STEM. Disfrutaba en las asignaturas que requerían usar la lógica y no tanta memorización. Recuerdo que disfrutaba mucho en la asignatura de Tecnología Industrial, que reunía conceptos de física, matemáticas, etc. y a la vez era muy práctica. Una compañera y yo fuimos las únicas chicas en la asignatura. El profesor organizó una charla, a la que invitó a una mujer ingeniera, y fue un gran referente para mí en ese momento. Me permitió sentirme identificada con ella. Recuerdo con cariño cómo el profesor nos pidió nuestra opinión al finalizar la clase y nos animó a las dos: “He invitado a una mujer para que veáis que hay mu-

jer ingenieras y que vosotras también podéis llegar a serlo”. Fuentes de inspiración y referentes femeninos son muy necesarios y marcan una gran diferencia.

Este fue un elemento clave en mi caso, unido a un gran interés y curiosidad por las nuevas tecnologías. En mis años de instituto, la telefonía móvil empezaba a extenderse y me fascinaba todo lo referente a comunicaciones inalámbricas; de ahí que me decantase por las Telecomunicaciones, aunque a lo largo de mi carrera profesional me he ido formando en otras ramas de la ingeniería.

Comenzó su trayectoria profesional en España, pero al poco tiempo le surgió la oportunidad de continuar en Suecia, ¿cuántos años lleva en este país escandinavo y cómo experimentó el cambio de cultura, clima, idioma, etc.?

En España trabajé únicamente unos meses en prácticas y del mismo modo llegué a Suecia. La idea original era pasar varios meses. Me quedé tan impactada por el choque cultural en el terreno laboral, y me gustó tanto lo que experimenté, que cuando se me ofreció la oportunidad de continuar en la empresa decidí apostar por esta aventura. De esto hace ya 10 años.

Los inicios, a la par que idílicos, fueron muy duros. Como positivo, destaco lo valorada que me sentí como profesional desde el inicio, siendo joven y mujer, en un mundo tan masculinizado. También se me ofreció mucha formación, ya que fui derivando de las Telecomunicaciones hacia el diseño mecánico, y ese era un gran salto.

En cuanto a la parte dura, el idioma sueco supuso para mí una barrera que tuve que derribar a base de esfuerzo y paciencia. Pese a que Suecia es un país en el que se puede funcionar únicamente con el inglés, me enfoqué en el idioma local, ya que marca una gran diferencia tanto en el entorno laboral como personal. A día de hoy sé que este esfuerzo mereció la pena.

El clima lo sigo experimentando como duro, pero los oscuros inviernos me hace valorar el sol aún más. Hay un dicho aquí que dice: “No existe el mal tiempo, sino mal abrigo”, y yo lo utilizo mucho en mi filosofía de vida aquí.

Durante nueve años, estuvo trabajando en el sector espacial, ¿en qué consistía exactamente su trabajo? ¿Cuáles fueron las principales innovaciones que se llevaron a cabo?

Participé en el desarrollo de sistemas de propulsión para nanosatélites en Gomspace. Los nanosatélites son del tamaño aproximado de una caja de zapatos, y el sistema propulsor ocupa alrededor de una quinta parte del volumen. El gran potencial de estos sistemas es la tremenda miniaturización. Empecé con el diseño mecánico del sistema, seguido por análisis y montaje y testeo, hasta llegar a ser líder técnico de uno de los proyectos clave, en conjunto con la Agencia Espacial Europea (ESA). Fue una etapa apasionante en la que disfruté y aprendí muchísimo.

La innovación más destacable de la que fui partícipe es que nuestro sistema de propulsión fue el primero que se incluyó en un nanosatélite financiado por la ESA, el GOMX-4B. Fue puesto en órbita en 2018 y la misión fue todo un éxito. El mundo de los nanosatélites es relativamente nuevo, también denominado *New Space*. En comparación con las grandes misiones de telecomunicaciones y exploración espacial, los nanosatélites permiten tiempos de desarrollo más cortos y una mayor asunción de riesgos. Las agencias espaciales han sido reticentes a financiar proyectos de este tipo hasta hace muy poco, y es un orgullo haber formado parte de aquel hito.

Posteriormente, cambió de trabajo, y desde 2020 trabaja en el sector de dispositivos médicos para operaciones de visión, en Johnson & Johnson Vision. ¿Qué le llevó a esta nueva ocupación y qué tipo de proyectos desarrolla?

En mis años en el sector espacial tuve la oportunidad de participar en el desarrollo de nuevos productos, de tecnología puntera, pero volúmenes de producción muy bajos. Hay que tener en cuenta que un contrato que implique el desarrollo de decenas de sistemas de propulsión, es considerado producción en masa para este sector. Mi curiosidad me lle-

vó a dar el salto a un sector donde los lotes se cuentan en cientos de miles, y las producciones anuales son de millones. Quería aprender las implicaciones de introducir un nuevo producto al mercado con este volumen de tirada, y lo que implica mantenerlo en el mercado; además del cambio de usuario final. Si bien los satélites nos facilitan las comunicaciones, logística, etc., los dispositivos médicos contribuyen directamente a mejorar la vida de los pacientes; de abuelos, madres, niños... y me motivaba mucho adoptar esos valores.

El tipo de proyectos en los que estoy involucrada es muy diverso, desde la mejora del diseño de los productos existentes para una mayor ergonomía o rendimiento, hasta proyectos de automatización de las nuevas líneas de producción. Cualquier mínimo cambio en el diseño del producto o su producción implica mucho testeo y análisis, para no poner en riesgo al paciente, y que así las autoridades sanitarias de las distintas regiones aprueben dichos cambios.

La crisis sanitaria generada por la COVID-19 está afectando a la sociedad, en general, y a numerosos sectores empresariales y productivos, en particular, especialmente en el suministro de materias primas, ¿cómo está repercutiendo esta situación en su empresa?

El producto que fabricamos comparte muchos materiales, componentes y procesos con los empleados en la fabricación de las vacunas. Esto hace que se esté notando mucho el impacto del COVID-19. Los tiempos de entrega de materias primas son muy inciertos y esto afecta tanto a los planes de producción, como a proyectos. Las empresas que suministran al sector de dispositivos médicos están al límite de su capacidad para cubrir la demanda relacionada con la vacunación. También disminuyó el número de operaciones durante el periodo de pandemia, lo que repercutió en la demanda del año pasado. Pese a lo que esto pueda afectar, es impresionante observar cómo todo el mundo se ha volcado en la vacunación y el bien común.

¿Percibe un gran cambio de mentalidad, en lo que al desempeño del trabajo se refiere, entre Suecia y España? ¿Y en materia de igualdad?

Sí, es muy evidente. Si algo he aprendido en estos años de mis compañeros

suecos es su capacidad para la reflexión y planificación. La planificación es clave y se debe invertir un tiempo considerable en ello en cualquier proyecto. En España considero que somos más de acción. Al final llegamos a los mismos objetivos, pero a un coste más elevado, por el ensayo-error. En ese aspecto, la mezcla de culturas escandinava y mediterránea aporta un balance entre planificación/acción muy positivo. Las estructuras jerárquicas son mucho más planas y las tomas de decisiones son mucho más consensuadas. Aunque el tiempo para la toma de decisiones sea mayor, esto enriquece el resultado final.

En cuanto a igualdad, en Suecia nos llevan décadas de ventaja. Las mujeres estamos más integradas en la mayoría de sectores del país (se ven muchas mujeres en puestos monopolizados por hombres, incluyendo el de sacerdote). Aunque todavía queda por hacer en altos cargos.

Usted ya es madre y dentro de poco volverá a serlo, ¿cómo compagina la vida laboral con la familiar?

Conciliar es algo que aquí es posible, y es gracias a muchos actores implicados. El primero es el Estado, que pone las herramientas necesarias al servicio de empresas y familias (la seguridad social contempla bajas temporales por enfermedad de los hijos, bajas de maternidad y paternidad flexibles y más prolongadas, etc.). El segundo es la propia empresa, que brinda flexibilidad de horarios y normaliza el uso de estas prácticas. El tercero, y primordial, es la corresponsabilidad entre la pareja.

En España se delega mucha responsabilidad en los apoyos familiares como abuelos, tíos, etc., pero aquí es el Estado el que asume su deber con las familias y empresas. A los padres se nos debería facilitar la conciliación y los abuelos deberían disfrutar de los niños, no ser cuidadores.

Por poner un ejemplo cotidiano, las ocasiones en que mi hijo se ha resfriado, tanto mi marido como yo lo comunicamos en nuestras empresas, y nos reparamos los días a quedarnos en casa en base a las exigencias de nuestro trabajo. Asumimos nuestra responsabilidad al 50%, porque la sociedad así lo permite.

Estudiar una carrera de Ingeniería implica un cierto sacrificio, y en la actualidad hay una falta de vocaciones

hacia este tipo de estudios, ¿qué les diría a los estudiantes de Secundaria para animarles a estudiar una Ingeniería?

Estudiar ingeniería no sólo te dota de unos conocimientos teóricos, sino que te estructura la mente y el pensamiento lógico para poder enfrentarte a cualquier problema o situación nueva que requiera de "ingenio". Aunque no lo parezca a simple vista, la ingeniería tiene mucho de creatividad, y también tiene su lado social, tan poco promocionado. Los trabajos que desempeñamos ayudan a mejorar nuestra vidas, e incluso a salvarlas. Por último, que no hay que tener miedo ni a las matemáticas ni a la física, especialmente con todas las herramientas informáticas de las que se dispone en la actualidad.

¿Qué es lo que más le gusta de su profesión? ¿Qué aporta la ingeniería a la sociedad?

Disfruto tanto con la planificación de tareas o proyectos, como con su ejecución. También disfruto con la resolución de problemas inesperados, en los que entran a formar parte los compromisos. Todo en ingeniería es un compromiso entre tiempos, riesgos, costes, rendimiento... Situaciones que en un principio me podían originar momentos de estrés, ahora las tomo como oportunidades para poner sobre la mesa todos los recursos que la ingeniería y experiencia me han dado.

La sociedad es lo que es hoy gracias a la ingeniería. Aporta progreso, innovación... Confío plenamente en la ingeniería para poder llevar a cabo todos los proyectos demandados en la actualidad por una sociedad más sostenible; donde la fabricación y vida útil de los nuevos productos sea amable con el planeta (nuevos materiales, procesos, etc.)

¿Cuáles son su próximos proyectos en el terreno laboral?

Me gustaría seguir creciendo dentro del sector de dispositivos médicos; seguir contribuyendo al desarrollo de nuevos productos y mejorando los existentes, innovando en este terreno y aprendiendo de todo lo que rodea al producto (distribución y logística, regulaciones, etc.).

¿Le gustaría regresar definitivamente a España dentro de algún tiempo?

Por supuesto. Es algo que siempre tengo en mente. Me encantaría volver y poder contribuir con todo lo que estoy aprendiendo de mi experiencia laboral y personal en este país; sin embargo, no me lo planteo como algo inmediato. Intento disfrutar de lo que tengo a día de hoy, y estoy, junto con mi familia, muy abierta de cara al futuro. Mi hoja de ruta está abierta.

La Universidad de Jaén acogerá el XXIII Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica

La Asociación Española de Ingeniería Mecánica (AEIM) ha organizado la XXIII edición del Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, que se celebrará del 20 al 22 de octubre de 2021 en la ciudad de Jaén, concretamente en el campus universitario de Las Lagunillas.

Este Congreso, organizado por el Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera de la Universidad de Jaén, es el principal lugar de encuentro para el intercambio de conocimiento científico y técnico, experiencias profesionales, proyectos competitivos y principales avances en la Ingeniería Mecánica en España.

En concreto, se contemplan las siguientes áreas temáticas: Biomecánica; Cinemática Computacional; Educación en Ingeniería Mecánica; Dinámica de Sistemas Multicuerpo; Fiabilidad y Mantenimiento; Historia de las Máquinas y los Mecanismos; Ingeniería de Fabricación y Metrología; Ingeniería Ferroviaria; Ingeniería de Vehículos y Transporte; Máquinas y Mecanismos; Mecánica Computacional; Mecánica de Fractura y Fatiga; Mecánica Experimental; Micromáquinas, Mecatrónica, y Robótica; Proyecto, Ruido y Vibraciones; Sostenibilidad y Medio Ambiente en Ingeniería Mecánica; y Tribología, entre otros.

Asimismo, la Asociación Española de Ingeniería Mecánica ha convocado el V Premio AEIM a los mejores trabajos de investigación dirigidos a la consecución de una Tesis Doctoral en el ámbito de la Ingeniería Mecánica. Podrán concurrir a estos premios todos los doctores, que no habiendo participado en la III edición del premio AEIM a la mejor Tesis Doctoral, hayan presentado y defendido una

Tesis Doctoral entre el 1 de mayo de 2018 y el 15 de septiembre de 2020, cuyo contenido esté relacionado con el ámbito de la Ingeniería Mecánica y que hayan recibido la mención de cum laude en cualquier universidad española.

Los participantes, además, deberán acreditar la admisión de al menos un artículo relacionado con el trabajo de investigación en el próximo XXIII CNIM o en alguno de los celebrados anteriormente. Asimismo, será condición necesaria que el autor de la tesis o alguno de los directores del trabajo sea socio de la Asociación Española de Ingeniería Mecánica.

Por otra parte, la Asociación Española de Ingeniería Mecánica ha convocado también el I Concurso de Maquetas de Máquinas y Mecanismos. El concurso está organizado por la Comisión técnica de Historia de la Ingeniería Mecánica y de las Máquinas y Mecanismos (Him3) de la Asociación Española de Ingeniería Mecánica (AEIM), en colaboración con el comité organizador del Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, y está abierto a todos los participantes en el Congreso que, además, deberán acreditar la admisión e inscripción de al menos un artículo relacionado con la maqueta en el próximo XXIII CNIM. Más información en www.cnim2020.es.



Nuevas organizaciones en el sector industrial: ¿Y si cada equipo pudiera elegir a su líder en función de la naturaleza de cada proyecto?

Gemma García

En ocasiones aplicamos un sesgo inconsciente sobre los modelos organizacionales de nuestras compañías productivas, creyendo firmemente que son estructuras muy jerarquizadas y rígidas. Las posturas más extremas llegan a afirmar que son compañías que no han evolucionado en su cultura organizativa y que siguen ancladas en el pasado sin vivir un fenómeno de profesionalización, que sí se provocó en otros sectores económicos.

Para ese frente de opinión puede que mi postura les resulte algo transgresora, pero desde mi cercanía a las compañías Industriales, compruebo diariamente cómo la digitalización y las estrategias de diversificación hacia nuevos negocios generan una transformación organizacional en estas empresas. En el mercado actual es una cuestión de primera necesidad y clave de su supervivencia ser capaces de adaptarse con un nivel muy elevado de flexibilidad a las necesidades en constante cambio del mercado, para transformarse en entidades altamente competitivas.

Con estas “nuevas gafas” podemos intuir a un sector industrial que evoluciona y evolucionará hacia un horizonte de estructuras que pasen de un estado sólido a un estado líquido. ¿Y por qué cambiar a “Estado Líquido”? Porque a diferencia de los sólidos, los líquidos fluyen, cuentan con gran capacidad de adaptación y transformación ante los cambios en el entorno. Y adaptarse a cada situación para sobrevivir pasa a ser un hito prioritario en el actual momento volátil, incierto, complejo y ambiguo.

Mi creencia firme sobre que este fenómeno se está fraguando se sustenta sobre que las estructuras más rígidas y solidificadas se van desdibujando, porque la situación actual actuó de catalizador hacia culturas proactivas, ágiles, hipercomunicadoras e innovadoras que generan fluidez en las organizaciones.

Reflexionemos: ¿Qué ocurriría si en tu compañía se planteara la alternancia temporal de los puestos directivos? ¿Y si cada equipo pudiera elegir a su líder en función de la naturaleza de cada

proyecto? Pues lancémonos a emprender ese viaje que nos aleja de una estructura jerárquica y piramidal, donde llegar a puestos de *management* es una carrera profesional en sentido vertical y nos lleva a un destino donde descubrir estructuras planas, organizadas por proyectos en los que colaboran perfiles profesionales de diferentes disciplinas y los líderes de los equipos, que van cambiando en función del proyecto, son elegidos por sus competencias concretas para cada caso.

El reto para quienes deben impulsar estos cambios organizacionales y emprender el viaje empresarial es afrontar un análisis basado en detectar si las personas con las que cuenta atesoran las cualidades necesarias para desenvolverse en el nuevo entorno, bajo nuevas condiciones y en el nuevo estado “físico” de liquidez. O cuando se encuentren en la situación de decidir incorporar a alguien en su equipo y reflexionan sobre las competencias o el perfil más adecuado a la nueva realidad deben hacerlo bajo la valentía de apostar por el innovador, aquel y aquella que denominamos intraemprendedor y, si somos honestos, no siempre somos tan valientes en nuestra apuesta por un modelo tan innovador, por compartir espacio y modelo de trabajo con alguien que rompa nuestros paradigmas, que piense fuera de la caja y que critique todo lo establecido hasta el momento. Al plasmarlo lo visualizamos como un atrevimiento en un entorno industrial tan jerarquizado, tan vinculado a los procesos, tan apegados a normas, pero ¿por qué ponernos límites en nuestro actual entorno “camaleón” y Agile? Rompamos con nuestros propios sesgos y mapas mentales para constituir un modelo organizacional avanzado y que eleve la competitividad de nuestra empresa.

¿Por qué seleccionar a ese intraemprendedor? Porque implica esa forma indefinida en continuo movimiento y que puede adaptarse a cualquier recipiente. Su fórmula química se compone de Pensamiento Crítico, Gestión de la Incertidumbre, Aprendizaje Continuo, Flexibilidad,

Gestión de la Incertidumbre, Inteligencia Emocional, Empatía y Gestión del Conocimiento. Son las personas que denominamos en Adecco Learning & Consulting “Talentos Esenciales”, ya que son aquellas personas que necesitamos de nuestro lado, líderes naturales, embajadores de marca y el potencial talento que debemos mirar, ya que son profesionales altamente valorados en el mercado y con mayor motivo en la situación actual.

Los profesionales que trabajamos en proyectos de Mejora Organizativa nos agitados en tiempos de pandemia, al darnos cuenta de que nuestras estructuras eran más rígidas de lo que nos exigía el momento, que perderíamos parte de nuestro conocimiento tácito y capacidad de trabajo con la ausencia de nuestros trabajadores, que no contar con ciertos profesionales provocaría que múltiples tareas quedasen desiertas, sin posibilidad de ejecutarse o con sustitutos/as inexpertos/as que generaban ineficiencias en el proceso de trabajo. Esta situación de pánico y bloqueo nos llevó a apreciar aún más, si cabe, a nuestros empleados y dar el máximo protagonismo a las activaciones de planes de polivalencia que, a medio plazo, nos permitirían no caer en el mismo error a futuro.

Aquellas personas apasionadas por la aventura, emprendedoras, que nos van abriendo camino, consiguiendo grandes gestas y descubrimientos increíbles nos aleccionan sobre que debemos viajar ligeros/as de equipaje. Esa filosofía aventurera, en el entorno empresarial, debemos trasladarla a nuestra transición hacia nuestras estructuras líquidas parando en el “Monumento” de la polivalencia, visitando el “Museo” del cambio de la Figura Jerárquica a la Funcional, entrando en la “Basilica” del Trabajo colaborativo y la Polivalencia para llegar a destino seguro en nuestra nueva posición de estructura flexible, Agile y adaptada a entornos VUCAD (volatilidad, incertidumbre, complejidad, ambigüedad y diversidad).

Gemma García es gerente sectorial de Adecco Learning & Consulting.

Normalizar las pericias

Luis Francisco Pascual Piñeiro

Antecedentes históricos

Dado que es difícil datar el origen de la *pericia* en la antigüedad, por evidente falta de documentos justificativos, y aunque hay relatos que pueden citar su existencia y remontar la figura del *perito* a cientos e incluso miles de años atrás, lo cierto es que, refiriéndonos a las culturas más extendidas, al menos en lo hoy conocido por occidente, en la Grecia antigua no aparece en su derecho referencia a la pericia, ni a su actor principal el *experto-perito*.

Por el contrario, en el antiguo derecho romano ya se hace referencia y aparece tal figura como medio de prueba en auxilio del juez. De otra parte, sí hay referencias, incluso anteriores al derecho griego y romano, de expertos actuando en mediciones de tierras y sus deslindes, como también en valoración de bienes, en el examen de documentos y el reconocimiento de firmas, así como, curiosamente, para comprobar embarazos en las mujeres.

Tras la caída del Imperio Romano (476 d.C.) la *pericia* dejó de practicarse por incompatibilidad de tal figura con las costumbres y justicia de los bárbaros que dominaron gran parte de aquél imperio y de Europa. En la época de Justiniano I El Grande, Emperador del Imperio Romano de Oriente (527 a 565 d.C.), el proceso judicial adquiere más relevancia; y posteriormente los *canonistas*, defensores del derecho eclesiástico representado por los cánones, desde el siglo XI comienzan a reintroducir la *peritación* en los procesos, especialmente los jurisconsultos italianos.

La siguiente cadena de referencias importantes al peritaje y al perito no aparecen hasta la Edad Media, en la mitad del siglo XVI, primero con Carlos I de España y V del Sacro Imperio Romano-Germánico, con los primeros peritajes médicos en 1532, a petición de la Inquisición, apareciendo la figura del *perito forense*. Ese mismo año, el mismo Emperador Carlos V sancionó la *Constitutio Criminalis Carolina*, elaborada en 1530, que introduce la *pericia*

por expertos bajo juramento, basada e inspirada en las reformas de principios de siglo de la *Constitutio Criminalis* de la ciudad bávara de *Bamberg*, que fue base histórica del derecho penal alemán y se considera hoy el origen normativo de los Institutos de Medicina Forense. Algunos años después, en Francia, aparecen en 1579 las Ordenanzas de Blois, ciudad francesa del centro, valle del Loir, en las que aparece regulada la *actividad pericial*.

Sirvan, por cierto, estas referencias históricas como justificación al título de este artículo, porque como se ve en las anteriores referencias, la necesidad de introducir y la introducción de los conocimientos de expertos en los procedimientos para auxiliar al juzgador fue, sin duda alguna, una forma de normalizar las pericias.

Actualidad

Tampoco es una novedad u ocurrencia actual normalizar las pericias, sino que es algo necesario en el devenir cercano y próximo de nuestra actividad forense que, como bien sabemos, tiene tantos años de existencia como nuestra titulación técnica, desde 1852, con la creación de las Escuelas Industriales.

Aunque es evidente que esta actividad forense nuestra ha variado, o mejor dicho, se ha ido adaptando a las necesidades de la sociedad actual, también es rigurosamente cierto que siempre se ha desarrollado en el mismo ámbito en que fue definida por el derecho romano, en el '*foro*', donde se trataban negocios y el *Prætor* celebraba los juicios, pues era el centro y lugar público de la vida romana; mercado, centro religioso, político, administrativo y judicial; todo se desarrollaba en él.

También es totalmente cierto que la actividad forense tuvo su inicio, como se ha visto en los antecedentes históricos, en el ámbito médico, luego en la agronomía, después en la valoración de bienes y la documentoscopia, ya desde el siglo VI d.C. Consecuencia es que, aún hoy en la actualidad, mucha gente asemeja, equipara y relaciona el adje-

tivo forense a la medicina, cuando en realidad se aplica a cualquier otra disciplina, y muy especialmente a todas las especialidades de la ingeniería.

El experto y la pericia

Es oportuno aquí recordar que se entiende y define la pericia como la sabiduría, práctica, experiencia y/o habilidad, en una técnica, ciencia o arte, en nuestro caso de Ingenieros Técnicos Industriales, que precisamos como aquel experto-perito, práctico en las materias de su especialidad, con conocimientos y habilidades para su desarrollo en un foro; y el adjetivo pericial, el relativo al experto-perito y a la pericia.

Igualmente, de forma genérica, se define la Ingeniería Forense como la parte de la ingeniería que trata de averiguar las causas de un suceso o hecho acaecido (accidente, avería, siniestro, etc.), a través de la pericia; y también como aquella actividad que, con base técnica, trata de dar luz a disputas, divergencias, diferencias, conflictos, etc., valora bienes, o bien trata de aclarar otras actuaciones técnicas, todo ello en ayuda a la sociedad, los ciudadanos y las administraciones.

El gráfico 1 representa de forma esquemática, a modo de diagrama, las dos áreas básicas de la Ingeniería Forense y sus respectivos ámbitos. La Pericia Forense con sus cuatro ámbitos principales de actuación: judicial (intrajudicial y extrajudicial), privado, de seguros y tributario-administrativo. La segunda, cuya denominación a juzgar por los vaivenes, no es clara para la Administración, responde a los A.D.R. (Alternative Dispute Resolution) – S.A.R.C. (Sistemas Alternativos de Resolución de Conflictos) que, según el último Anteproyecto de Ley (todavía por aprobar), designa como M.A.S.C. (Medios Adecuados de Solución de Controversias).

Destinatarios de la pericia

Para entender mejor la necesidad de normalizar las pericias, es importante conocer a quiénes van dirigidas. Del gráfico 1

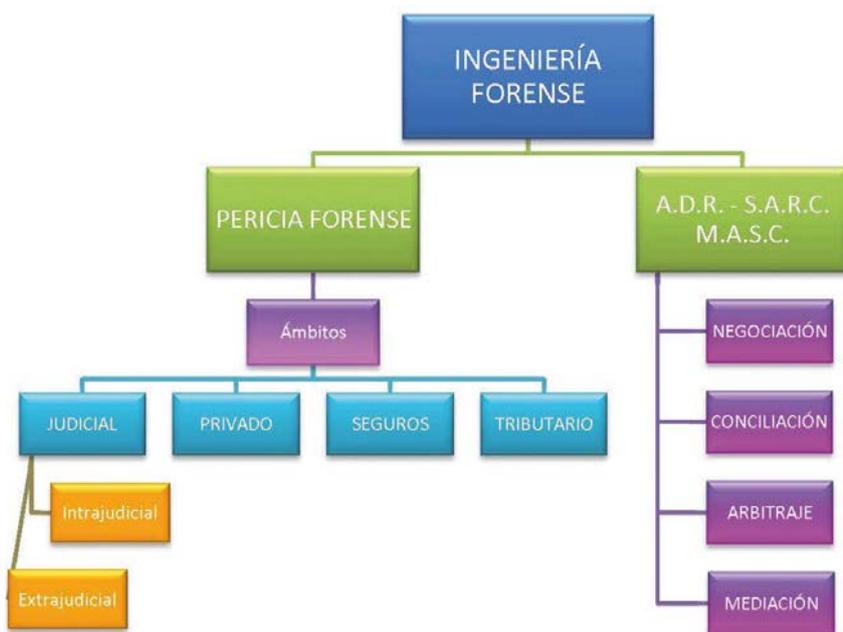


Gráfico 1. Áreas y ámbitos de la Ingeniería Forense.



Gráfico 2. Destinatarios de la pericia.



Gráfico 3. Funciones de experto-perito en cada ámbito de actuación.

es sencillo determinar el destino en cada caso de las pericias, y la importancia que tienen para sus destinatarios, así como la trascendencia que tiene el experto-perito en su elaboración, aportación, exposición y defensa, en su caso.

El gráfico 2 refleja quién requiere la actuación del experto-perito.

Así pues, en cualquier ámbito de actuación (jurídico, privado, de seguros, tributario-administrativo) la importancia del experto-perito forense y su aportación

con el informe, dictamen, pericia, avalúo o tasación, como medio técnico de estudio y análisis para resolver el conflicto, es fundamento básico y auxilio especial del juzgador, del cliente o la empresa, del asegurado o la aseguradora, del ciudadano o del órgano administrativo.

En el gráfico 3 se puede ver que en las funciones del experto-perito, en los distintos ámbitos de actuación forense, hay un particular aspecto de asesor, auxiliar, consejero, experto o valorador, dentro del área correspondiente, y que respeta las normas deontológicas profesionales, informando al cliente o la Administración de la conveniencia e idoneidad de la actuación concreta en la que se pide su intervención.

Normalizar las pericias

Dando por asumido y sentado que la norma UNE 197001, en su revisión de 2019, ha dejado claros los conceptos y contenidos mínimos que debe contener un informe pericial, en favor de una mejor comprensión por el destinatario al que va dirigido, dejemos claro que el interés general, que también ha pretendido y logrado la norma UNE, es que aquellos, los informes, tengan un desarrollo similar, de forma y modo que, instintivamente, el lector destinatario del mismo, conozca la sistemática, aunque su contenido, evidentemente, sea distinto; aplicar la norma es voluntario.

Consiguientemente, normalizar, como estándar tipificado no sólo del proceso, sino del flujograma del trabajo, previo a elaborar el informe pericial, una vez nos ha sido determinado el objeto de pericia, es el estudio de los documentos aportados, toma de datos, inspección ocular necesaria, investigación de los



Gráfico 4. Proceso previo a la elaboración del informe.



Gráfico 5. Contenidos mínimos en el informe pericial.



Gráfico 6. Organización de los medios.

hechos, mediciones y cálculos, procedimientos seguidos, métodos empleados, resultados obtenidos, su análisis e interpretación, razonamientos aplicados y conclusiones postuladas, como en su plasmación escrita en el informe pericial, es una manera de homogeneizar la forma en que lo debemos desarrollar, para la mejor comprensión y entendimiento del lector a quien va destinado, y poder ayudarle en su labor decisoria.

En el gráfico 4, se observan los procesos a seguir en la labor previa a la elaboración del informe.

Sobre el desarrollo del informe pericial, en el gráfico 5, se reflejan los puntos que deberá contener.

Ambos gráficos, 4 y 5, muestran el procedimiento para elaborar un informe.

Organizar los medios

Además, se puede hablar de normalizar las pericias en modo organizativo interior, es decir, cómo se debe preparar nuestra estructura interna para atender la demanda externa que nos hace la sociedad a la que servimos y las administraciones con las que colaboramos, respondiendo así a sus necesidades en el ámbito pericial de la Ingeniería Forense; estructura organizativa que puede perfectamente constituirse bajo cualquiera de las denominaciones conocidas de Área, Cuerpo, Departamento,

De forma genérica, se define la Ingeniería Forense como la parte de la ingeniería que trata de averiguar las causas de un suceso o hecho acaecido (accidente, avería, siniestro, etc.) a través de la pericia

División, Grupo, etc., junto a Pericial, Forense y de Medios.

Esta organización de los medios, en servicio de la sociedad, apoyo a la Administración y ayuda a los compañeros que actúan en esta actividad, establecida en sus tres niveles (Estado, Comunidad Autónoma y Colegio), requiere un organigrama funcional que contemple, ante todo, dicha estructura; luego la formación tanto básica como continua, unos listados de expertos-peritos por ámbitos, campos y materias, su difusión y conocimiento general, ordenar las designaciones, asesoramiento a los compañeros, una hemeroteca y base de datos de documentos básicos y específicos, información de baremos, asistencia jurídica, defensa ante la administración, etc.

Porque nuestra fuerza para actuar, pedir y conseguir, está en el número y la unión. Recuperar en el menor tiempo la posición preponderante que teníamos, hace cuatro o cinco años atrás, es una labor necesaria, esperada y deseada por todos.

Nota epílogo

Mención especial y detalle de la trascendencia de la normalización, como estándar, es el trabajo publicado en páginas 5 a 7 del número 1, de marzo 1952, de la revista Técnica Industrial, bajo el significativo título *La Normalización, necesidad del presente*, por el Técnico Industrial D. Pío González Álvarez, en aquel tiempo Secretario del Departamento de Normalización del Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo (C.D.658.516), que puede consultar el lector en la hemeroteca de la revista Técnica Industrial (<https://www.tecnicaindustrial.es>).

Referencias bibliográficas:

- Hemeroteca de la revista *Técnica Industrial*.
- Historia del peritaje* – Henri Enmanuel López Gómez.
- La Actuación pericial* – Fondos propios del autor.

Luis Francisco Pascual Piñeiro Perito Industrial. Promoción PN 1964, E.T.P.I. Valencia. Ingeniero Técnico Industrial.

Mupiti Vida

FLEXIBLE

El seguro de vida
con el que puedes
contratar el

DOBLE

o el

TRIPLE

del capital

DOBLE

- capital por fallecimiento por accidente
- capital por incapacidad permanente absoluta por accidente

x2

TRIPLE

- capital por fallecimiento por accidente de circulación
- capital por incapacidad permanente absoluta por accidente de circulación

x3

El **Seguro Mupiti Vida Flexible** es un seguro cuya cobertura básica es el fallecimiento por cualquier causa, además de la flexibilidad de contratar otras coberturas, como la incapacidad permanente absoluta o el doble o triple capital asegurado.

Algunas posibles opciones son:

- Fallecimiento
- Fallecimiento + doble
- Fallecimiento + doble + triple
- Fallecimiento + IPA
- Fallecimiento + IPA doble
- Fallecimiento + IPA + IPA doble + IPA triple
- Fallecimiento + todas las garantías complementarias

Más información en:

900 820 720

virginia@mupiti.com

www.mupiti.com



HANNOVER

>> **Hannover Messe, la feria de referencia en el sector, celebró su edición digital**



En esta ocasión y para este año 2021, dada la situación de pandemia mundial originada por la COVID-19, la feria industrial y de tecnología referente en el sector, Hannover Messe, ha celebrado su edición en formato digital del 12 al 16 de abril.

Está considerada como la feria industrial más importante del mundo. Tiene un carácter anual y reúne en un solo evento varios espacios diferenciados, ya que cuenta con un área de exposición, otra de conferencias y un espacio de networking. En primer lugar, en la zona 'Expo' los visitantes tienen acceso directo a una amplia descripción de los productos de los expositores; se puede acceder a aplicaciones de los mejores casos, tutoriales en vídeo, transmisiones en directo y chats de vídeo.

Por su parte, el programa de Conferencias virtuales abarca desde temas de geopolítica, innovaciones y soluciones tecnológicas, hasta el papel que juega la inteligencia artificial en la industria o el potencial que ofrece el hidrógeno a la industria, entre otros muchos ámbitos.

Por último, respecto al networking, todos los visitantes de Hannover Messe en su edición digital de 2021 pudieron contactar directamente con los expositores, los ponentes y otros visitantes, e incluso iniciar una solicitud de contacto directo o conectarse por chat o videollamada, gracias a un panel de control donde se mostraban las empresas, los ponentes y los participantes más relevantes.

Asimismo, esta feria es el principal punto de encuentro para las tecnologías punta y los materiales, así como para todo tipo de ideas y soluciones para la industria. Cada año centra su atención en la digitalización industrial (Industria 4.0), la robótica y la innovación; sin perder de vista la cada vez mayor importancia de la sostenibilidad y el respeto por el medio ambiente.

Con lema de 'Transformación industrial', Jochen Köckler, director general de Deutsche Messe, empresa organizadora de este encuentro internacional, ha comentado que "las empresas industriales tienen que llevar a cabo en pocos meses lo que de otro modo les habría llevado años", haciendo referencia a la innovación y la digitalización en el ámbito industrial.

Sin duda, Hannover Messe Digital Edition 2021, es una de las ferias de tecnología más importantes del mun-

do, porque en ella encontramos soluciones tecnológicas de última generación, y en la que se han dado cita las mejores empresas y profesionales del sector, con un total de 1.600 expositores, y más de 35 empresas procedentes de España.

BARCELONA

>> **Advanced Factories, el evento anual que trae las novedades en el ámbito de la automatización, robótica, Inteligencia Artificial, Big Data y fabricación aditiva**



Advanced Factories es la cita anual sobre innovación industrial, que celebró en el mes de junio, del 8 al 10, su quinta edición. Una plataforma solo para profesionales donde descubrir las últimas innovaciones en equipos de Automatización Industrial, robótica, Inteligencia Artificial, Machine Learning, VR / AR y todas las tecnologías de vanguardia que surgen de la Industria 4.0. En este año 2021, Advanced Factories ha sido la primera feria celebrada de forma presencial en el Centro de Convenciones Internacionales de Barcelona (CCIB), en Cataluña. Ha reunido a más de 10.000 profesionales del sector y ha supuesto un impacto económico de 16 millones de euros en la ciudad condal. La próxima edición tendrá lugar del 29 al 31 de marzo de 2022.

Durante tres días, Advanced Factories ha presentado las últimas soluciones en sistemas de automatización, robótica, fabricación aditiva, software, sistemas de integración de la producción, Inteligencia Artificial, Digital Twin, visión artificial, analítica de datos o ciberseguridad. Gracias a las más de 200 firmas expositoras, como Omron, Bosch-Rexroth, Schneider-Electric, Accenture, Aggity, HP, Infaimon, Telefónica, Siemens, TecNALIA, Schaeffler, Sicnova o Eurecat, entre otras, los profesionales procedentes del sector la automoción, aeronáutica, alimentación, electrónica, textil, ferroviario, metal o farmacéutico, han descubierto las últimas innovaciones y equipos para diseñar fábricas más automatizadas que permitan relocalizar las plantas productivas e impulsar la competitividad de la industria.

De igual forma, el Industry 4.0 Congress ha reunido a 267 conferenciantes que han compartido sus casos de éxito de aplicación de las tecnologías 4.0 para lograr mejorar la productividad de sus fábricas, además de analizar las tecnologías o soluciones que van a transformar la industria como la conocíamos hasta ahora.

La Inteligencia Artificial también seguirá siendo clave para determinar cuál puede ser la causa de ciertos defectos y anticiparse a ese fallo y corregirlo antes de que ocurra, así como tecnologías de eficiencia energética que ayuden a

reducir el consumo y utilizar fuentes de energía sostenibles. Por otra parte, el certamen cerró su última jornada con el Talent Marketplace, un espacio para profundizar sobre los nuevos perfiles profesionales y la captación de talento para cubrir nuevos puestos de trabajo relacionados con la Industria 4.0.

Advanced Factories es una cita obligada en la agenda de todos los profesionales que buscan soluciones de fabricación inteligente y avanzada para implantar en sus centros de producción la automatización industrial, robótica, impresión 3D, o inteligencia artificial, entre otras soluciones de fabricación que permiten impulsar la productividad y rentabilidad de una planta de fabricación.

BARCELONA

>> **Barcelona Industry Virtual Week, soluciones industriales 360°**

INDUSTRY

FROM NEEDS TO SOLUTIONS

La segunda edición tuvo lugar en el mes de marzo, desde el 23 al 26. Se trata de un evento organizado por Fira Barcelona con el soporte de la Cámara de Comercio de Barcelona. El encuentro combina actividades comerciales con seminarios y conferencias de expertos sobre industria 4.0.

En esta edición, analizaron el papel de tecnologías como la Inteligencia Artificial, el blockchain, la ciberseguridad o la visión por computación, en el proceso de reindustrialización tecnológica y reactivación económica.

En este sentido, el programa del evento, de cuatro días de duración, incluyó un sinfín de actividades, entre las que destacaron webinars, mesas redondas y sesiones técnicas virtuales a cargo de expertos y proveedores tecnológicos. Entre los sectores industriales que estuvieron representados figuraron la fabricación avanzada, la automatización, la robótica y la subcontratación, entre otros.

Asimismo, las ponencias ofrecieron a los asistentes un avance de los contenidos de la próxima edición de la feria presencial Industry From Needs to Solutions; prevista para el próximo mes de septiembre en Fira Barcelona, junto con los salones Expoquimia, Eurosurf y Equiplast.

Como explicó Pilar Navarro, directora de la Unidad de Negocio de Química y Ciencias de la Vida de Fira de Barcelona, unos días antes del comienzo de la feria, "queremos seguir acompañando a la industria en esta coyuntura de construcción de la industria sostenible; tratando de mantener la conexión entre oferta y demanda, a la vez que fomentamos el uso de las

tecnologías de la nueva era industrial como revulsivo ante esta situación".

BARCELONA

>> **BBConstrumat, una de las ferias de la construcción más importantes de Europa, se celebrará en otoño**



Barcelona Building Construmat (BBConstrumat) se celebrará en Fira de Barcelona este año, del 29 noviembre al 2 diciembre, donde se presentarán las novedades de empresas de España e internacionales relacionadas con los sectores de diseño de interiores, aire acondicionado, equipamiento urbano, arquitectura, fontanería, equipamiento sanitario, materiales, equipamiento y tecnología, y construcción.

Esta será su 22ª edición, y es una de las tres ferias de la construcción más importantes de Europa. A comienzos del pasado mes de junio, volvió la plataforma de negocio internacional para las empresas de la construcción, enfocada a ofrecer soluciones prácticas y nuevas oportunidades gracias a la elevada tecnificación e innovación. La Feria Construmat es de periodicidad bienal y está destinado a profesionales. Durante las fechas del evento se avanzarán tendencias, debates y se presentarán las últimas novedades.

Por otra parte, se ha abierto el periodo de preinscripción para participar en la 19ª edición de los Premios BBConstrumat, que vuelven a contar con el comisariado de la Fundación Mies van der Rohe, centro de prestigio internacional de investigación, debate y promoción de la cultura arquitectónica. Los galardones valorarán todos los proyectos que estén en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas y su Agenda 2030.

Los Premios BBConstrumat tienen como gran objetivo estimular los vínculos entre la arquitectura y la obra civil de calidad, la construcción respetuosa con el medio ambiente y la investigación y la innovación en los productos, proyectos, servicios y materiales de construcción. En su 19ª edición, quieren distinguir y divulgar las obras y propuestas que, haciendo hincapié en la sostenibilidad, representan y generan un valor añadido al sector de la construcción en estos ámbitos: producto o material innovador, servicio innovador, arquitectura, infraestructura, y Stand Barcelona Building Construmat 2021.

Manuel Silva

Editor de la colección Técnica e Ingeniería en España y académico de la Real Academia de Ingeniería

“La Ingeniería ha conformado el mundo tal y como es hoy”

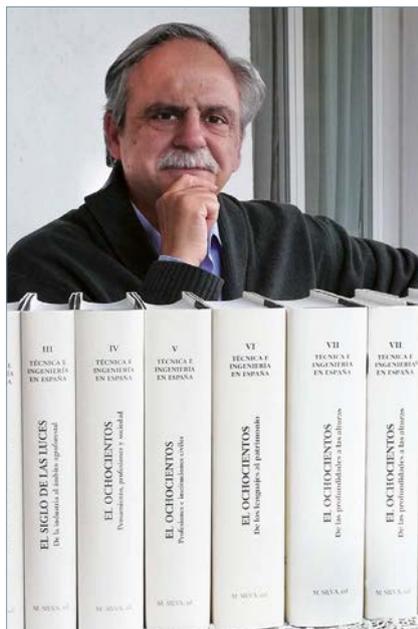
Mónica Ramírez

En 2004 se publicaba el primer volumen de la colección *Técnica e Ingeniería en España*, como respuesta a “la ausencia de una iniciativa intelectual en la que se explicara la evolución técnica y de la ingeniería en España combinando perspectivas internas (conceptos, métodos, procesos, artefactos, etc.) y externas (consecuencias e interacción con la sociedad)”. Así lo explica su editor, Manuel Silva, Docteur Ingénieur Automaticien por el Institut National Polytechnique de Grenoble (1978), Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad de Sevilla (1979), Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática del Centro Politécnico Superior (CPS), hoy transformado en Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), de la Universidad de Zaragoza (UZ) desde 1981, y miembro de la Real Academia de Ingeniería.

Desde entonces, la colección ha ido creciendo hasta alcanzar en la actualidad nueve volúmenes (once tomos) y más de 7.000 páginas, y es la primera y única de su especialidad que existe en el mundo. En la publicación han intervenido como coeditores la Real Academia de Ingeniería, la Institución Fernando el Católico y Prensas Universitarias de Zaragoza. En la actualidad, el académico Silva se encuentra trabajando sobre el volumen dedicado a las instituciones de la ingeniería española en el Siglo XX.

La Real Academia de Ingeniería presentaba, el pasado mes de marzo, la colección *Técnica e Ingeniería en España* al Ministro de Ciencia e Innovación, Pedro Duque, incidiendo en que es la primera y única de su especialidad que existe en el mundo. ¿Cómo se siente al ser el autor de esta magna obra?

He de aclarar que no puedo decir que sea “el autor”, si bien he escrito directamente muchas páginas, más del 20 % del conjunto. La colección es una obra



Manuel Silva. Foto: M^a Regina Ramón.

“La Ingeniería es una bellísima y utilísima profesión, que se sitúa entre el saber, la creatividad, la experiencia y el servicio”

coral en la que, hasta ahora, ha habido un centenar y medio de co-autorías, un centenar de co-autores, a lo que se han de sumar otras muchas colaboraciones puntuales externas.

A mí me ha correspondido la concepción general, así como la tarea de dirigir-coordinar a un formidable equipo distribuido que ha realizado una ingente tarea de investigación. Asentado el trabajo de investigación, casi en paralelo me he ocupado igualmente de la “edición” propiamente dicha, que es algo que difiere sustancialmente de la simple “compilación” de textos, lo que en este país se confunde con excesiva frecuencia.

No me corresponde juzgar la tarea realizada. Para ello existen muy diversas valoraciones, muchas de ellas publicadas. En este sentido, es de gran interés la treintena larga de reseñas habidas en revistas importantes, diversas en español e inglés, también una en francés y otra en ruso.

Las reseñas a volúmenes particulares o ensayos-reseñas a conjuntos de volúmenes se han publicado en revistas de un gran espectro disciplinar. Las ha habido desde el punto de vista de la lexicografía a la economía, desde la sociología al arte y la literatura, por ejemplo; naturalmente también en revistas específicamente dedicadas a la historia de la técnica o de la ciencia. Sin duda, el que en diversas ocasiones haya sido adjetivada de “monumental” en su doble sentido, cuantitativo (por tamaño) y cualitativo (por mérito) no deja de ser una satisfacción.

La colección, formada por nueve volúmenes (once tomos) y más de 7.000 páginas, analiza el desarrollo de la técnica y la ingeniería española a lo largo de la historia, desde el Renacimiento hasta la actualidad, ¿cuándo comenzó a escribir la colección? ¿Qué le decidió a ponerse en marcha?

Sensu estricto, el proceso arranca en 2002. El primer volumen se publicó a finales de 2004. Nos decidió la ausencia de una iniciativa intelectual en la que se explicara la evolución técnica y de la ingeniería en España combinando perspectivas “internas” (conceptos, métodos, procesos, artefactos, etc.) y “externas” (consecuencias e interacción con la sociedad).

Alguna vez lo he dicho, es una reacción a esa historia en la que lo prominente era saberse la lista de los reyes godos o los de la Reconquista. La técnica se desarrolla en y para la sociedad.

¿Cómo ha sido el trabajo de investigación que ha llevado a cabo durante todos estos años?

Pensando que, además de las perspectivas meramente técnicas y científicas, se integran análisis lingüísticos, filosóficos, estéticos, económicos y sociológicos, por ejemplo, se puede colegir que la tarea ha sido tremendamente compleja, pero igualmente enriquecedora. Medio en broma, a veces comento que ha sido como dirigir una orquesta, poco importa si sinfónica o filarmónica. En todo caso, con sus secciones de cuerda (subsecciones con instrumentos de arco, pulsados y de percusión), de viento (subsecciones de madera y de metal), y de percusión.

¿Qué es lo que le ha resultado más difícil?

La dificultad mayor se sitúa en una doble dimensión. Por un lado, por su concepto claramente multidisciplinar; son muchos los elementos de la multiforme realidad que se consideran. Por otro lado, y fundamental, ha sido una gran dificultad el habernos tenido que aproximar a síntesis históricas en temas poco, muy poco o nulumamente tratados con anterioridad; en otros términos, ha habido que abordar síntesis sin monografías previas.

La verdad es que ambos aspectos han sido vistos y valorado por muchos analistas en reseñas o ensayos-reseña que se han publicado.

¿Con qué ayudas ha contado en la realización de la colección?

Invitados, la labor de los investigadores han sido altruista. Los investigadores han invertido su tiempo y han usado financiación de sus propios proyectos. No obstante, he de confesar que su lanzamiento debe muchísimo a la Institución "Fernando el Católico", que permitió los encuentros preparatorios de los volúmenes (coloquialmente los denominamos "ejercicios espirituales", y siempre han sido de tres días), así como el arranque editorial (pre-impresión e impresión), para lo que también contamos desde los inicios con una importante ayuda del Gobierno de Aragón. A lo anterior, hay que añadir el papel de co-editores de la Real Academia de Ingeniería, así como de Prensas de la Universidad de Zaragoza.

¿Qué van a encontrar los lectores en su colección?

El devenir de la historia de la técnica y la ingeniería en España en íntima relación con la evolución de la sociedad. Ciertamente el desarrollo de la profesión en la

Edad Moderna y la Edad Contemporánea se visualiza como un complejo y no lineal proceso, con elementos sorprendentes para las mentalidades actuales.

¿Está trabajando actualmente en el próximo volumen?

Sí. No se ha parado, aunque la pandemia nos está retrasando bastante, pues la visita a determinados archivos ha tenido que posponerse. El volumen X portará sobre instituciones de la ingeniería española en el amplio marco temporal que fluye entre el Desastre de 1898 y la crisis del petróleo de 1973. Tanto el mundo escolar, como el asociativo y el colegial son bastante complejos en España.

¿Cómo está siendo la acogida de la obra? ¿En qué lugares se ha presentado ya?

No soy la persona adecuada para valorar la acogida. No obstante, lo que explícitamente se nos ha manifestado y los ecos que nos llegan son muy positivos. Sorprende y mucho el volumen de lo editado. Por otro lado, se ha presentado en muy diversas ciudades en España. Siempre las dos primeras presentaciones son en Zaragoza, donde residen dos de las instituciones coeditoras, seguida de Madrid. Posteriormente se han realizado en muy diversas ciudades, entre ellas Barcelona, Sevilla, Valladolid, Gijón o Logroño, por ejemplo; también en el extranjero, en París, Lisboa, Évora, y Guadalajara de México.

¿Qué ha aportado la ingeniería al mundo?

Simplemente conformarlo tal y como es hoy, con sus macro-medios de producción, de transporte, de comunicación, etc.

¿Tiene algún acontecimiento o periodo histórico favorito, entre los que se mencionan en su obra?

No especialmente. Todos los periodos son, en cierto modo, cajas de sorpresas, conteniendo explicaciones racionales a mucho de lo acaecido.

¿Y algún ingeniero preferido?

Cordialmente, me suelo resistir a contestar este tipo de preguntas. Las respuestas suelen inducir una visión simplista en exceso de la realidad, así como distorsionarla. Los avances son muy dependientes de las circunstancias, como señaló Ortega y Gasset. Si en el siglo XVII

apenas se hacen puentes, no se pueden identificar ingenieros singularmente brillantes en esa especialidad, por ejemplo.

¿Se puede afirmar que en España ha habido capacidad de inventiva y diseño?

Sin ser pretencioso, diría que, a pesar del histórico atraso cultural hispano, ha habido más capacidad de inventiva y de diseño que de producción propiamente dicho. En todo caso, esta es cuestión que necesita mucho más espacio, integrar muy diversas matizaciones y puntualizaciones.

En la actualidad, se habla mucho de la falta de vocaciones entre los jóvenes para realizar estudios de Ingeniería, a pesar de ser una de las profesiones más demandadas por las empresas, ¿qué les diría para animarlos a estudiar una Ingeniería?

Que es una bellísima y utilísima profesión. Que se sitúa entre el saber, la creatividad, la experiencia y el servicio. Que, en proporciones diferentes, según el momento, la rama y la especialidad, se combinan criterios técnicos y económicos con otros como los estéticos o los medioambientales, por ejemplo.

Corresponde a la sociedad, a la cultura empresarial en particular, valorar adecuadamente estos trabajos. No puede ser que sea casi norma el que nuestros alumnos se puedan colocar allende las fronteras con sueldos sustantivamente superiores, para trabajar en entornos más ordenados y creativos a la vez.

¿Cómo ve la ingeniería en el futuro? ¿Cuáles serán las próximas revoluciones tecnológicas?

Matizando intensidades relativas, las revoluciones técnicas siempre contemplan muy diferentes dimensiones, muchas veces estableciéndose sinergias esenciales. Por ejemplo, la primera revolución industrial en Inglaterra no es concebible sin la agrícola.

En el futuro, las TICs seguirán cambiándonos la vida con velocidad exponencialmente creciente, a la vez que seguirán potenciando a las restantes ciencias y técnicas, en particular hoy a las de la vida (de concebir a "ellos los artefactos", se puede diseñar-alterar la vida). Todo ello sin olvidar las innumerables aportaciones en nuevos materiales (no solo la nano-ingeniería), o en nuevos métodos de generación y distribución de energía.

Guillermo González, el ingeniero mexicano que quería dejar de soñar “en blanco y negro”

El ingeniero Guillermo González Camarena está considerado como una de las mentes más brillantes e importantes del último siglo, y como el inventor más prolífico de México del siglo XX. Entre sus hitos destaca la invención de la televisión en color. Realizó sus estudios de ingeniería en el Instituto Politécnico Nacional, en México D. F., y cursó la especialidad de electrónica. Desde bien pequeño despuntó por construir sus propios juguetes impulsados por electricidad, pero era muy polifacético, ya que también fue un virtuoso de la música, componiendo incluso una canción, ‘Río Colorado’, cuyos fondos fueron utilizados para avanzar en sus investigaciones

Rosa Lerma y Laura Álvaro

Cada día la tecnología nos deja más patente que vivimos en la era de la digitalización y la interconexión, en la que, por ejemplo, podemos elegir el contenido audiovisual que queremos consumir y cómo queremos hacerlo (en directo, en diferido, *on demand*, etc.). La transición cada vez es más rápida y los equipos electrónicos con los que convivimos habitualmente cambian de modelo continuamente para adaptarse a esta evolución. Uno de ellos, sin duda, es la televisión, que ha dejado de ser un mero aparato de emisión para convertirse en lo que ahora llamamos Smart TV, que hasta analiza nuestro consumo audiovisual para así mostrarnos publicidad adaptada a él.

Según el último informe sobre consumo televisivo del INE, en el año 2020 el 99,1% de los hogares españoles contaban con, al menos, una televisión. Lejos queda aquel tiempo en el que la denominada “caja tonta” reunía a familias enteras a su alrededor, en horas concretas, para visualizar el único canal que existía y emitía. Las primeras emisiones continuas comenzaron en España en el año 1956, siempre en escala de grises.

No sería hasta el año 1969, con motivo de la celebración del Festival de Eurovisión, en Madrid, cuando desde TVE se emitiría en color, aunque para el resto del mundo y con cámaras prestadas. Los españoles no pudieron visualizar contenido en color en sus pantallas televisivas hasta el año 1973.

Sin embargo, desde casi tres décadas antes de este momento histórico en España, ya existían diferentes sistemas de emisión a color en televisión. Antes de la expansión de los más conocidos,



Guillermo González Camarena

En 1940 creó el Sistema Tricromático Secuencial de Campos, para transmitir televisión en color

NTCS (*National Television System Committee*) para América y PAL en Europa (*Phase Alternating Line*), un ingeniero mexicano logró que el color llegase bastantes años antes a las televisiones de su país, que a las del resto del mundo. Guillermo González Camarena (Guadalajara -Jalisco-, México, 1917 – Las Lajas -Veracruz-, México, 1965) creó en 1940 el Sistema Tricromático Secuencial de Campos (conocido como STSC), un sistema para transmitir televisión en color en todo el mundo, mejorando la técnica años más tarde al crear el Sistema Bicolor Simplificado.

Primeros pasos

Guillermo nació en una familia bien posicionada en la sociedad mexicana, ya que su abuelo materno, el Licenciado Jesús Leandro Camarena, fue un distinguido abogado del Foro Jalisciense y Gobernador Constitucional del Estado de Jalisco. Siendo el menor de siete hermanos, desde bien pequeño fabricaba sus propios juguetes impulsados por electricidad, ya que, según declaró en alguna ocasión ya de adulto, le era muy difícil que sus hermanos compartiesen con él los suyos.

Un reflejo claro de su interés indiscutible por la electricidad y la electrónica es el hecho de que a los ocho años logró fabricar su primer radiotransmisor, y consiguió construir, cuatro años más tarde, su primera radio casera. En palabras del propio Guillermo, desde pequeño le apasionó la idea de poder “transportar las cosas de un lugar a otro por medio de la



Cámara GonCam para el adaptador cromoscópico, para aparatos de televisión. Museo de la Radio y Televisión, Palacio de la Cultura y la Comunicación, Zapopan, Jalisco (México).

electricidad". Cumplió su sueño infantil cuando, con tan solo 13 años, comenzó sus estudios en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, actual ESIME, que forma parte del Instituto Politécnico Nacional. Allí conoció a los profesores Stavoli y Fonseca, que realizaban pruebas con un disco de Nipkow, un dispositivo mecánico que permite analizar una escena de manera ordenada y que supuso un paso adelante en el desarrollo de dispositivos de captación y reproducción de imágenes.

Este sería el comienzo de una carrera más que prometedora en el mundo de las innovaciones para las transmisiones de radio y de televisión. En el año 1932, Guillermo obtuvo la licencia de operador de radio y comenzó a trabajar en la estación de radio XEDP de la Secretaría de Educación, lo que le permitió experimentar en el laboratorio de la Institución, construyendo un transmisor de onda corta controlado con un cristal piezoeléctrico en los ratos libres que le dejaba el estudio de ingeniería, por la mañana, y su trabajo como operador de radio por la tarde. Se trataba de un campo de la ciencia muy poco estudiado hasta aquel momento.

En 1934 comenzó sus investigaciones sobre la televisión y, entre encargos que hizo a televisiones americanas y otros componentes adicionales que fue adquiriendo en tiendas y mercadillos lo-

cales, consiguió montar un osciloscopio y adaptó una lente de cámara fotográfica para captar las imágenes.

A los 17 años, había logrado construir su primera cámara de televisión, que marcó su vida de inventor y que le hizo interesarse aún más por el desarrollo del sistema necesario para proyectar colores en la pantalla. Con la idea de mejorar su invento y dotarle de color, comenzó el desarrollo del Sistema Tricromático Secuencial de Campos (STSC). Según palabras del propio Guillermo, él soñaba "en blanco y negro" y quería que eso cambiase. Sabía que era posible y desde bien joven encaminó sus experimentaciones en esta línea.

Tan solo cuatro años más tarde, en 1938, González Camarena puso a prueba el Sistema que había ideado, realizando la primera transmisión de televisión a color en México en su propio domicilio de la colonia Juárez, en la capital del país. Su hermano Jorge fue la primera persona en ver la televisión a color.

Pero no solo sentía pasión por el mundo de la ingeniería, sino que también fue un gran aficionado, entre otras cosas, de la astronomía, llegando a construir sus propios telescopios y convertirse en miembro de la Sociedad Astronómica de México. También fue un virtuoso de la música y compuso la canción 'Río Colorado', cuyo gran éxito le proporcionó los fondos necesarios para avanzar en sus

investigaciones.

Primera patente del STSC

Pero lo cierto es que desde que en 1939 presentara su primera patente del Sistema Tricromático Secuencial de Campos (STSC), su vida la dedicó completamente al mundo televisivo. La patente mexicana, registrada con el código MX-40235 presentaba un sistema que utilizaba los colores primarios rojo, verde y azul, para la captación y reproducción de las imágenes. Posteriormente solicitó patentar este mismo sistema en Estados Unidos, siendo aceptada dos años más tarde y reconociendo la patente mexicana. Es más, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) reconoce a González Camarena como el inventor de la televisión en color.

En palabras del propio Guillermo en el primer párrafo de estas patentes, su invento "se relaciona a la transmisión y a la recepción de imágenes a color o imágenes tanto por cables como inalámbrico, y además de sus objetivos y ventajas el proveer un mejor cronoscopio, adaptado para equipos de televisión y que se opera con rayos catódicos".

A partir del registro de la patente en EEUU, su invento sirvió de inspiración y comenzaron a surgir otros procedimientos que, a partir de esta idea original, simplificaban el mecanismo de transmisión de imagen a color.

A pesar de que dedicó todos sus esfuerzos a la investigación en el campo de la transmisión televisiva, nunca abandonó el de la radiodifusión, al que hizo grandes aportaciones a lo largo de su vida. La Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas sería la que, en el año 1945, le encargaría un estudio sobre el volumen, el ruido y la atenuación de los sistemas de comunicaciones eléctricas, con el fin de establecer las unidades legales de referencia en el cuadrante del radio, lo que demuestra la confianza que desde las instituciones especializadas del sector depositaban en González Camarena.

Un año más tarde comenzó a operar con globos meteorológicos, tras recibir la autorización necesaria, dándoles un uso diferente al habitual y combinando el mundo de la radio y la televisión. El cielo de la ciudad de México recibió los equipos de radio que Guillermo, junto con sus colaboradores investigadores, enviaron con el fin de llegar a la estratosfera y estudiar hasta dónde llegaban las



El ingeniero Guillermo González Camarena con el compositor e intérprete mexicano Agustín Lara.

imágenes que desde un estudio estaba transmitiendo.

Como persona de referencia en el país en el campo de la radio y la televisión, también le fueron encargadas las disposiciones legales que regulaban el funcionamiento y la operación de las estaciones radiodifusoras nacionales, donde quedaba incluida la televisión, la frecuencia modulada, la onda corta, la onda larga y la radio facsímil.

Si algo queda claro es que González Camarena nunca cesó en sus investigaciones. Este gran autodidacta dedicó toda su energía, durante más de 25 años, a la investigación y experimentación para hacer posible el sueño de que las familias mexicanas vieran color en sus pantallas. También quedarían patentados posteriormente su "Procedimiento bicolor para televisión a colores", así como la "Pantalla bicolor para la televisión a colores", creaciones que llegarían mucho tiempo después. En 1963 sus esfuerzos se materializaron, dando comienzo las transmisiones a color el 21 de enero en el Canal 5, el cual llevaría su nombre (Televisión González Camarena, S.A.).

Lamentablemente, solo pudo disfrutar de la realización de su sueño menos de dos años, ya que el 18 de abril de 1965, a los 48 años de edad, falleció en un accidente de tráfico mientras volvía a casa tras realizar unas inspecciones en el repetidor del Canal 5, que permitiría extender la señal de la red de televisión

generada en Ciudad de México a la región oriental del país.

La televisión a color en México

Desde el registro de la patente del STSC en México, hasta la presentación en Nueva York de su nuevo sistema bicolor simplificado, hay más de 20 años de historia, en los que Guillermo se ganó, mercedamente, la confianza de las grandes instituciones televisivas del país. Tanto es así que, tras realizar las primeras transmisiones de televisión en unos cines de la Ciudad de México con tan solo dos receptores (situados uno en la Liga Mexicana de Radio Experimentadores y otro en la estación XEW), el 7 de septiembre de 1946 nació oficialmente el ya mencionado anteriormente Canal 5, cuyos equipos fueron construidos en su totalidad por González Camarena. Junto a un pequeño equipo de colaboradores, el canal se instaló en una pequeña oficina de un edificio céntrico de la capital, el de Seguros México.

El esfuerzo y empeño de González Camarena no pasó desapercibido para las instituciones televisivas internacionales, como el Columbia College de Chicago, que confió en Guillermo para la fabricación y exportación desde México de equipos de televisión a color. Cabe destacar que, por delante de su afán de fama y reconocimiento siempre estuvo su sentido patriótico, el cual le llevó a rechazar, en varias ocasiones, importantes inversiones económicas procedentes de

los Estados Unidos, donde sus conocimientos eran más que valorados, ya que siempre prefirió seguir investigando para que fuera el pueblo mexicano el primero en disfrutar de sus creaciones.

Mientras, Canal 5 seguía creciendo, aunque distaba mucho de ser comercialmente competitiva. Por ello, se integró en la empresa Telesistema Mexicano, junto a Canal 2 y Canal 4, convirtiéndose González Camarena en asesor técnico del mismo y a quien asignaron las labores de investigación sobre la transmisión de la señal en color, como ya venía realizando en su propio canal.

Las primeras pruebas de grabación en color para su posterior transmisión se realizaron oficialmente por primera vez en el año 1960 en Guadalajara. Dos años después, González Camarena recibiría la autorización para que las transmisiones en color se produjesen en su Canal 5 a partir de enero del año 1963. Guillermo confiaba en que su sistema televisivo pudiera servir para alfabetizar a la población y crearía, junto a la Secretaría de Educación Pública, lo que más adelante se conocería como el Sistema de Educación de Telesecundaria. Por ello, no fue casualidad que el primer contenido elegido para transmitirse en color fuera la serie "Paraíso infantil" en horario de tarde, adaptándolo al público objetivo.

Guillermo era conocedor del hecho de que no todos los ciudadanos mexicanos podían optar a poseer un aparato televisivo dado su elevado coste. Por ello, sus siguientes investigaciones fueron encaminadas a la reducción del precio del mismo. Así, surgió el antes mencionado Sistema Bicolor Simplificado, que producía color utilizando cinescopios que solamente contenían fósforo rojo y azul. Sin embargo, fueron empresas estadounidenses las que mostraron su interés por dicho sistema y, finalmente, fue utilizado para fines no comerciales.

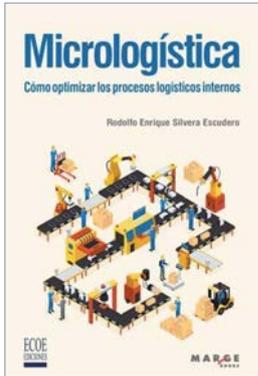
Aunque la televisión a color llegó a México para quedarse, tras la muerte de González Camarena nadie en su país continuó con su legado, y las juntas directivas de los principales canales mexicanos optaron por adaptarse al ya usado hasta la fecha por gran parte de América y algunos países de Asia, NTCS.

No obstante, el recorrido de Guillermo podríamos decir que ha llegado hasta el cielo, ya que, actualmente, la NASA sigue utilizando un sistema basado en esta patente para enviar y recibir imágenes desde el espacio.

Micrologística. Cómo optimizar los procesos logísticos internos

Rodolfo Enrique Silvera Escudero

Editorial Marge Books 258 págs.
ISBN 978-84-18532-48-1



La micrologística maneja elementos de las operaciones y la administración logística en las empresas. Es el estudio de todas las actividades internas de la empresa que tienen que ver con la producción. En este sentido, analiza cómo llegan las materias primas de una manera eficiente y efectiva al centro de distribución, y cómo se deben repartir cuando se requieran por parte de producción. Asimismo, maneja el recorrido interno cuando el producto es terminado y se debe llevar al centro de distribución. Hace referencia a la búsqueda de la optimización máxima de los procesos logísticos internos que encontramos en una empresa. El éxito de la micrologística dependerá, en gran medida, de la capacidad que tenga dicha empresa para generar y obtener datos que permitan agilizar y facilitar la toma de decisiones y, de este modo, mejorar el funcionamiento interno de la compañía. Trata de maximizar el rendimiento de todos los recursos destinados a actividades relacionadas con la logística para obtener una mayor rentabilidad.

Micrologística. Cómo optimizar los procesos logísticos internos, a través de sus 14 capítulos, describe el proceso de la estructura logística de la cadena de suministro (centros de distribución, recepción y despacho de mercancías, almacenamiento, inventario, etc.) desde el punto de vista particular de cada área. Presenta ejercicios tomados de numerosas experiencias para ilustrar el análisis administrativo y estratégico de los diferentes procesos internos de la empresa para su optimización.

Las tácticas de doble extorsión de los “secuestradores de datos” (ransomware) y cómo proteger a las empresas

Mayra Fuentes, Feike Hacquebord, Stephen Hilt, Ian Kenefick, Vladimir Kropotov, Robert McArdle, Fernando Mercês, and David Sancho

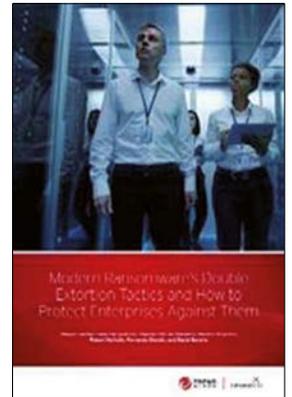
Trend Micro. 96 págs.

Trend Micro, empresa experta en ciberseguridad, ha publicado un informe en el que se analizan varios casos sobre ciertos grupos criminales de “secuestradores de datos” (*ransomware*) y sobre el funcionamiento interno de los ataques modernos. Dicho informe ofrece una valiosa visión de cómo los grupos de *ransomware* han evolucionado, y cómo las plataformas de detección y respuesta a amenazas avanzadas pueden ayudar a detenerlos.

Para realizar dicho estudio, se analizaron 16 grupos de ransomware entre marzo de 2020 y enero de 2021. Este revela, entre otras cuestiones, la economía sumergida que surge en este negocio de los ciberataques.

Analizando uno de los casos particulares, podemos ver cómo el enfoque de estos secuestradores modernos hace que la detección y la respuesta sean significativamente más difíciles para los equipos de seguridad, que ya están al límite del agotamiento. Esto no solo afecta a los resultados y a la reputación de la empresa, sino también al bienestar de los propios equipos.

Los ataques modernos son muy selectivos, adaptables y sigilosos, y utilizan enfoques probados y perfeccionados por los grupos en el pasado. Mediante el robo de datos y el bloqueo de sistemas clave, estos grupos criminales buscan extorsionar a organizaciones globales altamente rentables. Este informe resulta de lectura obligatoria para todas aquellas personas pertenecientes al sector de la ciberseguridad.



Energía solar fotovoltaica para todos

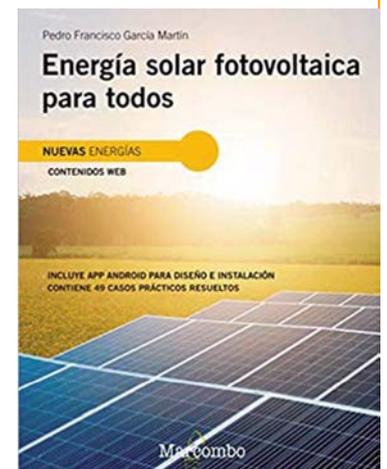
Pedro Francisco Garcia Martín

Editorial S.A. MARCOMBO. 196 págs.
ISBN 9788426732460

Ahorrar dinero en la factura de la electricidad, mejorar el medio ambiente y ser autosuficientes energéticamente hablando hasta el punto de olvidar por completo las compañías eléctricas, puede parecer algo inalcanzable. Sin embargo, en este libro nos muestra cómo realizar la instalación de sistemas de energía solar fotovoltaica para acercarnos a conseguirlo. Para ello, además de 49 casos prácticos que van desde planteamientos sencillos hasta instalaciones complejas, con equipamientos y detalles reales, también nos proporciona una App para el diseño y la instalación de sistemas de energía solar fotovoltaica llamada SOLARPE PRO.

Dicha App fue reconocida por el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) como aplicación más innovadora en junio de 2016. También fue galardonada con el Premio SIMO Educación 2016 y con el Premio Francisco Giner de los Ríos en 2018.

Tanto si quiere orientar la profesión al diseño y la instalación de sistemas de energía solar fotovoltaica, como si se quiere hacer un uso personal de esa tecnología, este manual le ayudará a tomar una posición aventajada en este sector.



Engineidea, la plataforma participativa de la UAITIE

Engineidea.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.

Los retos son planteados a la comunidad en línea de Ingenieros, quienes plantean propuestas, 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.

Concurso de ideas de innovación social: "Ideas para Madrid"

Ante las consecuencias ocasionadas por la pandemia del COVID-19 en Madrid, y apostando por el futuro de una ciudad más sostenible, inteligente y tecnológica, lanzamos la iniciativa: "Ideas para Madrid".

Esta iniciativa consiste en proponer una serie de retos público-sociales a toda la ciudadanía de Madrid. En total se van a plantear 6 retos en 2 áreas principales: 1. Proyectos para hacer frente a las consecuencias de la pandemia por el COVID-19, y 2. Proyectos para la evolución inteligente y sostenible de Madrid. Los 6 retos propuestos serán votados, a través de *Decide Madrid*, por los madrileños y madrileñas, para saber cuáles de estos problemas se ajustan mejor a sus necesidades actuales y futuras.

Una vez finalizadas las votaciones, comenzará la siguiente fase del proyecto "Soluciones para Madrid". Los dos retos que hayan tenido una mayor acogida y apoyos serán lanzados a través de la plataforma de retos de Ingeniería, Engineidea, para que los resuelvan nuestros ingenieros e ingenieras a cambio de un premio para el mejor proyecto e idea, valorado en 3.000 €.

Para participar en la primera fase del proyecto "Ideas para Madrid", deberás estar empadronado en el municipio de Madrid y contar con un usuario registrado en la plataforma *Decide Madrid*, para poder votar el reto que más necesita la ciudad: Ideas y sistemas para la ventilación por el COVID-19, Plan de respuesta de pandemias para Madrid, Diseño de una mascarilla inteligente, Ideas para la movilidad sostenible en Madrid, Ideas para reducir las emisiones de CO₂ en Madrid, e Ideas para integrar las energías renovables en Madrid.



Imagen de la iniciativa "Ideas para Madrid" de engineidea.es.



Alumnos premiados de Segovia y Tres Cantos posan con sus diplomas de la Convocatoria 2021 de los Premios Nacionales de Iniciación a la Investigación Tecnológica de UAITIE.

Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica

El pasado 30 de junio de 2021, en el salón de actos del Colegio de Madrid, se les dio el justo reconocimiento a los triunfadores de la convocatoria 2021; unas jóvenes promesas que presentaron los proyectos ganadores de un nivel extraordinario y sensibilizados con la lucha contra el Covid, y con un alto compromiso social.

En la presente convocatoria han resultado premiados un grupo de 4 alumnos del Instituto de Enseñanza Secundaria Mariano Quintanilla, de Segovia, en la categoría ESO. En Bachillerato, el elegido ha sido un grupo de 3 alumnos del IES Pintor Antonio López de Tres Cantos (Madrid). Los estudiantes de ambos centros docentes estuvieron presentes en el acto, acompañados de sus coordinadores, directores, y familiares.

Trabajos premiados

Los alumnos ganadores de la categoría de ESO del Instituto Mariano Quintanilla, de Segovia, expusieron su proyecto "COdos Contra COvid". Las alumnas y alumnos presentes en el acto explicaron

que su proyecto consistía en un sistema de medición de los niveles de CO₂ en el aire, junto a un análisis previo de la correlación entre los niveles altos de CO₂ y la presencia de virus SARS-CoV-2 con alta probabilidad de contagio.

El proyecto ganador en la categoría de Bachillerato, "Análisis de los datos de Copernicus para el estudio de la contaminación atmosférica y acción local para reducir las emisiones contaminantes", fue presentado por la alumna y el alumno del IES Pintor Antonio López, que en primer lugar realizaron una primera fase para extraer, procesar y analizar datos de contaminación atmosférica de los satélites Sentinel del proyecto Copernicus, mediante tecnologías como Python, R y la herramienta de Earth Engine. Para posteriormente, diseñar un plan de actuación para no generar contaminación, lo que constituye la segunda fase del proyecto: una acción local en el Instituto para mejorar la calidad del aire atmosférico, que consiste en sustituir la caldera térmica por una instalación de aerotermia alimentada por energía solar fotovoltaica.



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

Revit Mediciones y Presupuestos + Representación de Planos.

Curso Superior de Energía Eólica.

Cálculo de instalaciones eléctricas de baja tensión con Caneco BT.

Arduino, electrónica y programación.

Automatismos eléctricos industriales. Elementos y simulación práctica.

Autocad® 2018. Iniciación al dibujo para ingenieros.

Hidráulica aplicada. Conducciones y estaciones de bombeo.

Normativa y su aplicación para la reforma y completado de vehículos.

Reglamento de Seguridad Contra Incendios en establecimientos industriales.

Emprender con Calidad.

Diseño y gestión de proyectos mediante sistema BIM. Aplicación con REVIT.

Diseño avanzado de instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

Realización de Expedientes de Mercado CE de maquinaria y productos de construcción.

Inglés.

Alemán.

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

Cursos ofertados:

ENAE003PO - Diseño y mantenimiento de instalaciones de energía solar fotovoltaica (100 horas).

ENAC001PO - Eficiencia energética (70 horas).

IFCT021PO - AutoCAD 3D (70 horas).

ENAC018PO - Certificación medioambiental de edificios (60 horas).

IFCD038PO - MS Project (50 horas)

ENAE012PO - Introducción a las Energías Renovables (50 horas).

ENAE008PO - Energía solar térmica y termoeléctrica (100 horas).

EOCE004PO - Cálculo de estructuras de hormigón con CypeCAD (80 horas).

ELEE008PO - Normativa y aspectos fundamentales de mantenimiento en líneas de Alta Tensión (80 horas).

ENAE010PO - Energías renovables: especialidad Biomasa (70 horas).

El Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI), ofrece de manera GRATUITA todas las acciones formativas que componen el programa de formación amparado por la convocatoria para la concesión de subvenciones públicas para la ejecución de programas de formación de ámbito estatal, dirigidos prioritariamente a personas ocupadas y que fue aprobada mediante resolución de 18 de enero de 2019, del Servicio Público de Empleo Estatal. El programa tendrá un alcance de 4.200 alumnos en la modalidad de teleformación que participarán en un total de 70 grupos con una distribución de 60 alumnos cada grupo.

Objetivos del programa:

Aumentar la competitividad del colectivo de Ingenieros Técnicos Industriales y resto de trabajadores del sector de las Empresas de ingeniería y oficinas de estudios técnicos.

Dirigido a:

- Trabajadores por cuenta ajena que ejerzan su labor en una empresa incluida en el Convenio colectivo del sector de empresas de ingeniería y oficinas de estudios técnicos.
- Trabajadores por cuenta propia que estén dados de alta en el Régimen Especial de Trabajadores Autónomos (RETA) o que sean mutualistas (MUPITI, etc.) independientemente de la actividad que ejerzan.
- Desempleados.

Condiciones de participación:

Un mismo participante podrá realizar como máximo 3 acciones formativas que no sumen más de 180 horas de formación.

Información:

Para más información, puede llamar al teléfono **985 79 51 34** o consultar la página web:

www.ingenierosformacion.es.