

Técnica Industrial

328

Movilidad sostenible



PUENTE AUTOPORTANTE

Eficiencia del puente autoportante de Leonardo

DISEÑO DE UN RECIPIENTE CILÍNDRICO

Mediante el motor evolutivo Wallacei

GESTIÓN DE RESIDUOS

Biochar y sus aplicaciones potenciales en el suelo

LIDERAZGO EMOCIONAL

Como herramienta de cambio cultural

DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Evaluación del balance de masa y energía de una planta de pretratamiento de hidrólisis térmica de fangos Cambi en una EDAR

REPORTAJE

Los nuevos retos de la movilidad sostenible

INGENIERÍA

Diseño de la mayor planta de hidrógeno verde para uso industrial en Europa

INDUSTRIA

IV Barómetro Industrial.
La situación de la industria en España

Plan Ingenia el futuro



COGITI
Consejo General de Colegios Oficiales
de Graduados e Ingenieros Técnicos
Industriales de España

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



EN PORTADA Movilidad sostenible

08 Los nuevos retos de la movilidad sostenible

En un contexto como el actual, marcado por la transición energética y la transformación digital, el concepto de movilidad, especialmente la urbana, está evolucionando hacia una dimensión sostenible. Para que España siga siendo competitiva en estas cuestiones, es ahora cuando habría que sentar las bases de la movilidad del futuro.

Mónica Ramírez

14 ENTREVISTA Javier Brey

Presidente de la Asociación Española del Hidrógeno (AeH2): "España tiene una posición estratégica y clave para distribuir y exportar hidrógeno renovable".

M. R.

18 ENTREVISTA José Manuel Ledo

Director de Movilidad del Grupo Bridgestone: "España tiene la oportunidad de desarrollar una completa cadena de valor del vehículo eléctrico".

M. R.

24 ENTREVISTA Jacinto Gómez Hinojo

Responsable del Parque Móvil de EMASESA y experto en movilidad sostenible: "La red de puntos de suministro para la movilidad eléctrica debe ser la prioridad".

M. R.

Foto de portada: Shutterstock.

ACTUALIDAD

04 Diseño de la mayor planta de hidrógeno verde para uso industrial en Europa

Iberdrola pone en marcha la mayor planta de hidrógeno verde para uso industrial en Europa, que evitará emisiones de 39.000 toneladas de CO₂ al año. El proyecto se llevará a cabo en Puertollano (Ciudad Real). Un gran reto para la ingeniería con el hidrógeno verde como protagonista: el mayor aliado para la descarbonización de la industria.

Noelía Carrión

06 ENTREVISTA Anna Navarro Schlegel

Vicepresidenta de NetApp y recientemente nombrada como "la mujer más influyente en el mundo de la tecnología": "Para trabajar a esta velocidad es necesario estar muy atento y abierto a la adaptación constante".

Mónica Ramírez

26 Barómetro Industrial 2020: La situación de la industria en España

El pasado mes de febrero se presentaba oficialmente el informe nacional del IV Barómetro Industrial del COGITI - Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2020, que este año ha cumplido su cuarta edición.

Mónica Ramírez

ARTÍCULOS

30 ORIGINAL

Eficiencia del puente autoportante de Leonardo

Leonardo's self-supporting bridge efficiency.

Carla Torres Abad



38 ORIGINAL

Diseño de un recipiente cilíndrico mediante el motor evolutivo Wallacei

Design of a cylindrical container using the Wallacei evolutionary engine.

Lucas García Menéndez, María del Mar Espinosa Escudero, Manuel Domínguez Somonte



44 ORIGINAL

Biochar y sus aplicaciones potenciales en el suelo

Biochar and its potential uses in soils.

Rocío García Montero, Pablo Pizarro Medina, Manuel Rodríguez Rastrero, María José Sierra Herráiz, María Guirado Torres, Rocío Millán Gómez



54 ORIGINAL

Liderazgo emocional como herramienta de cambio cultural

Emotional leadership as a tool for cultural change.

Emilio José García Vilchez



64 ORIGINAL

Evaluación del balance de masa y energía de una planta de pretratamiento de hidrólisis térmica de fangos Cambi en una EDAR

Mass and energy balance evaluation of a Cambi sludge thermal hydrolysis pretreatment plant in a WWTP.

José García Cascallana



INGENIERÍA Y HUMANIDADES

90 Y, ¿ahora qué?

Luis Francisco Pascual Piñeiro

92 Cosme García, del fusil de retrocarga al primer submarino español

El Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de La Rioja (COGITIR) quiere recordar la vida de uno de los inventores más prolíficos que ha dado La Rioja: Cosme García Sáez, quien con su ingenio e imaginación, por la falta de estudios, supo crear artefactos de diversa índole sin ajustarse a ningún patrón. Desde imprentas a fusiles de retrocarga, pasando por el primer submarino español que se conoce.

Eduardo Negueruela



95 Publicaciones

PROFESIÓN

03 Editorial Industria o caos

José Antonio Galdón Ruiz

76 IV Barómetro Industrial: El sector reclama al Gobierno la creación de una "Mesa de la Industria"

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) ha presentado su IV Barómetro Industrial del COGITI-Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2020.



78 Simul AIR, una de las principales aplicaciones para luchar contra el coronavirus

80 ENTREVISTA Miguel Sánchez Pinto Presidente de la AERRAITI (Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de ámbito Industrial): "Es necesario adaptar los contenidos de los planes de estudios a las necesidades de la industria".

Mónica Ramírez



82 Estudiantes de Ingeniería nos cuentan cómo han vivido el último año marcado por la pandemia

El mes de marzo de 2020 supuso un cambio trascendental en la forma de concebir la vida cotidiana para la mayor parte de la población. La pandemia originada por la COVID-19 provocó una disrupción masiva global, a la que hubo de adaptarse precipitadamente, sin apenas tiempo para reaccionar y diseñar un plan efectivo. Los estudiantes universitarios también lo sufrieron en primera persona, y tuvieron que adaptarse a una situación, junto a sus profesores, que aún hoy perdura.

86 ENTREVISTA Elena Mayoral Corcuera Directora de Planificación y Medioambiente de Aena: "Plan Fotovoltaico de Aena: en 2026 podremos generar el 100% de la energía consumida".

Mónica Ramírez



88 PUBLIRREPORTAJE La apuesta por la formación, una gran aliada para los ingenieros



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 Vellilla 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 Vallejillo Álvarez**Sevilla** Ana M^a Jáuregui Ramírez**Soria** Levy Garjón 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

Industria o caos

Recientemente hemos presentado nuestro IV Barómetro Industrial, el estudio que refleja la visión que desde el punto de vista profesional se tiene de este imprescindible sector, y lejos de las cifras macro que nos indican año tras año que no logramos despegar, lo que sí que deja patente es la voluntad inquebrantable de nuestros profesionales para que éste siga siendo la base del desarrollo, progreso y prosperidad de nuestra sociedad.

El problema viene cuando comprobamos, y nos suele ocurrir también en nuestra vida diaria, que la voluntad puede no ser suficiente, y que todos los esfuerzos que se realizan en un sentido pueden ser contrarrestados por otros factores externos y que no dependen de nosotros, lo cual pone a prueba de forma continua nuestra resiliencia.

Y es que lejos de conseguir el objetivo del 20% del PIB industrial en el año 2020, lo cierto es que la industria española ha ido perdiendo peso respecto del conjunto de sectores de la economía nacional, pasando de suponer en el año 2000 el 20,6% del valor añadido bruto (VAB) al 16,14% en 2019. Y hay quien puede pensar que si no se produce con la industria, se puede compensar con otros sectores, y que no hay mayor problema, y aquí es donde está el principal error, al ignorar la importancia vital y estratégica de la misma.

Pero la situación pandémica mundial que estamos viviendo ha aflorado los múltiples errores que hemos venido cometiendo, y que lejos de enmendar, parece que nos empeñemos en perpetuar. Y es que la continua deslocalización del tejido industrial y la ausencia de una estrategia real, al margen de frases bonitas, nos ha conducido no solo a tener una economía totalmente vulnerable, como ya se demostró en la anterior crisis, sino que ahora además, con casi 6 millones de personas desempleadas, una deuda pública desorbitada, y la economía estancada, seguimos aumentando nuestra dependencia del exterior, y sobre todo en sectores estratégicos.

No es cuestión de abrir el debate sobre la vacuna para hacer frente a la COVID-19, pero no es más que el fiel reflejo de cuáles son los países que no solo lideran, sino que además condicionan en la actualidad la economía y el desarrollo del resto. Y es que el liderazgo es una cuestión vital en una economía globalizada como la que vivimos, y debemos ser conscientes de que el mismo se consigue precisamente mediante la fortaleza que otorga el sector industrial y todo lo que ello conlleva de investigación, innovación, desarrollo y, por tanto, de generación de riqueza.

Estamos, por tanto, ante una situación crítica, que nos debe hacer reflexionar de forma profunda, pero también y como siempre que vivimos situaciones de este tipo, estamos ante una oportunidad histórica de realizar una transformación en nuestro modelo productivo, y para ello vamos a contar además con un suplemento extra con los famosos y ansiados fondos europeos Next Generation. Pero estos fondos son un arma de doble filo, y si no somos capaces de utilizarlos de manera inteligente, producirán el efecto totalmente contrario al que esperamos. Y es que



cada vez son más las dudas que surgen en torno a los mismos, y ya no solo por el clima político generado, sino por la indefinición, la falta de información, las dudas sobre la capacidad de gestión y quizás por las enormes expectativas.

Y es por tanto, que debemos elegir muy bien y gestionar mejor, el uso de los fondos, para que realmente consigan ese efecto incentivador que dé forma a la siguiente generación, y que por ello deberá incluir, a su vez, las reformas estructurales que se necesitan para hacer viable nuestra economía. Y es que estos fondos no están pensados para que tengan un efecto inmediato, como algunos pueden pensar, y no están creados para financiar gastos corrientes ni pagar deuda, sino que su destino es una inversión transformadora, que permita sentar las bases de una economía más competitiva, digital y sostenible, y que va a requerir a su vez un esfuerzo inversor extra por parte de todos. Pero además, es totalmente imprescindible que tengamos cierta estabilidad política y social, para generar confianza inversora y potenciar nuestra credibilidad como país.

Esta inversión debe permitir, a su vez, paliar los efectos devastadores que la pandemia ha ocasionado en muchos sectores, pero todo ello pasa por una base muy sólida y cimentada en la actividad industrial que permita cierta estabilidad en las próximas generaciones. Es por ello, que el esfuerzo ha de ser ímprobo y la transformación muy meditada e incisiva. Se requieren grandes líneas para fomentar el emprendimiento industrial en determinados sectores estratégicos y necesarios, y se requiere un especial esfuerzo en la modernización de la pequeña y mediana industria, que va a tener un papel decisivo en la transformación del resto de sectores y, por tanto, en el conjunto de nuestra economía.

Estamos, pues, ante lo que entiendo debe ser la mayor de nuestras apuestas en nuestro modelo de país, conseguir que nuestras pymes industriales aumenten su competitividad y crezcan. Para ello será necesario algo más que fondos, y éste será el papel que debemos liderar nosotros, los profesionales del sector.

José Antonio Galdón Ruiz

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

Diseño de la mayor planta de hidrógeno verde para uso industrial en Europa

Iberdrola pone en marcha la mayor planta de hidrógeno verde para uso industrial en Europa, que evitará emisiones de 39.000 toneladas de CO₂ al año. El proyecto se llevará a cabo en Puertollano (Ciudad Real). Un gran reto para la ingeniería con el hidrógeno verde como protagonista: el mayor aliado para la descarbonización de la industria

Noelia Carrión

El hidrógeno es el elemento más simple y abundante que se conoce hasta ahora, llegando a constituir casi tres cuartas partes de la masa del universo. Es 14 veces más ligero que el aire y se considera el combustible perfecto, por su eficiencia y su combustión limpia, al no producir subproductos nocivos.

El primer dispositivo de combustión interna propulsado por una mezcla de hidrógeno y oxígeno se construyó en 1806, de la mano del inventor François Isaac de Rivaz, y durante las primeras décadas del siglo XX se generalizaron los vuelos en dirigibles elevados con hidrógeno. También jugó un papel fundamental en la carrera espacial, ya que dos de los cinco motores que conformaron los cohetes Saturn V de la misión Apolo 11 usaban hidrógeno y oxígeno para poner la sonda en órbita y conseguir enviar el vehículo a la Luna.

Actualmente la demanda de este elemento supera los 70 millones de toneladas anuales, y su mayor potencial reside en su facilidad para combinarlo con el oxígeno y liberar una gran cantidad de energía. Sin embargo, el hidrógeno actual se produce a partir de hidrocarburos y genera alrededor de 830 millones de toneladas de dióxido de carbono al año, una cifra que podría eliminarse con la generación de un hidrógeno denominado como verde.

Con el punto de mira en la descarbonización industrial, Iberdrola ha iniciado un proyecto para construir la que podría ser la mayor planta de hidrógeno verde en Europa. Se situará en Puertollano (Ciudad Real) y contará con una planta solar fotovoltaica de 100 MW, un sistema de baterías de ion-litio con capacidad de almacenamiento de 20MWh, y un sistema de producción de hidrógeno mediante electrólisis de 20 MW.

El objetivo es producir hidrógeno verde para la fabricación de amoníaco de la



Emilio Sánchez, CEO del Grupo IDEA Ingeniería, empresa participante en el proyecto.

empresa Fertiberia, producto que hasta ahora consume como materia prima el hidrógeno gris, “que es un hidrógeno que, en este caso, es generado a través de gas natural, un combustible fósil que en su producción del hidrógeno se emite CO₂ al ambiente”, explica Emilio Sánchez, fundador y CEO del grupo IDEA Ingeniería, empresa participante en el proyecto.

Un proceso basado en electrólisis

A partir de energía procedente de fuentes renovables, como son las plantas solares, se generará hidrógeno a través de un proceso denominado electrólisis, que divide el agua (H₂O) en moléculas de gases de hidrógeno y oxígeno.

Uno de los puntos innovadores de este proyecto es el uso de los electrolizadores de membrana de intercambio de protones (PEM), en lugar de los tradicionales de tipo alcalino. Se caracterizan por una mayor adaptabilidad a las condiciones ambientales derivadas de la generación de energía de fuentes renovables. “En esos momentos la carga de energía generada es menor, por lo que la electrólisis, que es donde se genera el hidrógeno, se ve

afectada por la disponibilidad de energía en esos periodos”, señala David Fernández, director técnico de Iconsa, empresa del Grupo IDEA que llevará a cabo el desarrollo de las actividades de ingeniería básica y de detalle para los sistemas de descargas de válvulas de seguridad y antorcha para corrientes de H₂, y recepción, compresión y envío de O₂.

Sin embargo, los electrolizadores PEM “tienen una velocidad mucho más rápida para generar hidrógeno vía energía eléctrica, una mayor potencia y generan un hidrógeno de mayor pureza”, añade el experto. De esta forma se evita una instalación adicional para que ese hidrógeno pueda introducirse en una pila de combustible, obteniendo un hidrógeno 100% renovable que no produce contaminantes ni durante el proceso de combustión ni durante el de producción.

La empresa encargada de disponibilizar estos electrolizadores será la noruega Nel, el mayor fabricante de electrolizadores del mundo, con la que Iberdrola ha firmado un acuerdo con el objetivo de promover esta tecnología en España.



Por su parte, la empresa Iconsa, con experiencia en el manejo de hidrógeno en instalaciones para la industria petroquímica y la industria de los fertilizantes, participa en el diseño de las instalaciones de compresión, almacenamiento y oxígeno generado.

El hidrógeno como almacenador de energía

Los usos del hidrógeno verde son muy diversos. En el caso de la planta de Puertollano, su aplicación es como materia prima para generar fertilizantes, pero este elemento destaca por su capacidad de almacenamiento, haciendo frente a los picos de energía de las fuentes renovables. “En lo que se está trabajando es en generar energía, la que puedo consumir la consumo, y la que no, la almaceno en forma de hidrógeno para que, si durante la noche no tengo placa fotovoltaica, ese almacenamiento de excedente se vuelva a transformar en energía”. En este sentido, el proyecto prevé consumir 720 toneladas al año y 5.800 toneladas de oxígeno. A esto hay que sumarle su facilidad para ser transportado, ya que esta energía se puede mezclar con el gas natural hasta en un 20% y viajar por los mismos canales del gas.

Sin embargo, la producción de hidrógeno verde a través de electrólisis supone un mayor coste económico, ya que “el hidrógeno gris tiene un precio aproximadamente de un euro y medio, más o menos, mientras que el del hidrógeno verde estamos hablando de entre seis y ocho euros el kilo”, afirma el técnico Emilio Sánchez. Esto se debe, por un lado, a los altos precios de la energía eléctrica y “por los altos costes de inversión que requiere generar los electrolizadores”. De hecho, el hidrógeno verde supone sólo un 1% de la pro-

ducción anual de hidrógeno, y el mercado de electrolizadores es pequeño.

Para ambos expertos, la solución pasa por un aumento de la demanda de esta infraestructura y alcanzar una fabricación en escala. Este equilibrio económico podría empezar a ser visible a partir de 2030, pero requiere de manera indispensable favorecer la aplicación de energías renovables, con el apoyo de las instituciones a través de subvenciones, hasta que el precio se reduzca y se industrialice su uso. “Cuando se empiece a consumir o a generar una mayor demanda de electrolizadores, el precio bajará, los costes de la energía bajarán y podrá llegar a ser competitivo. Es un camino que hay que empezar a andar ahora”, admite el director de Iconsa.

El hidrógeno, por otro lado, se caracteriza por ser un gas altamente inflamable, peligroso y ocupa mucho espacio “porque se transporta y se almacena comprimido con altas presiones”, apunta el fundador de IDEA. Por este motivo, es necesaria la construcción de tuberías especializadas, presurizando o enfriando el gas para convertirlo en líquido. El principal reto reside en utilizar este hidrógeno en sectores urbanos, como podría ser en la automoción, y esto implica un trabajo por parte de los investigadores en tener “toda esa normativa bien implementada para hacer el uso de forma masiva de este vector energético”, añade Emilio Sánchez.

El camino hacia un 2050 descarbonizado

Pero, ¿podremos hacer un uso externalizado del hidrógeno verde para reducir las emisiones de CO₂? “Pues sí”, recalca el fundador de IDEA. “El año 2030 es el punto de inflexión donde ya de forma

mucho más creciente podremos utilizar el hidrógeno verde para sustituir el hidrógeno gris”. Hasta entonces, se plantea el desarrollo de proyectos y construcciones de plantas para evaluar la viabilidad y el funcionamiento pero, recuerda, David Fernández, que “cada energía en su momento tiene su uso y no todo va a desaparecer, tendremos que convivir con muchas fuentes de energía diferentes”. Por ejemplo, actualmente, el petróleo como materia prima para la generación de plásticos no es viable que dependa del hidrógeno y será algo que tendrá que esperar, al menos, otros 50 años.

Con el fin de alcanzar un futuro descarbonizado y real, las principales organizaciones europeas de energía renovable han lanzado la Coalición del Hidrógeno renovable para situar a Europa como futuro líder en este sector. Pero no es la única iniciativa. Ya en marzo del pasado año, España presentó una hoja de ruta para incentivar la economía verde con 60 medidas y objetivos nacionales de cara a 2030, entre las que se encuentra que al menos un 25% del consumo de hidrógeno por parte de la industria sea renovable, así como su implantación en trenes y vehículos de transporte pesado.

El experto en diseño de instalaciones industriales David Fernández, recuerda que para estos casos “las pilas normales de los vehículos no son una opción porque se necesitarían unas pilas enormes, por lo que la única viable es acumular energía por hidrógeno”, haciendo imprescindible desarrollar y asentar esta tecnología si se quiere conseguir vehículos de estas características.

El proyecto se encuentra ahora mismo en una fase de diseño y pretende tener construida la planta para finales de 2021, con la previsión de estar en marcha durante el primer semestre de 2022, y recuerda el CEO de IDEA que “el reto es a nivel de tecnología nueva, porque no es algo que tengas testeado en otros proyectos que hayas podido realizar”. Se trata, por tanto, de una innovación sin precedentes, que requiere de un gran número de equipos de desarrollo, control y evaluación. Solo así será posible hacer del hidrógeno verde una realidad eficiente técnica y económicamente, porque “si queremos que algo se industrialice hay que hacer uso de él. No podemos estar toda la vida pensando en qué problemas tendrá el hidrógeno, tendremos que identificar sus bondades, su problemática y las acciones para minimizarla.”

Anna Navarro Schlegel

Vicepresidenta de NetApp y recientemente nombrada como “la mujer más influyente en el mundo de la tecnología”

“Para trabajar a esta velocidad es necesario estar muy atento y abierto a la adaptación constante”

Mónica Ramírez

De Olot, en la provincia de Girona, a Silicon Valley, en San Francisco (EE.UU.), esta es la historia de éxito y superación de esta catalana que ha sabido forjarse una trayectoria profesional brillante hasta convertirse en “la mujer más influyente en el mundo de la tecnología”, en 2020, según la prestigiosa revista tecnológica de EE.UU. *Analytics Insight* (especializada en información sobre el sector tecnológico y el análisis de Big Data).

Tras licenciarse en Filología Alemana e Inglesa, y cuando trabajaba en la compañía British Airways, le surgió la oportunidad de pasar un año en San Francisco. Allí comenzó su particular escalada en el epicentro del mundo tecnológico, hasta llegar al puesto de responsabilidad que ocupa en la actualidad, como vicepresidenta de NetApp, una de las compañías de almacenamiento de datos más destacadas a nivel mundial. ¿Cómo lo ha conseguido? Así nos lo cuenta en la siguiente entrevista.

¿Qué significa para usted que la revista *Analytics Insight* la haya nombrado como “la mujer más influyente en el mundo de la tecnología”?

Un gran reconocimiento del trabajo en equipo, de tantos años, de tanta innovación, reuniones, sesiones imaginativas sobre qué nos traerá el futuro, un reconocimiento a las mujeres que están en este campo. ¡No sé! Un gran conjunto de experiencias, esfuerzo y resultados de productos técnicos que ayudan a millones de personas alrededor del mundo.

Con tan solo veintitrés años, en 1992, decidió hacer las maletas y marcharse a EE.UU. ¿Qué le llevó a tomar esta decisión? ¿Cómo recuerda la experiencia?

¡Creo que cumplí justo los 24 al llegar porque recuerdo que enseñaban los Oscars por la tele y recuerdo pensar que por primera vez lo podría ver en directo! Fue



Anna Navarro Schlegel.

una experiencia de coraje, de juventud, de querer ver más mundo, pero también de no conocer a casi nadie, de choque cultural, de conocer a un montón de gente ese primer año que todavía son mis mejores amigos aquí ahora! Había estado en Los Ángeles un año antes, y venir a San Francisco me pareció mejor para mí. Me pareció una ciudad más como las europeas. Eso fue importante para entender cómo moverme.

Una vez allí, empieza a escalar de una empresa tecnológica a otra hasta llegar a ser vicepresidenta de NetApp, una de las compañías de almacenamiento de datos más potentes del mundo, y al mismo tiempo una de las grandes empresas de Silicon Valley. ¿Fue un camino difícil llegar a este puesto de responsabilidad?

Cuando llegué a California trabajé primero para British Airways en el aeropuerto un par de años, y en paralelo fundé mi primera compañía, que era una agencia de

traducciones, y partir de ahí tuve clientes ya del Silicon Valley que estaban preparándose para llevar su negocio y productos técnicos a Asia, Latinoamérica o Europa. Uno de mis clientes me conectó con Cisco Systems; ellos querían formar su primer equipo de globalización, y con otros tres chicos europeos empezamos a trabajar juntos para ayudar a Cisco a expandirse internacionalmente. Fue ahí cuando vendí mi compañía y me dediqué enteramente a trabajar con Cisco unos 6 años. Aprendí muchísimo, y éramos uno de los primeros equipos de globalización del Silicon. Teníamos que pensar cómo el mundo más importante de telecomunicaciones entraría en países como la India o Japón.

Desde entonces pasé por Xerox, VeriSign, VMware y también fui la responsable de una agencia neoyorquina de temas de globalización. Siempre trabajando en cambiar cómo estas compañías cambiarían sus finanzas, de hacer que sus porcentajes de ganancias entren en gran parte de fuera de los EE.UU., o que lo complementen. Mi responsabilidad es que las empresas introduzcan sus productos en más de 140 países de manera muy exitosa. Aprender eso significa que he trabajado para jefes de estrategia, de producto, de ingeniería, de marketing, operaciones, transformación, etc. A mí me cambiaban el jefe una vez al año, a veces cada dos. Tenía que aprender cómo funcionan las empresas muy detalladamente, porque entrar en otro país es toda una orquesta. Normalmente he sido yo la que ha pedido el cambio.

¿Qué cualidades piensa que es necesario tener para lograr el éxito profesional?

Para mí ha sido un conjunto de cosas, comprender qué quiere hacer la compañía y presentar cómo les vas a ayudar a ser mejores o lograr sus metas. Prepararse para explicar las cosas en un minuto y que personas de varias culturas lo entiendan

más o menos la primera vez que lo explicas, aprender a escuchar de verdad, a entender la tecnología en la que trabajas, aprender a ser líder en cada promoción, aprender diplomacia, aprender a escribir bien... A llevar un equipo de varios países. A dejarte criticar, y a que te den *feedback* constantemente. A reír. A levantarte con energía cada día. A descansar y cuidarte.

¿Cuál es la base del trabajo que se desarrolla en NetApp? ¿Qué innovaciones tecnológicas se desarrollan en la empresa?

Conseguir el cloud más adecuado es la especialidad de NetApp. Hemos pensado en todo para que no tenga que hacerlo el cliente. Somos los líderes en soluciones de almacenamiento en cloud híbrido, público y cualquier otra opción intermedia. Como experto en almacenamiento en cloud, no hace falta decir que los servicios cloud de NetApp son insuperables. Por fin permiten desbloquear el verdadero potencial del cloud.

Desde el almacenamiento y los servicios a la mayoría de soluciones cloud pioneras del mundo, NetApp simplifica la vida de los equipos que organizan las instalaciones y arquitecturas de más de 42.000 empresas.

¿Cómo es el equipo de trabajadores que lidera?

Está en 22 países. Tengo 6 directores que trabajan para mí directamente, y un equipo de 3 personas que me organizan constantemente. Cada director lidera un equipo. Estas 9 personas son con quien hablo constantemente, con quien diseño la innovación de globalización, de mecanismos de ingeniería, de políticas digitales. También soy patrocinadora de 3 equipos más, uno de ellos el de 1.300 mujeres en tecnología NetApp.

¿Qué es lo que más le gusta de su trabajo y, por el contrario, lo que le resulta más difícil de llevar?

Me encanta Women in Technology, donde hacemos un trabajo excelente para preparar a las mujeres de NetApp a que realicen sus sueños técnicos y personales. Lo más difícil es quizás adaptarse muy rápidamente cuando adquirimos una nueva compañía de varias partes del mundo. No lo encuentro difícil, pero es un proceso largo y delicado.

Por otra parte, me encantó ser parte del equipo que llevó NetApp a China, como también lo hice para VMware.

En 2008 fundó, junto a otras personas, la ONG Women in Localization, de la que fue presidenta de 2016 a 2018. ¿Cuál es el objetivo de esta organización sin ánimo de lucro?

Fundamos esta ONG con dos amigas del alma en 2008, con las que hablo casi semanalmente. Creo que las tres hemos sido "presidenta" varias veces desde entonces, pero nos vamos rotando para dar la oportunidad a nuevas mujeres. Ser la presidenta ahora mismo viene con muchísima responsabilidad, ya que tenemos miles de miembros, estamos en 30 países y la lista de espera para expandir es muy larga.

La asociación agrupa a mujeres y hombres del mundo de la globalización. Tenemos tres pilares: avanzar a las mujeres profesionalmente, avanzar la innovación de la globalización, y ofrecer una gran plataforma y comunidad para los profesionales de globalización. Empezamos tres amigas... es una organización que me orgullece día a día. Cada día me llama o escribe alguien de un país para decirme que son las jefas de ese país, o que atendieron una sesión que les animó a cambiar su tecnología, o aprendieron palabras nuevas para hablar mejor delante de su jefa. Tiene muchísimo impacto.

¿Qué piensa del papel que desempeñan las mujeres en el ámbito de la tecnología y la innovación?

Igual que el de los hombres. No son ni peores ni mejores. Pero somos menos desafortunadamente.

¿Cómo se podría mejorar la situación actual de las mujeres en estos ámbitos?

Cambiando las tradiciones dentro de cada compañía. Las compañías necesitan un plan efectivo para hacer entrar a las mujeres desde los equipos de dirección a jefes de proyecto que salen de la universidad, añadiendo formación para todos los empleados de cómo ser un equipo diverso. Aquí, por ejemplo, no solo hablamos del tema hombre mujer, sino también de la diversidad de orientación sexual, culturas, intentamos reincorporar a veteranos de la guerra, etc. A mí me gusta poner objetivos y métricas para entender la base de la que partimos y luego entender que jefas y jefes las cumplen. No podemos esperar.

¿Llevar a cabo algunas medidas e iniciativas en NetApp, en este sentido?

Sí, tenemos grupos de diversidad, nos reunimos cada semana para entender cómo

lo estamos haciendo, ofrecemos entrenamientos, muchísimas sesiones para que todos los empleados puedan sentirse que están aprendiendo y que vean que los empleados representen a la sociedad. Buscamos a gente de diferentes grupos culturales en universidades...

¿Cómo ve el futuro de la Inteligencia artificial y del almacenamiento de datos? ¿Queda todavía mucho camino por recorrer en este aspecto?

La Inteligencia Artificial no es el futuro, está aquí hace muchos años. En las empresas Fortune, hospitales, grandes instituciones financieras, redes sociales, centros espaciales, etc., usan IA desde hace muchos años. Quien no la use todavía se está quedando atrás. Poder analizar billones de datos solo se consigue rápidamente con inteligencia artificial. A nuestro nivel y velocidad para ser muy relevante no tenemos otra solución. Les invito a mirar el producto de NetApp que se llama Active IQ. Cada uno de nuestros clientes recibe esta plataforma de inteligencia artificial, les explica en cada segundo si su infraestructura tiene que cambiarse, identifica problemas y los resuelve independientemente, les indica la salud de sus datos, temas de seguridad, etc. Usamos la inteligencia artificial para cientos de cosas. Es por eso que las empresas aquí están empleando a muchos analistas de datos.

¿Nota una gran diferencia en la mentalidad, capacidad de innovación y liderazgo entre Estados Unidos y Europa?

Creo ver equipos muy tradicionales en Europa. No digo que aquí tampoco los haya, pero la velocidad con la que trabajamos aquí, a esta escala, viene con la mentalidad de Google, Microsoft, Amazon; el cambio es en cada hora, no en cada día, las cosas cambian de la mañana a la tarde. Y para eso tienes que estar muy atento, dedicado, y abierto mentalmente a la adaptación constante.

¿Cuáles son sus proyectos más inmediatos?

Hacer que una desarrolladora o un desarrollador de código no tenga que corregir el código que se utiliza para expandir cualquier producto globalmente. Hemos creado unos mecanismos para que la inteligencia artificial lo haga durante la noche y aprenda a hacerlo mejor basándose en los errores humanos. Estamos a punto de explicarlo al mundo. Somos los primeros en lograrlo y estamos super emocionados.

Los nuevos retos de la movilidad sostenible

En un contexto como el actual, marcado por la transición energética y la transformación digital, el concepto de movilidad, especialmente la urbana, está evolucionando hacia una dimensión sostenible. Para que España siga siendo competitiva en estas cuestiones, es ahora cuando habría que sentar las bases de la movilidad del futuro



Foto: Shutterstock

Mónica Ramírez

Alcanzar el objetivo de una movilidad sostenible, eficiente e inteligente, es uno de los grandes retos a los que se enfrenta la sociedad, y sobre todo las ciudades, en los próximos años. Por ello, fomentar el uso de vehículos no contaminantes es primordial, así como la creación de nuevas alternativas e infraestructuras para la mejora de la movilidad urbana.

La vulnerabilidad de la humanidad frente a la irrupción de crisis inesperadas ha quedado más que patente en el último año. Las sociedades buscan respuestas y soluciones a los numerosos retos que se ponen por delante en diversos y variados aspectos de la vida. Uno de estos ámbitos es el energético, cuya transformación es inevitable. Gobiernos, científicos, investigadores, etc., manifiestan que es el momento de sentar las bases de una economía descarbonizada y de dar respuesta a los desafíos climáticos.

En este sentido, la electricidad es la forma de energía que más renovables ha

conseguido incorporar por el momento. Hoy en día es posible producir electricidad renovable a un coste competitivo, y en Europa, las emisiones asociadas a la generación de electricidad no han parado de disminuir en los últimos años.

Sin embargo, las emisiones totales de CO₂ siguen siendo muy altas, con el transporte a la cabeza. Por ello, el objetivo de descarbonizar la economía implica actuar sobre todas las necesidades energéticas de la sociedad, y transformar todos los sectores, incluidos el transporte, la industria y la climatización de las viviendas, los comercios, las oficinas y los edificios, en general.

En lo que respecta al sector de la automoción, el vehículo eléctrico se perfila cada vez más como una alternativa muy recomendable en la lucha contra la contaminación y el cambio climático. A pesar de ello, todavía queda mucho camino por andar en este terreno.

Según la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones

(ANFAC), aunque las ventas de turismos eléctricos puros e híbridos enchufables siguen en aumento, tan solo suponen el 4,8% del mercado total en 2020. A nivel global, las matriculaciones de vehículos electrificados, híbridos y de gas (turismos, cuadríciclos, vehículos comerciales e industriales y autobuses) aumentaron un 24% en 2020, con 201.612 unidades nuevas matriculadas.

En relación a estos datos, José López-Tafall, director general de ANFAC, señala que “los datos de cierre de año avalan el fuerte impulso que el sector de la automoción está realizando en favor de los objetivos de descarbonización del parque porque, sin planes realmente efectivos para mitigar la diferencia de precio y sin un despliegue masivo de infraestructuras de recarga, han conseguido superar los 200.000 vehículos electrificados y alternativos vendidos en el año. Es imprescindible que las administraciones apoyen este impulso con políticas orientadas a un



Iberdrola es una de las compañías involucradas en impulsar la movilidad sostenible, con un ambicioso plan que intensificará el despliegue de infraestructura de recarga para vehículos eléctricos en los próximos años. Foto: Iberdrola.

modelo de descarbonización que suponga más industria, tecnología y empleo para el país".

Puntos de recarga rápida

Iberdrola es una de las compañías involucradas en impulsar la movilidad sostenible, con un ambicioso plan que representará una inversión de 150 millones de euros, con el que intensificará el despliegue de infraestructura de recarga para vehículos eléctricos en los próximos años. Su hoja de ruta prevé la instalación de 150.000 puntos de recarga en hogares, empresas, ciudades y autopistas. Su plan prioriza el despliegue de la carga más rápida y, por ello, prevé estaciones ultra rápidas (350 kW) cada 200 km, súper rápidas (150 kW) cada 100 km, y rápidas (50 kW) cada 50 km.

En ese sentido, Iberdrola ya ha completado más de 40 acuerdos de despliegue de infraestructura con administraciones, instituciones y empresas. Además, su compromiso con la movilidad sostenible trasciende la esfera nacional, al convertirse en la primera empresa española en suscribir la iniciativa EV100 de The Climate Group, con el objetivo de acelerar la transición hacia los vehículos eléctricos.

"La movilidad no será sostenible si no es digital", aseguran desde la compañía. Para ello, ha completado el primer mapeo que verifica la infraestructura de recarga pública eléctrica operativa en España. La información se encuentra disponible en su App de Recarga Pública, desde la

que se puede reservar un punto de recarga y pagar a través del móvil.

Sin embargo, la necesaria modificación legislativa pone en duda el objetivo del Gobierno de crear 100.000 puntos de recarga. "Estamos por detrás en vehículos eléctricos y tenemos entre tres y cuatro veces menos puntos de recarga por habitante que otros países europeos. Y eso está limitando la venta", así lo expresaba Joan Groizard, el director general del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), dependiente del Ministerio para la Transición Ecológica, en unas recientes declaraciones.

En España se venden todavía pocos coches eléctricos, un 1,4% del total de la Unión Europea, y la mitad que en países como el Reino Unido o Alemania. También hay que tener en cuenta que la proporción de conexiones públicas para cargar las baterías son todavía muy inferiores, con apenas el 5% de todas las que hay en toda la UE.

En este sentido, Groizard ha explicado que muchos de los cambios normativos que se llevarán a cabo estarán listos a largo de este año. Las bonificaciones a la infraestructura de recarga rápida deberían estar listas en abril y la Ley de Cambio Climático, que debería aprobarse durante el primer semestre, obligará a las gasolineras con mayores ventas a tener puntos de recarga. Además, el Ministerio de Transportes trabaja en agilizar los trámites para la instalación de estos puntos en las carreteras, a lo que se unen unas modificaciones en el Cód-

go de Edificación que obligarán a partir de 2023 a ofrecer puntos de recarga en aparcamientos de nuevas promociones.

Vehículos eléctricos de hidrógeno

Los vehículos movidos por pila de combustible de hidrógeno constituyen una de las alternativas tecnológicas para abandonar los motores de combustión hacia opciones más ecológicas y eficientes.

En un panorama en el que es necesario seguir avanzando en la obtención del hidrógeno verde, la industria del automóvil ha desarrollado y probado a pequeña escala, y de manera controlada esta tecnología. En el ámbito europeo, ya se están llevando a cabo numerosos proyectos pilotos para realizar ensayos en autobuses de hidrógeno, camiones y otros vehículos de gran tamaño, promoviendo la inversión en estaciones de servicio y otras infraestructuras que son esenciales para lograr una expansión a gran escala.

El proyecto JIVE (Joint Initiative for Hydrogen Vehicles across Europe - Iniciativa Conjunta para Vehículos de Hidrógeno en Europa) ejemplifica una de las iniciativas que se están aplicando en este sentido, con el despliegue de 139 nuevos autobuses eléctricos de pila combustible y la infraestructura de repostaje asociada en cinco países europeos.

JIVE ha recibido una subvención de 32 millones de euros del programa marco de investigación e innovación de la Unión Europea Horizonte 2020. Los cinco países en los que se han planificado estos proyectos son Reino Unido, Italia, Alemania, Dinamarca y Bélgica.

No obstante, la infraestructura de suministro es fundamental para que esta tecnología llegue a la industria del automóvil, a media que se desarrollan soluciones viables para obtener hidrógeno de forma eficiente. Por ello, esta red no implica solo la producción del combustible en sí mismo, sino también el despliegue de las tuberías para transportarlo y el desarrollo de las pilas combustibles. Los tubos de acero de alta calidad constituyen un elemento clave para el desarrollo de la infraestructura, especialmente para las compañías de gas, teniendo en cuenta la instalación de estaciones de servicio allí donde sean necesarias.

De este modo, además de la infraestructura para el transporte de hidrógeno, hay que tener en consideración la tecno-

MATRICULACIONES ELECTRIFICADOS (CC.AA.)⁽¹⁾. TOTAL ESPAÑA

	Mes: Enero					Acumulado: Enero - Enero				
	2021		2020		% Cto.	2021		2020		% Cto.
	Volumen	Cuota	Volumen	Cuota		Volumen	Cuota	Volumen	Cuota	
TOTAL	2.057	100%	3.289	100%	-37,46%	2.057	100%	3.289	100%	-37,46%
 ANDALUCÍA	126	6,13%	213	6,48%	-40,85%	126	6,13%	213	6,48%	-40,85%
 ARAGON	40	1,94%	46	1,40%	-13,04%	40	1,94%	46	1,40%	-13,04%
 ASTURIAS	35	1,70%	46	1,40%	-23,91%	35	1,70%	46	1,40%	-23,91%
 BALEARES	40	1,94%	59	1,79%	-32,20%	40	1,94%	59	1,79%	-32,20%
 CANARIAS	86	4,18%	122	3,71%	-29,51%	86	4,18%	122	3,71%	-29,51%
 CANTABRIA	19	0,92%	50	1,52%	-62,00%	19	0,92%	50	1,52%	-62,00%
 CASTILLA LA MANCHA	70	3,40%	326	9,91%	-78,53%	70	3,40%	326	9,91%	-78,53%
 CASTILLA LEON	48	2,33%	83	2,52%	-42,17%	48	2,33%	83	2,52%	-42,17%
 CATALUÑA	350	17,02%	587	17,85%	-40,37%	350	17,02%	587	17,85%	-40,37%
 CEUTA Y MELILLA	5	0,24%	3	0,09%	66,67%	5	0,24%	3	0,09%	66,67%
 COMUNIDAD VALENCIANA	156	7,58%	169	5,14%	-7,69%	156	7,58%	169	5,14%	-7,69%
 EXTREMADURA	6	0,29%	39	1,19%	-84,62%	6	0,29%	39	1,19%	-84,62%
 GAUCIA	48	2,33%	82	2,49%	-41,46%	48	2,33%	82	2,49%	-41,46%
 LA RIOJA	10	0,49%	19	0,58%	-47,37%	10	0,49%	19	0,58%	-47,37%
 MADRID	899	43,70%	1.270	38,61%	-29,21%	899	43,70%	1.270	38,61%	-29,21%
 MURCIA	42	2,04%	47	1,43%	-10,64%	42	2,04%	47	1,43%	-10,64%
 NAVARRA	11	0,53%	25	0,76%	-56,00%	11	0,53%	25	0,76%	-56,00%
 PAIS VASCO	66	3,21%	103	3,13%	-35,92%	66	3,21%	103	3,13%	-35,92%

(1) Incluye: turismo, comerciales, industriales, autobuses y cuadrúpiclos

El incremento de ventas de vehículos electrificados durante la última parte de 2020 hace crecer en casi 20 puntos el indicador sobre el mercado total, pero se queda lejos del crecimiento de la media europea. Fuente: Informe de matriculaciones enero de 2021. ANFAC (Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones).

logía de materiales para el desarrollo de las pilas combustible, ya que los tanques que han de almacenar el hidrógeno en las estaciones de servicio deben cumplir unas máximas condiciones en materia de seguridad.

Hoja de Ruta del Hidrógeno

En nuestro país, también se están dando pasos en apoyo al hidrógeno. De este modo, el Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), aprobó el pasado 6 de octubre la "Hoja de Ruta del Hidrógeno: una apuesta por el hidrógeno renovable". Con esta planificación, el Gobierno impulsa el desarrollo de este vector energético sostenible, "que será clave para que España alcance la neutralidad climática, con un sistema eléctrico 100% renovable, no más tarde de 2050. El desarrollo del hidrógeno renovable incentivará la creación de cadenas de valor industrial innovadoras en nuestro país, el conocimiento tecnológico y la generación de empleo sostenible, contribuyendo a la reactivación hacia una economía verde de alto valor añadido", señalan desde el Ministerio.

El documento, cuyo desarrollo está contemplado en el Plan Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, incluye 60 medidas y fija objetivos nacionales –alineados con la Estrategia Europea del Hidrógeno– a 2030. Entre otros, 4 gigavatios (GW) de potencia instalada de electrolizadores, un mínimo del 25% del consumo de hidrógeno por la industria deberá ser renovable y la implantación de hidrogenas, trenes y vehículos de transporte pesado propulsados por este producto.

La consecución de los objetivos a 2030 que refleja la Hoja de Ruta posibilitará reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en 4,6 millones de toneladas, equivalentes de CO₂ (CO₂ eq). Asimismo, anticipa una visión de cuál será el papel del hidrógeno en las siguientes tres décadas, en las que España busca liderar un proyecto hacia una economía descarbonizada, de manera que se fomente la cadena de valor innovadora, el conocimiento aplicado de la industria, el desarrollo de proyectos piloto a lo largo del territorio nacional y el apoyo a las zonas de transición justa.

A diferencia del sol o el viento, el hidrógeno no es una fuente primaria de

energía, sino un vector energético, es decir, un producto manufacturado que es capaz de almacenar energía para que, posteriormente, pueda ser liberada de forma gradual. En el caso de que se empleen energías renovables en su fabricación, el hidrógeno obtenido tendrá la consideración de "hidrógeno verde" o "hidrógeno renovable".

La Hoja de Ruta identifica este vector energético como una solución sostenible clave para la descarbonización de la economía y el desarrollo de cadenas de valor industriales y de I+D+i, convirtiéndose así en una de las palancas de reactivación económica ligadas a la transición energética, junto a otros ámbitos como el despliegue renovable, la movilidad sostenible y conectada o la rehabilitación energética de edificios.

En este sentido, la Hoja de Ruta identifica las oportunidades que representan para España el fomento de la producción nacional y la aplicación del hidrógeno renovable. En primer lugar, la apuesta por el hidrógeno renovable tiene como objetivo la activación del desarrollo de cadenas de valor. De este modo, aseguran desde el Ministerio, "se abren nuevas oportunidades de generación de



Datos elaborados por IEA a partir de la información facilitada por DGT

MATRICULACIONES TOTAL MERCADO POR FUENTE DE ENERGÍA⁽²⁾. TOTAL ESPAÑA

	Mes: Enero					Acumulado: Enero a Enero				
	2021		2020		% Cfo.	2021		2020		% Cfo.
	Volumen	%Mercado	Volumen	%Mercado		Volumen	%Mercado	Volumen	%Mercado	
TOTAL	53.717	100%	102.992	100%	-47,84%	53.717	100%	102.992	100%	-47,84%
Gasolina	19.614	36,51%	47.243	45,87%	-58,48%	19.614	36,51%	47.243	45,87%	-58,48%
Diesel	21.525	40,07%	39.148	38,01%	-45,02%	21.525	40,07%	39.148	38,01%	-45,02%
Total vehículos alternativos⁽¹⁾	12.578	23,42%	16.601	16,12%	-24,23%	12.578	23,42%	16.601	16,12%	-24,23%
Eléctrico	617	1,15%	1.821	1,77%	-66,12%	617	1,15%	1.821	1,77%	-66,12%
Eléctrico E-REV	0	0,00%	0	0,00%	—	0	0,00%	0	0,00%	—
Eléctrico (BEV + E-REV)	617	1,15%	1.821	1,77%	-66,12%	617	1,15%	1.821	1,77%	-66,12%
Híbrido Enchufable Gasolina	1.313	2,44%	1.455	1,41%	-9,76%	1.313	2,44%	1.455	1,41%	-9,76%
Híbrido Enchufable Diesel	127	0,24%	13	0,01%	876,92%	127	0,24%	13	0,01%	876,92%
Híbrido Enchufable (PHEV)	1.440	2,68%	1.468	1,43%	-1,91%	1.440	2,68%	1.468	1,43%	-1,91%
GLP	818	1,52%	554	0,54%	47,65%	818	1,52%	554	0,54%	47,65%
GNC/GNL	410	0,76%	865	0,84%	-52,60%	410	0,76%	865	0,84%	-52,60%
GAS (Glp + Gnc + Gnl)	1.228	2,29%	1.419	1,38%	-13,46%	1.228	2,29%	1.419	1,38%	-13,46%
Híbrido Gasolina	7.833	14,58%	9.922	9,63%	-21,05%	7.833	14,58%	9.922	9,63%	-21,05%
Híbrido Diesel	1.460	2,72%	1.971	1,91%	-25,93%	1.460	2,72%	1.971	1,91%	-25,93%
Híbrido no enchufable (HEV)	9.293	17,30%	11.893	11,55%	-21,86%	9.293	17,30%	11.893	11,55%	-21,86%
Hidrógeno	0	0,00%	0	0,00%	—	0	0,00%	0	0,00%	—

(1) Incluye: BEV, EREV, PHEV, GAS, HEV e Hidrógeno

(2) Incluye: turismos, comerciales, industriales, autobuses y cuadríciclos

Matriculaciones en España por fuente de energía. Fuente: Informe de matriculaciones enero de 2021. ANFAC (Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones).

empleo sostenible y de actividad económica en ámbitos como la fabricación de ensambladores de electrolizadores, de pilas de combustible, de componentes (electrónica, control, automoción, mecánica), de vehículos, astilleros, de depósitos a presión, hidrógenas o plantas de producción de hidrógeno renovable, así como su gestión, soluciones de almacenamiento a gran escala, equipos para el transporte de hidrógeno o de servicios de movilidad basados en hidrógeno renovable”.

A lo que añaden que “este fortalecimiento de la cadena de valor vendrá acompañado de una mayor I+D+i energética española, que se convertirá además en un pilar para un desarrollo económico sostenible. Al respecto, la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027, incluye entre sus líneas estratégicas de I+D+i nacional la aplicación del hidrógeno renovable en la industria y como recurso para el cambio climático y la descarbonización”.

El hidrógeno verde será clave en la senda que ha emprendido el país para eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero, responsables del cambio climático, así como de otros conta-

minantes ligados a segmentos como el transporte, la generación de energía y el sector industrial. De hecho, la Hoja de Ruta subraya el potencial del hidrógeno renovable para descarbonizar sectores o procesos con mayor complejidad de descarbonización como pueden ser el transporte aéreo o los procesos industriales que requieran altas temperaturas.

Además, el documento destaca su potencial para acelerar el despliegue renovable en nuestro país, con los efectos positivos asociados que tiene una mayor presencia de energías renovables en el sistema sobre los precios de la electricidad y sobre la competitividad industrial. En este ámbito, la Hoja de Ruta destaca su papel en el desarrollo de redes inteligentes y, especialmente, para almacenar energía renovable a gran escala y de manera estacional, aportando gestionabilidad al sistema. Este despliegue se hará en línea con la Estrategia de Almacenamiento, cuyo borrador ultima el MITECO.

Según la Hoja de Ruta, “estos dos factores harán del hidrógeno uno de los principales activos para lograr que España sea una de las potencias europeas en generación renovable”. A ello se añade la implantación de otras tecnologías, como las que recogerá la Hoja de Ruta para

el desarrollo de la Eólica Marina y las Energías del Mar en España, también en fase de elaboración, y que propiciarán un cambio radical al paradigma energético actual, consolidando un sistema eléctrico 100% renovable no más tarde de 2050.

Otro aspecto destacado por la Hoja de Ruta es el potencial del hidrógeno renovable para favorecer la descarbonización de los sistemas energéticos aislados, con especial atención a los territorios insulares. El documento plantea un conjunto de 60 medidas, agrupadas en cuatro ámbitos de actuación.

Por otro lado, se potenciarán nuevos núcleos energéticos de producción de hidrógeno renovable que contribuyan a evitar la despoblación rural y a conseguir los objetivos de reto demográfico, con especial atención a las “regiones de transición justa”. La Hoja de Ruta identifica también los diferentes instrumentos de financiación para su despliegue, que incluyen los fondos de EU Next Generation y la Clean Hydrogen Alliance, creada por la Comisión Europea.

Por último, debido a su potencial como productor, la Hoja de Ruta prevé que España pueda convertirse en un exportador de hidrógeno renovable al resto de Europa.



Complejo Industrial de Repsol en Puertollano (Ciudad Real). Foto: Repsol.

Estrategia europea para una Movilidad Inteligente y Sostenible

Por su parte, la Comisión Europea también ha lanzado un plan para reducir un 90% el CO₂ del transporte en el horizonte de 2050. El pasado mes de diciembre, lanzó sus líneas maestras para modernizar la movilidad y reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) del sector del transporte, responsable de casi el 30% de los gases de efecto invernadero generados en la Unión Europea.

La CE se ha marcado como objetivo que en 2030 haya 30 millones de coches “cero emisiones” en las carreteras europeas, junto a otras medidas, como duplicar el número de usuarios de los trenes de alta velocidad, y lograr que aviones y barcos no emitan gases contaminantes, así como fomentar el uso de la bicicleta en las ciudades.

El gran pilar de la política energética y medioambiental de la Comisión para que la Unión Europea consiga la neutralidad climática en 2050 gira en torno a la Estrategia para una Movilidad Inteligente y Sostenible, piedra angular del denominado Pacto Verde.

“Lo que tenemos que intentar es satisfacer las necesidades de los europeos”, que salvo por la interrupción de la pandemia cada vez viajan más, y “al mismo tiempo hacer decrecer la huella de carbono del transporte”, ha explicado en rueda de prensa el vicepresidente de la CE para el Pacto Verde, Frans Timmermans.

Según las previsiones, la Comisión propondrá el próximo mes de junio una revisión de los estándares para los coches y furgonetas, y en 2022 hará una

propuesta sobre vehículos pesados. Bruselas también estudia incluir el transporte rodado en el sistema de comercio de emisiones ETS, modificar la fiscalidad, aplicar tarifas viales o revisar las normas sobre masas y dimensiones de los vehículos pesados. Además, tiene previsto impulsar el “despliegue a gran escala de combustibles sostenibles renovables y con bajas emisiones de carbono”, así como retirar los vehículos más viejos y contaminantes de la circulación.

En cuanto al transporte ferroviario, la Comisión Europea pretende duplicar el tráfico de pasajeros en líneas de alta velocidad para 2030 y triplicarlo para 2050, por lo que en estos momentos está planeando cómo simplificar el uso y la compra de billetes transfronterizos, así como liberalizar los mercados ferroviarios, para que el ferrocarril sustituya a los aviones en distancias inferiores a los 500 kilómetros.

Los trenes funcionan generalmente con electricidad y si, además, se genera con fuentes renovables, es un medio de transporte poco contaminante. La flota impulsada con sistemas de diésel sería sustituida por hidrógeno, energía limpia en la que hay depositadas grandes esperanzas. Además, uno de los objetivos de la CE es que gran parte del 75% del transporte de mercancías interior, que actualmente se realiza por carretera, pase a efectuarse a través del ferrocarril y de las vías navegables interiores.

De esta manera, en 2030, se aumentaría un 50% el transporte de mercancías por tren y doblaría su capacidad en 2050. Para ello, será necesario completar la Red TEN-T, una iniciativa para incrementar la infraestructura y mejorar

la interoperabilidad de los trenes, incluidas las líneas de alta velocidad, donde se enmarcan los proyectos del Corredor del Mediterráneo (Algeciras-Barcelona-Marsella-Milán-Ljubljana-Budapest) y el Corredor Atlántico (Lisboa-Vitoria-Estrasburgo).

Por otra parte, en lo que respecta al transporte marítimo, la Comisión Europea se ha fijado como objetivo que para 2030 haya en el mercado “buques transoceánicos cero emisiones”. Mientras tanto, revisará la legislación sobre el reciclaje de embarcaciones y, en junio de este año, está previsto que proponga la inclusión, en el sistema ETS (Emissions Trading System) de comercio de emisiones de la Unión Europea, el transporte marítimo, ya que genera el 3,7% del total de gases de efecto invernadero.

Junto a ello, fomentará también el desarrollo de combustibles renovables y con bajas emisiones de CO₂, que actualmente solo representan el 7% del sector, así como los puertos limpios y zonas de control de gases de efecto invernadero en toda la costa europea.

Otro sector sobre el que se pretende actuar es el aeronáutico, que representa casi el 4% de las emisiones de CO₂ del transporte, y ha duplicado los datos referidos al carbono que libera en los últimos 20 años. La Comisión espera que en 2035 estén operativos los aviones “cero emisiones”. Para acelerar la reducción gases de efecto invernadero y lograr ese fin, ha puesto su confianza en el desarrollo del futuro sistema internacional de pago por las emisiones CORSIA (Plan de Compensación y reducción de Carbono para la Aviación Internacional), similar al europeo ETS donde se encuadran ahora las aeronaves. También se llevará a cabo una gestión más eficaz del espacio aéreo a través de la iniciativa “Cielo Único Europeo” y se mejorará la eficiencia energética de los aeropuertos.

Primer vuelo comercial sostenible con aceite de cocina reciclado

El transporte aéreo necesita encontrar soluciones para reducir su huella de carbono, ya que la electrificación, válida para otros ámbitos de movilidad, no es técnicamente posible en la actualidad. En este sentido, los ecocombustibles son una de las claves para lograr la neutralidad climática fijada por la Comisión Europea.

Estos combustibles líquidos sostenibles no derivados del petróleo tienen

nulas o bajas emisiones de CO₂ durante su producción y su utilización final y, por tanto, múltiples aplicaciones tanto en el sector de la movilidad como en la industria. En su fabricación se utilizan materias primas alternativas de baja huella de carbono, como residuos de la industria agroalimentaria, residuos forestales y agrícolas, hidrógeno renovable y CO₂ capturado, dando lugar a biocombustibles avanzados, combustibles sintéticos o e-fuels y otros combustibles bajos en carbono.

Otro aspecto a destacar es el hecho de que el desarrollo de estos combustibles generará un efecto colateral beneficioso, ya que impulsarán la economía circular al favorecer un uso y reutilización eficiente de los recursos, materias primas y productos a lo largo de todo su ciclo de vida.

Algunas compañías aéreas ya están apostando por las energías limpias. El pasado mes de noviembre, Lufthansa se convirtió en la primera compañía aérea que ha llevado a cabo un vuelo comercial con la utilización únicamente de combustible sostenible de aviación (SAF, las siglas en inglés de Sustainable Aviation Fuel). En este caso el biocombustible empleado para sustentar los motores del avión fue un queroseno extraído de aceite de cocina reciclado.

Un Boeing 777F de Lufthansa Cargo -la filial logística de Lufthansa- despegó a las 8.10 horas de la mañana, del 29 de noviembre de 2020, de Frankfurt (Alemania) y aterrizó en Shanghai la mañana del lunes 30, con mercancías de la empresa Siemens Healthineers.

Hasta el momento, en los vuelos comerciales se ha venido empleado una mezcla de entre un 30% y un 60% de biocarburante de origen vegetal con queroseno fósil. Pero en esta ocasión el combustible empleado fue 100% de origen vegetal.

Al utilizar combustible sostenible de aviación, se evitan por completo las emisiones fósiles de CO₂ de un vuelo con queroseno convencional. De este modo, durante la combustión en el motor, solo se libera el equivalente de CO₂ que las plantas, con las que se ha elaborado el biocombustible, absorbieron de la atmósfera durante la fotosíntesis. Por eso se considera que SAF es la primera alternativa real al combustible de aviación fósil, y la llave para lograr un tráfico aéreo sin emisiones de CO₂, que sea respetuoso con el medioambiente. Este

vuelo ha sido el punto de arranque del acuerdo que continuará en los próximos meses, con nuevos vuelos, ya de forma regular.

Pioneros en la fabricación de biojet

En España, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima reconoce que los biocarburantes constituyen la tecnología renovable más ampliamente disponible y utilizada en la actualidad en el transporte. En lo que respecta al ámbito de la aviación, el biojet, obtenido a partir de biomasa o residuos, está incluido en

Al utilizar combustible sostenible de aviación, se evitan por completo las emisiones fósiles de CO₂ de un vuelo con queroseno convencional

la lista de combustibles sostenibles.

En nuestro país ya circulan aviones que utilizan biocombustibles en sus motores. En 2011, Repsol e Iberia impulsaron el primer vuelo con bioqueroseno. Un Airbus modelo A320 realizó el trayecto entre Madrid y Barcelona con una mezcla de carburante formado por una cuarta parte de biocombustible y otras tres cuartas partes de queroseno tradicional. El biocombustible se obtuvo del aceite de camelina, una planta que no es comestible. Además, no fue necesario realizar modificaciones en la aeronave para el uso del biocarburante, ya que era de idénticas características técnicas y especificaciones que el empleado habitualmente en la aeronáutica. Este “vuelo verde” permitió un ahorro de emisiones contaminantes de cerca del 20%.

El pasado verano, Repsol se convirtió en la empresa pionera en la descarbonización de este sector tras fabricar en España biojet obtenido a partir de biomasa. El primer lote, fabricado en su complejo de Puertollano (Ciudad Real), consta de 7.000 toneladas de combustible para aviación, de las que 150 son producto bio. Además, recientemente ha completado con éxito la fabricación del primer lote de biocombustible para aviación producido en el Complejo Industrial de Tarragona.

La fabricación de biojet se extenderá a otras instalaciones de Repsol en España, y desarrollará alternativas que permitirán obtener combustible para aviones utilizando residuos. De esta manera, construirá en su refinería de Cartagena la primera planta de biocombustibles avanzados de bajas emisiones de España, con capacidad para producir 250.000 toneladas al año de biojet, hidrobiodiésel, bionafta y biopropano. La planta, que se prevé esté operativa en el año 2023, producirá, a partir de materias primas recicladas, biocombustibles avanzados que podrán usarse en aviones, camiones o coches, y permitirán reducir 900.000 toneladas de CO₂ al año. Esta instalación pionera supondrá una inversión de 188 millones de euros, generará más de 1.000 empleos durante su construcción y 45 permanentes durante su operación, y estará dotada de tecnología de vanguardia.

Por otro lado, Repsol será pionero en España en la producción de e-jet sintético para aviación, con la puesta en marcha en Bilbao, en 2024, de una de las mayores plantas de combustibles sintéticos a partir de hidrógeno renovable y CO₂ capturado. Este combustible, compatible con las especificaciones actuales de la aviación, constituye hoy por hoy el camino con mayor potencial a largo plazo para conseguir la descarbonización completa del transporte aéreo.

El impulso de los biocombustibles, junto con la generación renovable, los combustibles sintéticos, el hidrógeno renovable, el autoconsumo y la economía circular, es uno de los ejes de trabajo de Repsol para alcanzar el objetivo de neutralidad de carbono. En la estrategia que ha presentado recientemente, la compañía anunció su intención de ser una empresa de referencia en biocombustibles sostenibles, con una capacidad de producción de 1,3 millones de toneladas en 2025 y más de dos millones en 2030.

Repsol puso foco en la economía circular como herramienta para el uso eficiente de los recursos, y apuntó que duplicará la producción de biocombustibles de alta calidad procedentes de aceites vegetales (HVO), hasta las 600.000 toneladas al año en 2030, de los que la mitad se producirán antes de 2025 a partir de residuos.

Javier Brey

Presidente de la Asociación Española del Hidrógeno (AeH2)

“España tiene una posición estratégica y clave para distribuir y exportar hidrógeno renovable”

Mónica Ramírez

La Asociación Española del Hidrógeno (AeH2), organización sin ánimo de lucro cuyo principal objetivo es fomentar el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno como vector energético, ha crecido exponencialmente durante los últimos años. Además de incrementar su capacidad asociativa, sigue avanzando en la consecución de sus objetivos como principal impulsor del hidrógeno en España. Tanto es así, que en fechas recientes se ha anunciado la elaboración, con el consenso de todos los agentes del sector, de la Agenda Sectorial de la Industria del Hidrógeno, a petición y con el apoyo del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MINCOTUR). Se trata de un documento estratégico, liderado e impulsado por AeH2, con el objetivo de fomentar el despliegue y desarrollo industrial del hidrógeno en España, y alcanzar así una posición de liderazgo en esta tecnología.

Gran conocedor de la materia, Javier Brey es el presidente de la Asociación, y tiene un Doctorado en Economía del Hidrógeno por la Universidad Pablo de Olavide. Además, dedica parte su tiempo a otra de sus “pasiones”: la enseñanza, como profesor asociado en la Universidad Loyola Andalucía. Tras más de 15 años dirigiendo el negocio de Abengoa en el ámbito del hidrógeno y las pilas de combustible, decidió dar un cambio en su vida profesional, y ahora es el fundador y el Consejero Delegado de H2B2 Electrolysis Technologies, una compañía que trabaja en el ámbito de la electrólisis, como un método de producción de hidrógeno limpio y sostenible.

¿Cuáles son los principales objetivos y las actuaciones que lleva a cabo la Asociación Española del Hidrógeno?

La Asociación Española del Hidrógeno (AeH2), establecida en el año 2002, es la asociación decana y de referencia en el sector. Llevamos casi 20 años siendo la voz de las entidades que trabajan en



Javier Brey.

hidrógeno en España (empresas, organismos públicos, centros de investigación...). La AeH2 es el punto de encuentro de los principales actores del sector del hidrógeno en nuestro país; entre nuestros casi 170 socios, se encuentran representantes de toda la cadena de valor del hidrógeno, incluyendo promotores de renovables, fabricantes de equipos y componentes, ingenierías y EPC, Oil & Gas, gases industriales, transporte y organizaciones ligadas al sector.

Nuestro objetivo es construir un entorno favorable para el desarrollo del hidrógeno en España y lograr una industria nacional fuerte, situando al país en una posición de referencia en el ámbito internacional. Por ello, desde su fundación, la AeH2 difunde las ventajas de estas tecnologías, así como los proyectos, actividades y servicios que ofrecen sus socios, busca sinergias con otros sectores y entidades de interés, fomenta relaciones de colaboración entre sus miembros... entre muchas otras actividades.

Trabajamos para promover e impulsar el desarrollo y el crecimiento de las tecnologías del hidrógeno en España

Una de las grandes actuaciones de la AeH2, en la que se encuentra actualmente embarcada, es la elaboración de la Agenda Sectorial de la Industria del Hidrógeno, que refleje una visión compartida y consensuada del estado del sector, sus claves competitivas, y las medidas y líneas de actuación prioritarias para el impulso del sector y la mejora de su competitividad a medio y largo plazo. Esta Agenda está promovida y apoyada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MINCOTUR).

¿Qué papel juega el hidrógeno en la movilidad sostenible? ¿Cuáles son sus ventajas?

El transporte es uno de los sectores económicos con mayor impacto ambiental; en concreto, supone el 23% de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a nivel mundial. A nivel local también supone un gran problema de salud pública, generando altos niveles de contaminación del aire en las ciudades (no solo por el CO₂, sino también por emisiones de nitrógeno, azufre o partículas), así como de contaminación acústica (ruido).

La necesidad de una movilidad sostenible con sistemas alternativos de transporte es clara, soluciones que reduzcan a cero las emisiones, y minimicen impacto ambiental, económico y sobre la salud pública. Esto se ha establecido como prioridad tanto a nivel mundial, como en Europa y en España, impulsando la movilidad sostenible. En este sentido, son muchos los países, regiones y ciudades que han anunciado políticas para impulsar y favorecer el desarrollo y uso de los llamados “vehículos de emisiones cero”.

Los vehículos de pila de combustible de hidrógeno son una de estas alternativas “cero-emisiones”, por lo que serán claves en el desarrollo e implementación de una movilidad sostenible, pero, ¿cuá-

les son sus ventajas?

Mediante la combinación de hidrógeno almacenado a bordo del vehículo con oxígeno obtenido del aire en un dispositivo electroquímico, llamado pila de combustible, se genera electricidad que alimenta el motor que mueve el vehículo, con agua como única emisión. Este es el principio básico de los conocidos como FCEV (por sus siglas en inglés Fuel Cell Electric Vehicle). Sus principales ventajas: cero emisiones contaminantes (solo agua), mínimo ruido, elevada autonomía (hasta 800km en conducción urbana y más de 600km en conducción mixta) y repostaje en menos de 5 minutos.

Más allá de los turismos y los vehículos ligeros, esta tecnología puede emplearse en vehículos más pesados como camiones, autobuses o trenes; incluso en aviones, barcos y submarinos. Por tanto, el uso del hidrógeno o combustibles sintéticos derivados del mismo permitirá descarbonizar todo tipo de transporte.

¿El hidrógeno será, por tanto, un pilar central en la transición energética?

Sin duda, lo será. Por un lado, debemos tener en cuenta que el hidrógeno se puede producir a partir de fuentes de energía renovables, locales, reduciendo la dependencia energética y favoreciendo la transición a un sistema sostenible basado en este tipo de fuentes de energía. Por ejemplo, mediante la electrólisis del agua se puede emplear electricidad de origen renovable (fotovoltaica, eólica...) para separar la molécula de agua en sus componentes: hidrógeno y oxígeno.

Al ser el hidrógeno un vector energético muy versátil, del que se puede obtener energía eléctrica, mecánica y/o térmica con altos rendimientos y sin emisiones contaminantes, permite descarbonizar múltiples sectores de la economía, y abre la posibilidad del acoplamiento entre sectores con este vector común, derivando la energía a donde más se necesite en cada momento.

El hidrógeno contribuirá a la descarbonización del sector energético, facilitando la integración de las energías renovables de carácter intermitente y fuertemente estacional. En los momentos en los que la producción renovable excede la demanda, se podrá producir hidrógeno que se almacene para su consumo cuando la producción renovable sea inferior. Este vector energético permite almacenar grandes cantidades de energía durante largos periodos de tiempo (incluso

del verano al invierno, por ejemplo).

También permitirá descarbonizar el transporte, como se ha comentado anteriormente, bien mediante su uso en vehículos eléctricos de pila de combustible, o bien empleándolo para la producción de combustibles sintéticos más pesados (diésel, queroseno...), permitiendo descarbonizar, por ejemplo, la aviación.

El uso del hidrógeno en viviendas permitirá descarbonizar sus necesidades energéticas tanto de electricidad como de calor.

Además, el hidrógeno es un elemento básico de la industria química, utilizado en multitud de procesos como materia prima (producción de fertilizantes, metanol, refinerías y biorefinerías...) y, gracias a su elevado poder calorífico, permite descarbonizar también las necesidades industriales de calor de alta temperatura (imposibles de descarbonizar por otra vía).

El elevado potencial renovable de nuestro país supone una gran oportunidad para el desarrollo de tejido empresarial nacional relacionado con estas tecnologías de gran proyección, pudiendo llegar a convertir a España en país exportador de hidrógeno si se toman las decisiones adecuadas y se fomenta la I+D+i.

El hidrógeno que se produce en España no es renovable, sino fósil. De hecho, la primera planta de hidrógeno verde no estará operativa hasta 2022. ¿Cuáles son las diferencias entre el hidrógeno fósil y el verde?

Actualmente, en el mundo, el 95% del hidrógeno que se produce es de origen fósil, el denominado hidrógeno gris o marrón; es el hidrógeno que se usa, hoy, mayormente, en la industria. Solo el 5% del hidrógeno producido es el denominado hidrógeno verde, o renovable.

Se denomina **hidrógeno gris** a aquel producido mediante fuentes de origen fósil (el método más empleado es el reformado de gas natural con vapor de agua) e **hidrógeno marrón** al producido mediante la gasificación del carbón. Ambos métodos tienen elevadas emisiones de CO₂.

El **hidrógeno renovable** o **hidrógeno verde** es el producido a partir de fuentes de energía renovables, con bajas o nulas emisiones contaminantes asociadas; el método más conocido es la electrólisis del agua, a través de un electrolizador, aplicando una corriente eléctrica renovable que separa la molécula de agua en

sus componentes (hidrógeno y oxígeno). Existen otros métodos de producción de hidrógeno verde como la termólisis del agua o el reformado de biocombustibles.

Aunque, en la actualidad, el hidrógeno verde es más caro que el hidrógeno que proviene de reformado de gas natural y es la opción más deseable, ya que no se generan emisiones contaminantes durante su proceso de producción. Además, la tendencia es que el hidrógeno verde cada vez sea más barato de producir. Por una parte, gracias al abaratamiento de las energías renovables y, por otra parte, los electrolizadores son cada vez más eficientes, baratos y seguros.

Además de en la movilidad, ¿en qué otros sectores el hidrógeno favorecerá la descarbonización?

El hidrógeno permite la descarbonización completa de todos los sectores económicos: industria, residencial, energía y transporte; sectores cuya descarbonización sería muy compleja alcanzar de otra forma.

Como he comentado antes, una de las grandes virtudes del hidrógeno es que puede emplearse para almacenar grandes cantidades de energía, durante largos periodos de tiempo y de manera estacional; ello hace que sea un complemento perfecto de hibridación con las renovables, permitiendo una mayor penetración de las energías renovables en el mix eléctrico. Pensándolo con un ejemplo práctico: en el PNIEC se establece un objetivo de un 74% de EERR para 2030 y un 100% para 2050. Esto va a suponer un grave problema de gestión mensual o estacional. Si España instala una gran cantidad de energía fotovoltaica, nos va a sobrar energía eléctrica en verano y nos va a faltar en invierno. Necesitamos una manera de almacenar la energía de manera estacional. Esto se puede hacer gracias al hidrógeno, y será la única vía que permita alcanzar el gran objetivo de un sistema eléctrico 100% renovable. Además, gracias a su versatilidad, aquella parte del hidrógeno almacenado que no sea consumida en el sistema eléctrico podrá emplearse para otros usos (transporte, industria, residencial...)

En el sector industrial, el hidrógeno, como ya se ha dicho, puede emplearse tanto como materia prima, como para la generación de calor de alta temperatura. Actualmente, las refinerías, la fabricación de amoníaco y fertilizantes, de metanol, etc. emplean grandes cantidades de hi-

drógeno en su proceso, pero, en la actualidad, es un hidrógeno producido a partir de combustibles fósiles ("hidrógeno gris/marrón"). Si este hidrógeno fuese sustituido por el "hidrógeno verde", el que se produce por electrólisis con energía renovable, se conseguirían reducir las emisiones de CO₂ asociadas a estos procesos. Además, existen otra serie de procesos industriales que, aunque aún no usan hidrógeno, podrían descarbonizarse gracias a él, como por ejemplo la industria del acero.

En cuanto al sector residencial, el hidrógeno puede utilizarse como el sustituto del gas natural en las casas, para la calefacción y el agua caliente. Existen sistemas de microgeneración que emplean hidrógeno para satisfacer tanto las necesidades eléctricas como las térmicas de la vivienda. Además, podría inyectarse hidrógeno directamente en la red de gas natural, lo que reduciría el consumo de este combustible fósil.

El hidrógeno es, sin duda, una pieza clave y fundamental en las estrategias de descarbonización. Es más, todos los países del mundo están incluyendo al hidrógeno en sus estrategias energéticas, como pieza angular de cara a conseguir los objetivos de descarbonización total a 2050.

¿En qué punto se encuentra nuestro país en la actualidad en lo que al desarrollo del hidrógeno se refiere?

Actualmente, en España se producen y consumen medio millón de toneladas anuales de hidrógeno en la industria (aunque se trata, fundamentalmente de hidrógeno gris o marrón).

Aunque desde hace tiempo varias empresas y centros de investigación vienen desarrollando proyectos de demostración de estas tecnologías, sin duda el año 2020 será recordado como el inicio de la economía del hidrógeno en España. La publicación de la hoja de ruta aprobada por el Consejo de Ministros el pasado 6 de octubre nos marca unos objetivos a medio plazo, 2030, muy ambiciosos. Entre ellos 5.000-7.500 vehículos de hidrógeno, 100-150 estaciones de servicio de hidrógeno, 4 gigavatios de potencia instalada de electrolizadores y que el 25% del hidrógeno empleado en la industria sea renovable.

El apoyo de la Administración Pública ha movilizó a todo el tejido empresarial, científico e industrial que ya está manos a la obra para hacer realidad es-

tos objetivos. Un claro ejemplo de ello fue también la gran acogida que tuvo la solicitud de manifestaciones de interés lanzada por el Ministerio de Industria a la que se presentaron 28 propuestas de proyectos susceptibles de enmarcarse como "Proyectos de Interés Común Europeo" (IPCEI). Todas las semanas tenemos noticias de un nuevo proyecto, la era del hidrógeno ya ha comenzado.

¿Qué obstáculos se presentan para el desarrollo de la tecnología del hidrógeno?

La tecnología del hidrógeno se encuentra, actualmente, en un estado absolutamente maduro, lista para comercializarse; es más, ya se está comercializando. Existen electrolizadores instalados y funcionando, vehículos de hidrógeno en funcionamiento, estaciones de servicio de hidrógeno, etc. Sin embargo, el principal obstáculo es que se empiece a desplegar una infraestructura; una infraestructura para poder almacenar y transportar el hidrógeno que se va a producir en grandes cantidades; eso es lo que hace falta desarrollar.

Sigue faltando también un marco normativo y regulatorio, pero es algo en lo que estoy seguro se va a comenzar a trabajar, muy pronto, dado que España ya cuenta con su estrategia de país en hidrógeno, con la aprobación de la Hoja de Ruta del Hidrógeno. Esta Hoja de Ruta marca una visión y objetivos a 2030; es decir da unas indicaciones y directrices a los actores clave del sector (empresas, centros de investigación, instituciones públicas, usuarios finales, etc) para el desarrollo del hidrógeno en nuestro país.

¿Contamos con el potencial de convertirnos en un país exportador de hidrógeno renovable y la tecnología asociada?

Por supuesto. España podría convertirse en un "hub" de hidrógeno verde para Europa, produciendo su propio combustible (para su industria, transporte, hogares) y distribuyéndolo, exportándolo a terceros países. Tenemos un gran potencial de recurso renovable, que nos va a permitir autoabastecernos de hidrógeno y, además, gracias a la situación geográfica en la que nos encontramos, nos sitúa en una posición estratégica y clave para ser distribuidores y exportadores de hidrógeno renovable; para ser un jugador clave en Europa.

Por otra parte, en España contamos con un tejido productivo empresarial e industrial especializado, que incluye toda la cadena de valor del hidrógeno: fabricantes de electrolizadores, de pilas de combustible, de sistemas de almacenamiento, de componentes...Disponemos de esa fortaleza, por lo que tenemos la oportunidad de desarrollar y fabricar tecnología propia, tecnología hecha en España, y poder exportarla a otros países.

Nuestro país cuenta con capacidad y ventaja competitiva para convertirnos en exportadores de hidrógeno renovable y de tecnología propia, pero se necesita un apoyo, un impulso. Sin duda, la Hoja de Ruta del Hidrógeno marca una senda, con unos objetivos nacionales a 2030 y unas medidas para impulsar su despliegue.

¿En qué medida ayudarán los fondos europeos a acelerar los planes que ya existían para el hidrógeno?

Los fondos europeos supondrán un gran impulso en el escalado de estas tecnologías. Las inversiones necesarias para llevar los proyectos de escala demostrador a escala comercial y que las tecnologías del hidrógeno entren al mercado de forma competitiva son muy elevadas, y las empresas pueden evitarlas al desconocer el riesgo asociado a esta inversión, por falta de referencias.

Sin embargo, el apoyo de fondos públicos europeos y nacionales ayudará a vencer estas reticencias y dar el salto a escalas mayores que permitan probar la competitividad de estas tecnologías, y comenzar su despliegue e implementación a gran escala.

¿Qué posibilidades ofrece el hidrógeno para reducir emisiones en algunos de los sectores más contaminantes, como el transporte de mercancías o la aviación?

Precisamente, este tipo de sectores son difíciles de descarbonizar por otras vías. En el caso del transporte de mercancías, tanto en transporte pesado por carretera, como en barcos o en trenes, el hidrógeno ofrece una alternativa de descarbonización muy sencilla. Almacenando hidrógeno a bordo de los vehículos se puede producir la electricidad que necesita (ahorrando millones de euros en infraestructuras, por ejemplo, en la electrificación de la red ferroviaria). El hidrógeno puede dar la potencia y autonomía necesaria para estos tipos de transporte.

En cuanto a la aviación, la descarbonización por vía eléctrica está limitada, por el momento, a algunas aplicaciones concretas como la unidad auxiliar de potencia o como generador de electricidad de emergencia. Sin embargo, en el futuro grandes compañías, como Airbus, ya lo incluyen en sus planes de descarbonización, bien usando directamente el hidrógeno o transformán-

dolo en combustibles sintéticos más pesados (como el queroseno que se utiliza actualmente en los aviones), mediante una serie de procesos químicos.

¿Cómo se imagina la movilidad del futuro?

Claramente, la movilidad en el futuro va a ser sostenible, cero emisiones. La gran mayoría de los países, regiones, ciudades apuestan por la movilidad emisiones

cero, por los vehículos emisiones cero, a 2050; y están desarrollando políticas e instrumentos para impulsar y favorecer el desarrollo de estos vehículos.

La apuesta va a ser hacia la movilidad eléctrica. Ante este escenario, en un futuro, convivirán tanto los vehículos eléctricos de batería como los vehículos eléctricos de pila de combustible (de hidrógeno).

Hacia la descarbonización de los vehículos industriales y pesados

El pasado mes de enero, se celebró un webinar bajo el título «La descarbonización del vehículo industrial y el transporte pesado». Durante este seminario web se expuso la hoja de ruta y las principales tendencias que definirán el futuro de este tipo de vehículos. La primera mesa de debate puso el enfoque en la visión del sector sobre la situación actual que están viviendo los fabricantes y los retos que afronta la industria frente al objetivo de descarbonización del vehículo industrial y pesado.

«La industria de la automoción española está plenamente comprometida con la descarbonización del parque automovilístico al completo, desde turismos a vehículos pesados. Estamos centrando nuestros esfuerzos en cumplir con los objetivos marcados por la Comisión Europea y respaldados en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima. Una muestra de ello se refleja en la inversión de recursos y tiempo en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías sostenibles para alcanzar las cero emisiones previstas para el año 2030. Los fabricantes somos los líderes de la transición a la descarbonización, pero este cambio no podemos afrontarlo solos, es necesario un esfuerzo por parte de toda la sociedad, y es clave que fabricantes y administración comencemos a trabajar juntos para continuar con el avance de la expansión del nuevo modelo de movilidad», afirmaba el director general de la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), José López-Tafall, durante su intervención en el webinar.

Los representantes de las diferentes marcas de fabricantes: Ruggero Mughini, director general de Iveco en España y Portugal; Stéphane De Creisquer, director general de MAN Trucks & Bus Iberia; François Botinelli, director general de Renault Trucks; Sebastián Figueroa, director general de Scania Ibérica, y Giovanni Bruno, director general de Volvo Trucks España, coincidieron en el diagnóstico del estado de la movilidad sostenible de vehículos pesados.

Los fabricantes ven la descarbonización como una evolución que ya ha comenzado y la industria está preparada para el cambio. Actualmente existe una oferta de vehículos pesados impulsados por tecnologías sostenibles que irá aumentando para poder satisfacer los diferentes tipos

de demanda. Sin embargo, afirman que la colaboración de los entes públicos es fundamental para llegar a los objetivos marcados. «Este proceso de transición, adaptación y cambio debe ir acompañado por el desarrollo de una red de infraestructuras de recarga por toda Europa, además de una estabilidad y homogeneidad jurídica acompañada de un plan de incentivos para facilitar la descarbonización e impulsar el consumo», señalan desde ANFAC.

En la segunda mesa de debate, los agentes de la movilidad pertenecientes a la Administración dialogaron sobre la situación actual del desarrollo del vehículo pesado sostenible en España. La directora general de Transporte Terrestre del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Mercedes Gómez, señaló que «España debe afrontar el reto de la descarbonización. Los fabricantes deben continuar trabajando en la reducción de emisiones de los automóviles para que podamos cumplir con los objetivos marcados para las próximas décadas. Con los datos actuales, con las previsiones que tenemos, España está en una posición complicada de tener un porcentaje representativo de vehículos pesados de nuevas tecnologías en 2030».

Por otra parte, Jorge Ordás, subdirector general de Movilidad de la Dirección General de Tráfico, ha alertado del estado de envejecimiento del parque automovilístico en España, un hecho que «supone una tremenda dificultad para cumplir con los objetivos marcados. Es fundamental que se elabore un plan de ayuda estructural y previsible para aumentar la demanda de vehículos impulsados por energías sostenibles, tanto turismos como vehículos pesados. Hay que conseguir que las empresas de logística y distribución apuesten por las nuevas energías como los motores de hidrógeno, y para ello será necesario reducir el coste diferencial entre el diésel y los últimos modelos de energía de cero emisiones a través de ayudas al comprador para impulsar el consumo y la transición. Los fabricantes han dedicado mucho esfuerzo para alcanzar la electrificación, ahora es el turno de la administración de implementar medidas para desarrollar infraestructuras de recarga pública, aumentar la inversión en investigación para mejorar los tiempos de recarga de vehículos pesados e impulsar la modernización de fábricas».

José Manuel Ledo

Director de Movilidad del Grupo Bridgestone

“España tiene la oportunidad de desarrollar una completa cadena de valor del vehículo eléctrico”

Mónica Ramírez

El futuro de la movilidad sostenible está unido a los vehículos eléctricos, y al cambio disruptivo que van a suponer. Sus ventas representan todavía tímidas cuotas de ventas, al menos en España, pero todos los sectores involucrados se apresuran a calcular su impacto en los próximos años. Para José Manuel Ledo, director de Movilidad del Grupo Bridgestone, “la movilidad eléctrica es una solución para reducir la huella de carbono y, aunque no la única, sí es la más extendida y una alternativa real a otros tipos más tradicionales”. Ingeniero de Organización Industrial, Ingeniero Técnico Industrial (especialidad en Química) y Máster GEFCO (Dirección Comercial y Marketing) por ESIC, José Manuel Ledo se incorporó en 1994 al Grupo Bridgestone, tras unos primeros años profesionales desarrollados en el sector de la Banca y el paso por diversas Ingenierías. En la actualidad, es el director de Movilidad del Grupo Bridgestone, donde ha ocupado diferentes cargos directivos, y se encarga de coordinar este apartado para los tres “verticales” de la compañía: Bridgestone (Neumáticos y soluciones), First Stop (Retail) y Weebfleet Solutions (Telemática).

¿Qué es la movilidad sostenible? ¿Y en qué medida mejora la calidad de vida y el bienestar de la sociedad?

Hablar de sostenibilidad es hablar de futuro y pensar en el mismo en un doble sentido. Por un lado, pensar en “el mundo que vamos a dejar a nuestros hijos”; cuidando y mejorando todos aquellos factores que pueden alterar y condicionar la vida en el futuro. Por otro lado, “educar a nuestros hijos”, como futuros gestores de nuestro mundo para que lo sigan cuidando, para las siguientes generaciones venideras.

Al aplicar este concepto al desplazamiento de personas y mercancías en un entorno físico, obtenemos el concepto



José Manuel Ledo.

de movilidad sostenible. Existen dos grandes sectores capaces de repercutir y transformar este entorno, la energía y el transporte, sector este último en el que focalizo mi actividad actual.

El 27% de las emisiones GEI (Gases efecto invernadero) son provocadas por el transporte. La búsqueda de la reducción de la huella de carbono pasa ineludiblemente, entre otros factores, por buscar una nueva movilidad y ésta debe ser sostenible.

Existe una relación directa entre la reducción de la huella de carbono y su consecuente efecto sobre el calentamiento global y la mejora de calidad de vida y, por tanto, el bienestar social. Esta relación es inversamente proporcional; a medida que somos capaces de actuar reduciendo la huella de carbono, obtendremos una mejora en nuestra calidad de vida. Consecuentemente, hemos de reducir la emisión de GEI si ambicionamos mejorar este objetivo.

¿En qué situación nos encontramos en la actualidad en cuanto a movilidad sostenible se refiere? ¿Queda mucho camino por andar?

La emergencia climática, las brechas sociales, la disrupción tecnológica y ahora la crisis pandémica... nunca antes nos habíamos enfrentado a desafíos globales tan profundos como humanidad. La paradoja es que tampoco antes habíamos tenido tantas herramientas para superarlos. El siglo XXI nos viene a decir que el progreso no consiste en correr más en busca de la última innovación, sino en desplegar toda nuestra capacidad innovadora hacia la construcción de un mundo más humano y respetuoso con el planeta.

La pandemia ha venido a acelerar una serie de tendencias que ya estaban en marcha, como por ejemplo, el comercio electrónico o el teletrabajo, reduciendo las necesidades de movilidad personal y aumentando la de mercancías, incluida la logística de última milla.

El usuario cada vez demanda una mayor personalización bajo un modelo de movilidad como servicio. Para ello, es fundamental el papel de las plataformas de movilidad bajo demanda como agregadores de la oferta, en aras de conseguir la integración entre todos los modos de transporte, privados y públicos, individuales y colectivos.

En referencia al momento que nos encontramos, haría un simil comparativo con el mundo de la informática y la revolución que ello supuso: todos los avances en movilidad realizados hasta la fecha pueden representar un 40%-45% del *hardware*; en cuanto al *software*, no llevamos ni un 2-3% de las posibilidades de desarrollo que se nos presentan. En este sentido, el desarrollo de la tecnología 5G va a suponer un punto de partida donde entra en juego el valor del dato. El dato es poder. Sin embargo, aunque los datos son clave, necesitamos interpretarlos y transformarlos en información para facilitar la toma de decisiones.

COMPARATIVA EMISIONES		
VE: Cero emisiones: Circulación		
VE: 51% emisiones se generan en la fabricación (40% SÓLO EN LA BATERÍA)		
Comparativa: (incluida la obtención de energía en origen)		
Gasolina	Híbrido enchufable	Eléctrico
143g CO ₂ /km	92,5g CO ₂ /Km	60g CO ₂ /km
...	-36%	-58%
		(Carga con energías renovables)
		-70%

Tabla 1. Comparativa de emisiones medias de un vehículo eléctrico (VE) frente a uno híbrido y otro de combustión tradicional.

Con la digitalización, estamos ante una revolución del sector de automoción y movilidad. La toma de decisiones se hará de forma real e instantánea. Con anterioridad a este nuevo paradigma, la toma de decisiones se hacía a ciegas o de forma predictiva.

Últimamente se está hablando mucho de la movilidad eléctrica como una solución a la reducción de la huella de carbono. ¿Cuáles son las ventajas que aporta en comparación con otros tipos más tradicionales de movilidad?

La movilidad eléctrica es una solución para reducir la huella de carbono y, aunque no la única, sí es la más extendida y una alternativa real a otros tipos más tradicionales. El vehículo eléctrico es un claro camino hacia la descarbonización del transporte. Aunque para ello, además de la electrificación del parque móvil, es necesario seguir aumentando el peso de las energías renovables, e incluso de la nuclear, en el mix eléctrico para reducir la huella de carbono del ciclo de vida completo (desde la fabricación del vehículo, hasta el reciclaje de las baterías).

Las transiciones energéticas y del transporte van de la mano. Además, existe una dualidad entre el vehículo eléctrico y la red eléctrica. El vehículo eléctrico es un elemento más de las redes inteligentes, pues en algunos periodos actúa como un consumidor, y en otros como un almacenador distribuido, pudiendo ser utilizado para aplanar los desequilibrios entre generación y consumo.

¿Y los principales inconvenientes y factores limitantes a los que se enfrenta para llevar a cabo una implantación generalizada?

La industria de la automoción está inmersa en el mayor proceso de cambio en décadas, debido a la necesaria des-

carbonización del transporte, la creciente digitalización de la economía y a los cambios socioculturales, y en las pautas de consumo de la sociedad. Como resultado de ello, surgen nuevas alternativas al vehículo de combustión en propiedad, y comienza a consolidarse un nuevo paradigma de vehículo eléctrico, conectado y autónomo. A la hora de tomar decisiones al respecto son múltiples los factores a considerar y tener en cuenta: la automoción representa en el panorama nacional un 10% PIB y 18% del total de las exportaciones; es necesaria la colaboración público-privada para el desarrollo infraestructural de la nueva movilidad, y la percepción del usuario, donde precio, autonomía e infraestructura de recarga son aún tres retos a superar en el corto plazo. Todos ellos son factores que, aunque en vías de solventar, no son un proceso fácil ni, por tanto, tan rápido como todos deseáramos.

A pesar de ello, ¿qué puede aportar el mercado español al resto de los países europeos en materia de movilidad eléctrica?

España tiene la oportunidad de desarrollar una completa cadena de valor del vehículo eléctrico que permita la necesaria transformación de nuestra industria de automoción y que, además, incentive el desarrollo e implantación de las compañías de nueva creación que encuentran menores barreras de entrada al nuevo sector de la movilidad.

Desde la fabricación de baterías y vehículos hasta todo lo relacionado con la infraestructura de recarga, es fundamental que en los próximos 5 años España desarrolle una industria propia, que permita mantener la actual posición como el 2º mayor fabricante de vehículos de Europa y 9º a nivel mundial. Las últimas noticias sobre la fabricación de VE en

España y la construcción de una fábrica de baterías para estos vehículos son muy esperanzadoras.

La Comisión Europea tienen la pretensión de que haya 30 millones de coches eléctricos y 80.000 camiones "limpios" en 2030, lo que supondría multiplicar la flota por 50 en 10 años; algo que la industria automotriz no ve factible. ¿Hay motivos para el pesimismo en este sentido?

El objetivo está marcado y esa es la meta a conseguir; más que centrarnos en las dificultades para alcanzar dicho objetivo, tendríamos que fijarnos en "cómo" lo vamos a conseguir. Además, es necesario, como comentábamos al principio, que seamos todos y cada uno de nosotros individualmente conscientes de lo que tenemos que aportar para alcanzar estos objetivos.

La salud del planeta no es algo que corresponda, de forma exclusiva, a las grandes empresas o a los organismos públicos, es responsabilidad de todos. Si no lo entendemos así, no lo conseguiremos y esa es la verdadera dificultad.

Además del vehículo eléctrico, ¿qué otros medios de transporte entran dentro de la sostenibilidad, especialmente en los ambientes urbanos?

El vehículo eléctrico es el único camino hacia la descarbonización total del transporte. En su proceso de mejora continua primero fue híbrido, luego PHEV, ahora BEV, y después vendrá la pila de combustible (H₂), si se consigue resolver los problemas de costes, pero el vehículo seguiría siendo eléctrico.

No obstante, la movilidad sostenible pasa por la combinación del vehículo adecuado para el uso y el momento adecuado, y aquí entra todo un mundo de posibilidades relacionadas con el transporte sostenible: la micromovilidad (patinetes, bicicletas...), uso del transporte público, uso de vehículos de última milla (reparto de mercancías), desarrollo de HUBS de movilidad (optimización de rutas), uso de vehículos compartidos... e innumerables opciones e incalculables oportunidades, que hacen que este mundo de la nueva movilidad sea una apasionante aventura a desarrollar.

¿Cómo se imagina la movilidad del futuro?

La movilidad del futuro pasa por ser una clara y múltiple oferta de soluciones de servicios adaptados a las necesidades

OTRAS VENTAJAS	
Mantenimiento: VE 30% menor vs ICE.	
Eficiencia energética y coste recarga	
Para recorrer 100 km	
VE	ICE (Gasolina)
13 Kwh	7 l/100 km – 45 kwh
(0,10 €/Kw)	(1,30 €/l)
1,30 €/100 km	9,10 €/100 km

Tabla 2. Otras ventajas del vehículo eléctrico (VE) frente al de combustión tradicional (valores medios).

de cada usuario, donde el concepto de “propiedad” desaparece y se sustituye por un modelo de pago por uso. Este nuevo paradigma de la movilidad y la evolución de la demanda, que progresivamente va desplazándose de la “compra de vehículo en propiedad” hacia la “compra de servicios de movilidad”, permite vislumbrar una consolidación de los modelos de pago por uso, como por

ejemplo, el vehículo compartido o de alquiler en sus distintas versiones.

En referencia a los vehículos, sí hay una clara tendencia en el futuro de los mismos, la denominada CASE: los vehículos tienden a ser conectados, autónomos, compartidos y eléctricos (cero emisiones). La evolución y el continuo desarrollo de la tecnología nos va a permitir desarrollar modelos que hasta

hace poco tiempo eran inimaginables, un ejemplo claro en este sentido es la evolución a la tecnología 5G.

Para finalizar, me gustaría hacer una breve referencia a la misma y a su impacto, ya que, en la práctica, va a permitir el desarrollo del vehículo autónomo. Por un lado, la hiperconectividad V2X permitirá conectar más dispositivos que transmitirán una mayor cantidad de datos y, por otro lado, la muy baja latencia supondrá tiempos de respuesta menores incluso a los de un conductor humano.

“La regla de los tres 5”: la tecnología 5G ofrece un periodo de latencia por debajo de los 5 milisegundos, lo que en la práctica permitirá la comunicación en tiempo real del vehículo con su entorno y abrirá la puerta al desarrollo del vehículo autónomo de nivel 5. Todo un mundo de novedades y oportunidades por descubrir.

Alianza estratégica entre Iberdrola, SEAT S.A. y Grupo Volkswagen para acelerar la movilidad eléctrica en España

SEAT S.A., Iberdrola y Grupo Volkswagen han reforzado su apuesta por la movilidad eléctrica con la firma de una alianza estratégica para dar un nuevo impulso a la electrificación en España. El acuerdo de colaboración, que se ha firmado en marzo, en el marco del Power Day organizado por el Grupo Volkswagen, tiene como principales objetivos suministrar energía renovable en la cadena de valor del vehículo eléctrico, desarrollar y crear una red de infraestructura de recarga pública.

En primer lugar, este plan estratégico contempla el suministro de energía renovable a las instalaciones del Grupo Volkswagen en la Península Ibérica. Así, el Grupo Volkswagen da un paso más en su objetivo de convertirse en una compañía neutral para el medio ambiente en 2050, en línea con lo que marcan los Acuerdos de París. El acuerdo convierte a Iberdrola en el *partner* energético de referencia, que permitirá al Grupo de automoción alcanzar estos objetivos.

La alianza, extensible a otros países, contempla también el suministro de energía con garantías de origen renovable (GdO) y de otras soluciones energéticas a los clientes finales del Grupo y su red de concesionarios.

Otro de los ámbitos clave de actuación del acuerdo para impulsar la electromovilidad será la contribución al desarrollo de la infraestructura de recarga en el país. Los tres socios estiman que, teniendo en cuenta la evolución prevista del parque de vehículos eléctricos en España, se necesitaría el despliegue de una red de alrededor de 350.000 puntos de recarga pública urbana e interurbana a 2030. Iberdrola despliega un plan de infraestructura de recarga pública que

asegurará una capilaridad suficiente de puntos de recarga, incluyendo carga rápida y ultrarrápida (HPC), para dar servicio a los principales corredores y ciudades del país.

“Con la firma de este acuerdo, sentamos las bases para el futuro de la movilidad eléctrica en la Península Ibérica, en un paso definitivo hacia su electrificación. España tiene un gran potencial para convertirse en un *hub* de movilidad eléctrica en Europa, y para ello hay que transformar la segunda mayor industria europea del automóvil”, señala el CEO del Grupo Volkswagen y presidente del Consejo de Administración de SEAT S.A., Dr. Herbert Diess.

Por su parte, Ignacio Galán, presidente de Iberdrola, ha destacado que “el acuerdo muestra el potencial de la unión de líderes de la industria para acelerar la descarbonización de la economía y su enorme impacto positivo en el entorno y la biodiversidad, así como en la recuperación económica, fortaleciendo la cadena de valor y creando millones de puestos de trabajo sostenibles en toda Europa”. A lo que ha añadido que “contamos con la tecnología, las capacidades, el conocimiento y la determinación para crear juntos un modelo más sostenible para todos y configurar un ecosistema que permita a nuestro país seguir liderando este ámbito a nivel europeo. Esta alianza estratégica representa un paso de gigante en este camino”.

A su vez, el presidente de SEAT S.A., Wayne Griffiths, ha afirmado que “estamos en un momento histórico en el que tenemos la oportunidad de sentar las bases para el futuro industrial y sostenible en España. Para ello, el primer paso es crear un ecosistema para vehículo eléctrico”.

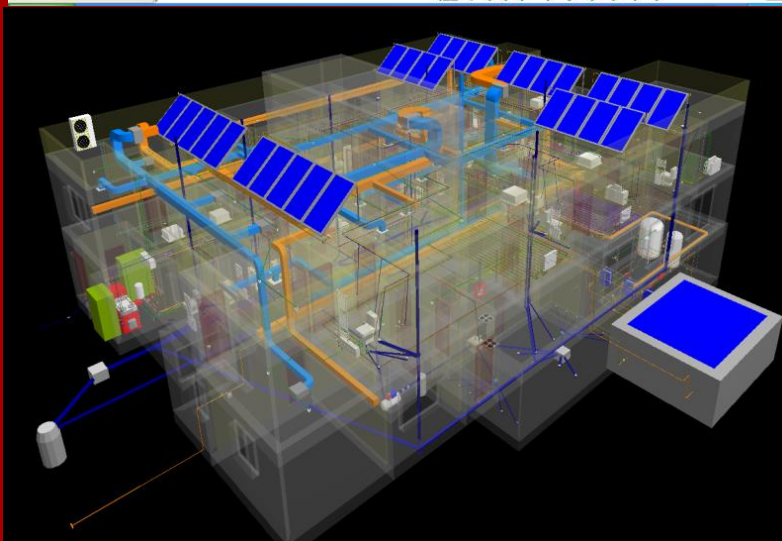
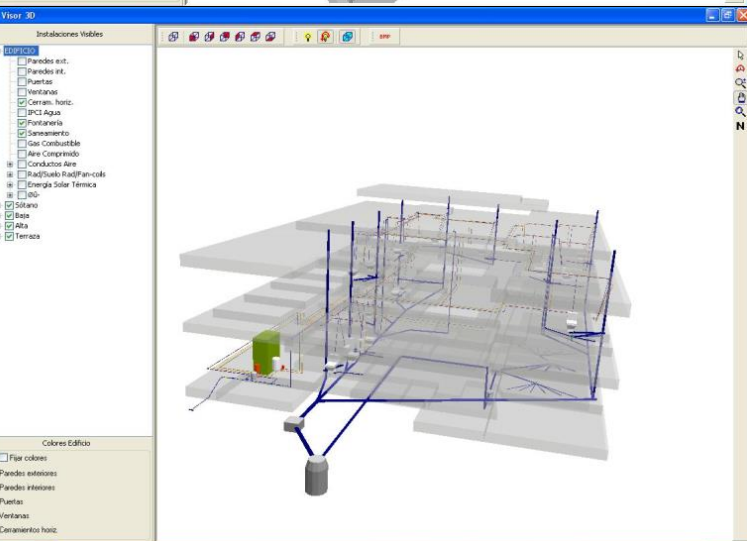
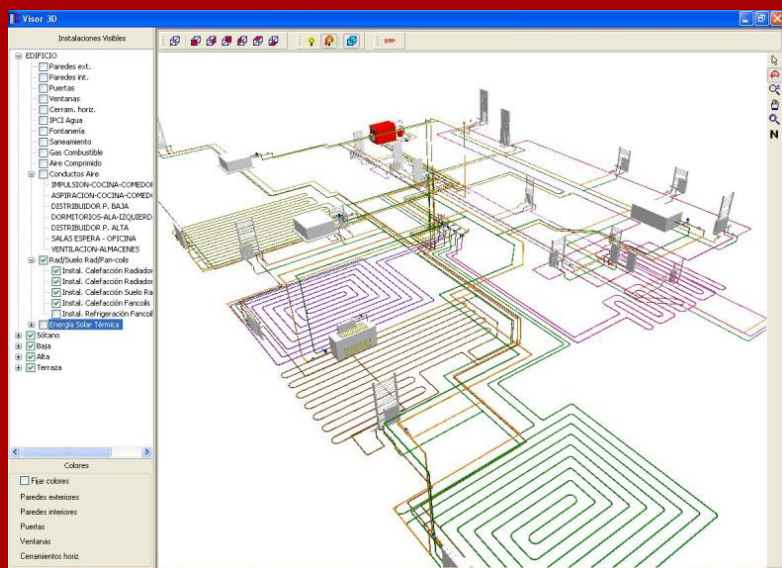
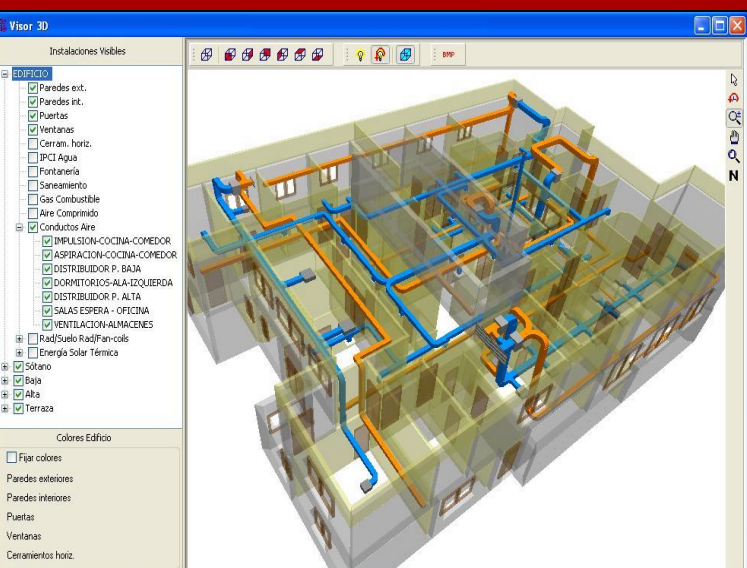


Edificación

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

Urbanización

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



CTE
CÓDIGO TÉCNICO
DE LA EDIFICACIÓN

RITE

RBT

Nuevo Reglamento AT
(RD 223/2008)

RLAT

Reglamento Combustibles
Gaseosos (RD 919/2006)

RCG

SENCILLEZ EN EL MANEJO, POTENCIA EN EL CÁLCULO

Jacinto Gómez Hinojo

Responsable del Parque Móvil de EMASESA y experto en movilidad sostenible

“La red de puntos de suministro para la movilidad eléctrica debe ser la prioridad”

Mónica Ramírez

Jacinto Gómez Hinojo, Ingeniero Técnico Industrial por la Universidad de Sevilla, es responsable del Parque Móvil de EMASESA, empresa pública que suministra agua a más de un millón de ciudadanos de Sevilla y su área metropolitana. Además, forma parte de las Comisiones de Eficiencia Energética y de Movilidad Sostenible que el Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Sevilla (COGITISE) ha creado desde su Junta de Gobierno, para impulsar estas materias en esta nueva legislatura, iniciada el pasado mes de diciembre y en la que repite como decana Ana M^a Jáuregui Ramírez.

Europa ya ha avisado: los Estados miembros deberán alcanzar en 2030 el 35% de vehículos “limpios”, en coches y furgonetas. ¿Cuáles son los grandes retos y desafíos a los que se enfrentan las empresas y organizaciones en materia de movilidad sostenible?

En muchas ciudades se han alcanzando índices de contaminación que hacen irrespirable el aire y agravan las enfermedades respiratorias y cardiovasculares causando cada vez más muertes prematuras. Esta contaminación tiene su principal causa en el tráfico intenso que se concentra en las grandes ciudades. Por otro lado, el calentamiento global del planeta, como consecuencia del efecto invernadero causado por el incremento de las emisiones de CO₂ y otros gases por la actividad humana, es un fenómeno que está alterando el clima y todos los ecosistemas del planeta, con lluvias, temperaturas y sequías cada vez más extremas y efectos devastadores.

Este mensaje, avalado por la comunidad científica y constatado por cada vez más evidencias, debería ser suficiente para que empresas, administraciones y ciudadanos en general tomáramos conciencia sobre ello, y pasáramos a la acción adoptando prácticas sostenibles en



Jacinto Gómez Hinojo

“La implementación de las prácticas de movilidad sostenible implican cambios importantes y una adecuada gestión”

todas nuestras actividades, no sólo en movilidad, también en eficiencia energética, elección de fuentes renovables y hábitos sostenibles para acelerar así la reducción de emisiones, antes incluso de lo que exige la Unión Europea. Para mí éste es el mayor desafío al que se enfrenta nuestra sociedad, pues una vez tomado conciencia de ello, se podrán abordar con éxito los retos para la implantación de medidas de movilidad sostenible. Hace falta para

ello educación ambiental en todos los ámbitos, no sólo para las siguientes generaciones; es muy necesaria también para las actuales, especialmente para aquellos que toman las decisiones.

Cada vez más, las empresas deciden prepararse para el cambio energético apostando por la movilidad eléctrica. La descarbonización de flotas es un aspecto clave dentro de un plan de sostenibilidad. ¿Cuáles son las claves de una gestión de flotas eficiente en el ámbito de la movilidad sostenible?

La implementación de las prácticas de movilidad sostenible implican cambios importantes y su efectividad depende en gran medida de la implicación de las personas involucradas. Para ello es muy importante una adecuada gestión de

los cambios, con una implantación progresiva, probando primero a pequeña escala y en función de sus resultados ir ampliando y mejorando continuamente. Los cambios deben suponer mejoras que los hagan atractivos e incentiven la transición desde las prácticas anteriores y desde un principio debemos contar con la participación de los implicados y con el respaldo de la dirección de la organización.

Otra de las claves para una gestión de flotas eficiente está en la adopción de criterios de sostenibilidad con una visión holística y a largo plazo, considerando todo el ciclo de vida de los vehículos, planificando la sustitución progresiva por vehículos de energías alternativas adecuadas a cada caso, con una reducción continua de la huella de carbono, con medidas en todos los ámbitos de la flota, vehículos, utilización, organización y especialmente centradas en los conductores.

Por último, sirve de gran ayuda el uso de tecnologías innovadoras como la telemática o coche conectado, que permite conocer en tiempo real todos los datos relevantes del uso de los vehículos, facilitando la toma de decisiones y aportando herramientas de ayuda a los conductores, así por ejemplo, se puede disponer de los recorridos diarios de los vehículos para una mejor selección de los que pueden ser electrificados o de la evaluación del estilo de conducción, para que los conductores puedan corregir sus prácticas poco eficientes.

¿Qué beneficios tiene para las empresas invertir en movilidad eléctrica?

El vehículo eléctrico aporta principalmente ventajas medioambientales, son vehículos de cero emisiones locales, no tienen tubo de escape, no emiten NO_x , ni partículas, ni CO_2 . Por tanto, si sustituimos un vehículo diésel por otro equivalente eléctrico, su contribución a la reducción de emisiones es máxima al reducirlas a cero. Tampoco emiten ruido ni olores y, además, generan menos residuos en su mantenimiento, pues no hay aceite de motor, ni filtros, etc.

El motor eléctrico es, además, mucho más eficiente y recupera energía en las frenadas. Y la energía eléctrica que consumen tiene cada vez una componente mayor de renovables, pudiéndose contratar en cualquier caso con garantía de origen renovable.

También en su utilización tienen múltiples ventajas que favorecen la actividad, facilidades para aparcar, pueden circular por vías reservadas, acceder a zonas de bajas emisiones y restringidas.

Para los conductores ofrece una experiencia de usuario muy satisfactoria, con cambio automático, mayor aceleración con par máximo desde la salida y una conducción más segura, con más estabilidad por tener más peso y bajo centro de gravedad.

“La sostenibilidad se alcanza cuando la mejora del medioambiente va acompañada de rentabilidad económica”

¿Qué papel juega la rentabilidad económica en esta gestión?

La sostenibilidad se alcanza cuando la mejora del medioambiente va acompañada de rentabilidad económica y beneficios sociales. A día de hoy la electrificación de flotas por sí sola no suele resultar rentable en términos económicos a corto plazo, por eso es clave evaluar la rentabilidad en cómputo global de la flota y a mayor plazo. En este sentido, con prácticas de movilidad sostenible como la digitalización de actividades para evitar desplazamientos, el carsharing o la planificación de rutas, se optimiza la flota necesaria reduciendo el número de vehículos, se incrementa la productividad y se reduce la factura de carburantes. Estos ahorros, sumados a los que obtendremos a lo largo de su vida útil por sus menores costes de utilización, podrán compensar su mayor coste. Incluso se podrá alcanzar la rentabilidad antes cuanto más kilómetros se realicen, ya que el coste de la electricidad frente al diésel supone una reducción de costes hasta una quinta parte, si se recarga en horario nocturno y los costes de mantenimiento son también menores, aproximadamente la mitad. Las administraciones también están ayudando a compensar los mayores costes iniciales con subvenciones a la adquisición, exención del impuesto de matriculación y reducción del impuesto de vehículos de tracción mecánica.

¿Qué problemas y obstáculos pueden encontrar las empresas y organizaciones?

En segmentos como los vehículos industriales más grandes y pesados, la oferta de vehículos de energías alternativas todavía es testimonial y no tienen precios competitivos. A esto se suma la falta de puntos de suministro donde poder abastecerse en cualquier territorio. Si no se instalan puntos de suministro porque las grandes inversiones que hay que realizar no se rentabilizan, si no hay vehículos que puedan consumir y viceversa, no se venden vehículos porque no hay donde abastecerlos, no pueden desarrollarse estas energías alternativas. En este sentido, no debe haber discusión, la red de puntos de suministro debe ser la prioridad, como así lo demuestran iniciativas de fabricantes de vehículos como Tesla, que han desplegado puntos de suministro cubriendo gran parte del territorio y están alcanzando las mayores cuotas de mercado en su segmento. Por otro lado, si se subvencionan estos puntos de suministro, debería ser a cambio de que los precios de la energía tuvieran precios razonables. En cualquier caso, las administraciones deben considerar estos proyectos de instalación de puntos de suministro como instalaciones estratégicas de interés general y agilizar todos los procedimientos administrativos, que además suelen ser muy dispares de unas zonas a otras.

¿Qué tipo de ayudas pueden obtener las empresas para llevar a cabo estas iniciativas?

Actualmente está en vigor el programa MOVES II de Impulso a la Movilidad Eficiente y Sostenible del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. Este programa está coordinado por el IDAE y son las CC.AA. como en el programa anterior, las que se encargan de su convocatoria y su gestión.

En este programa se conceden ayudas para cuatro tipos de actuaciones, para la compra o alquiler en renting de vehículos de energías alternativas, las empresas pueden beneficiarse de ayudas de diferentes cuantías según su categoría y energía alternativa, GLP, GNV, híbridos enchufables, eléctricos puros de baterías o de pila de hidrógeno. Además no es obligatorio el achatarramiento de un vehículo equivalente en el caso de turismos M1 o furgonetas N1 como en la convocatoria anterior, aunque si se destina a desguace un vehículo matriculado antes del 1 de enero de 2013, se incrementa el importe de la ayuda.

Como actuaciones 2, están disponibles ayudas de un 30% del coste de la Infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, tanto públicos como privados. Y se subvencionan también con un 30% la implantación de sistemas de préstamo de bicicletas eléctricas, incluido el coste de las bicicletas, y finalmente las actuaciones 4 están subvencionadas con un 40% para la implantación de actuaciones de movilidad sostenible a los centros de trabajo, siendo medidas incluidas en planes de movilidad o de transporte al trabajo de la empresa que lo solicita.

No obstante, estas ayudas han tenido hasta el momento una falta de continuidad que han originado altibajos en la demanda, que perjudica la estabilidad del mercado. Sin embargo, parece que en esta ocasión ya está prevista la dotación de presupuesto de un nuevo plan, que debería ponerse en marcha con agilidad y coordinación entre Estado y Comunidades Autónomas, para que no haya discontinuidad en estas ayudas todavía necesarias.

Los conductores de vehículos también pueden contribuir con sus actuaciones en la movilidad sostenible, ¿cómo pueden ser más eficientes?

Claro que sí y su contribución es muy importante, no olvidemos que la eficiencia en la movilidad incide directamente en la productividad y, por tanto, en los resultados de nuestra actividad. Por ello debemos tener siempre presentes a los conductores en todos los planteamientos, conseguir su compromiso con la sostenibilidad y hacerles partícipes de los objetivos que perseguimos con cada acción de movilidad sostenible.

Más allá de las prácticas de conducción eficiente, que todos debemos conocer y practicar, y que además coincide con la conducción más segura, los conductores pueden también, según qué caso y función, adoptar comportamientos de gestión de movilidad sostenible, como son evitar el desplazamiento si es posible alternativa a distancia, elegir el medio de desplazamiento disponible más eficiente, agrupar desplazamientos, planificar trabajo, rutas, conocer destino, aparcamiento, llevar todo lo necesario para evitar viajes fallidos, no llevar sobrepeso con lo no necesario, revisar presiones de neumáticos, optimizar los viajes por tiempo, peso y distancia, etc.

“Debemos tener siempre presentes a los conductores en todos los planteamientos, y conseguir su compromiso con la sostenibilidad”

“Confío en que la movilidad motorizada del futuro será cero emisiones, con el hidrógeno verde como fuente de energía”

Muchas de estas prácticas, de tipo organizativo, deben ser planificadas por la empresa y en el caso de la optimización de rutas, existen aplicaciones con potentes algoritmos que utilizan las últimas tecnologías de vehículo conectado y big data para la optimización en tiempo real de rutas y recursos que alcanzan grandes rendimientos, y se amortizan rápidamente.

Y en el ámbito de los planes municipales de movilidad urbana sostenible (PMUS), ¿qué condicionantes y medidas es necesario tener en cuenta?

En los nuevos desarrollos de expansión de las ciudades se pueden planificar los espacios en lo que se llama Desarrollo Urbano Sostenible o DUS, pero en las zonas ya construidas, el espacio es limitado y el ancho disponible de una calle ha de repartirse para los distintos usos, accesos a viviendas y garajes, aceras para peatones, mobiliario urbano, terrazas de hostelería, zonas verdes, zonas de aparcamiento, vías reservadas para bicicletas y autobuses, y carriles para el resto de vehículos. Los PMUS abordan la compleja tarea de reorganizar el espacio disponible para los distintos usos, analizan cómo nos desplazamos e incorporan medidas para conseguir modos más sostenibles que hagan compatibles crecimiento económico, cohesión social y defensa del medio ambiente para una ciudad más disfrutable e integradora. En general, se tiende a recuperar espacios para el peatón, favorecer los desplazamientos en bicicleta o VMP, priorizar el transporte público, delimitar

horarios para el transporte de mercancías y restringir el acceso a los vehículos privados en general o a los más contaminantes, sobre todo en zonas céntricas.

¿Podría hablarnos de alguna iniciativa concreta que se haya llevado a cabo en este sentido, a modo de ejemplo?

Particularmente me parecen muy efectivas las supermanzanas, en las que mediante direcciones obligatorias se desvía el tráfico de paso a la periferia de la agrupación de manzanas, se reduce el tránsito por el interior a residentes y servicios de reparto y esenciales, y se gana espacio en el interior para peatones, espacios verdes y actividades sociales.

¿Qué medidas podrían llevar a cabo los ciudadanos, a título particular, para contribuir a una movilidad más sostenible?

Esta pandemia y los confinamientos han dejado como positivo el convencimiento de que la movilidad es esencial pero también que hay que cambiar hacia una movilidad más respetuosa con el medioambiente y ganar espacio para las personas. Esta concienciación ciudadana tiene que materializarse en acciones, pues como consumidores tenemos en nuestra mano mucho poder para acelerar el cambio, como por ejemplo elegir productos de proximidad, comprar en establecimientos de barrio a los que podamos llegar fácilmente andando, utilizar preferentemente bicicleta o el transporte público, o elegir vehículos eficientes.

¿Cómo será la movilidad del futuro?

Confío en que la movilidad motorizada del futuro será cero emisiones, con el hidrógeno verde, generado con fuentes renovables, como almacén y fuente de energía. Hasta entonces, la movilidad eléctrica seguirá ganando terreno a la propulsión con combustibles fósiles y en el transporte pesado ganará protagonismo el gas natural, todo ello acompañado de una transición energética hacia fuentes renovables, tanto en el caso de la electricidad como del gas natural. La tecnología traerá también importantes cambios, como la conducción autónoma, nuevos medios de transporte de todo tipo y nuevas fórmulas de acceso a la movilidad. Tendremos, por tanto, una movilidad cero emisiones, autónoma, compartida, conectada, no intrusiva, segura e inclusiva.

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



Barómetro Industrial 2020: La situación de la industria en España

El pasado mes de febrero se presentaba oficialmente el informe nacional del IV Barómetro Industrial del COGITI - Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2020, que este año ha cumplido su cuarta edición

Mónica Ramírez

El pasado 11 de febrero, el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) llevó a cabo la presentación de la cuarta edición del Barómetro Industrial, en colaboración con el Consejo General de Economistas de España (CGE), cuyo Servicio de Estudios (Cátedra EC-CGE) ha elaborado el informe *Una perspectiva económica de la situación de la industria en España: actualización 2020*, que se incluye en esta edición del Barómetro, que cuenta también con la colaboración de la Fundación Caja de Ingenieros.

En el año 2017, el COGITI decidió llevar a cabo esta iniciativa, que tiene como objetivo conocer la percepción del colectivo sobre el sector industrial. Con el informe del Barómetro Industrial se pretende ofrecer datos relevantes y que sean de interés en la toma de decisiones, tanto para los representantes del ámbito público como para el sector privado. La finalidad es realizar un estudio sociológico completamente independiente, elaborado por la citada institución, en colaboración con los 49 colegios profesionales distribuidos por toda la geografía española. A través de las respuestas ofrecidas por ingenieros técnicos industriales y graduados en Ingeniería de la rama industrial, que representan proporcionalmente a la práctica totalidad de los ámbitos productivos, se valora la situación sectorial en nuestro país, a nivel nacional, y se compara al mismo tiempo con la apreciación que estos profesionales tienen del contexto de su región.

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

Las respuestas se obtienen a través de la realización de una encuesta por vía tele-

mática, y los resultados del año en curso se comparan con los del año anterior. La encuesta on line se realizó entre octubre y diciembre de 2020, y a ella contestaron 3.340 ingenieros con una media de edad entre 40 y 49 años (37%), de los cuales el 89% eran hombres frente a un 11% de mujeres. Hay un alto porcentaje de empleabilidad (82%) y gran mayoría son trabajadores por cuenta ajena (60,33%), seguidos de trabajadores por cuenta propia (30,77%) y funcionarios (8,9%). La mayoría trabaja en el sector de servicios de Ingeniería (33%), seguido del sector industrial (24%).

Situación actual de la industria en España

Con respecto a la situación actual de la industria en España, la respuesta mayoritaria, aunque por muy poco margen, corresponde a la escala intermedia, con un 42,84%. Sin embargo, el 51,8% considera que es mala o muy mala (42,34% y 9,46% respectivamente), frente al 5,36% que opina que es buena o muy buena (5,27% y 0,09%). La percepción de los ingenieros es notablemente más negativa que en 2019: el 25,28% marcó las opciones de mala y muy mala (22,25% y 3,03%), un 56,23% optó por la intermedia, y un 18,49% consideraba que era buena o muy buena (17,94% y 0,55%).

En cuanto a la situación de la industria en sus respectivas regiones, el 54,22% de los ingenieros encuestados la califica como mala o muy mala (38,62% y 15,6% respectivamente), mientras que el 34,70% se decanta por el nivel intermedio, y tan solo el 11% restante considera que es buena o muy buena (10,69% y 0,39%). Estas respuestas son también más negativas que en 2019, cuando el 39% la consideraba mala o muy mala (29,62% y 9,37%), el 38% lo valoraba en un nivel intermedio, y el 23% de los ingenieros pensaba que dicha situación era buena o muy buena (20,87% y 2,18%).

Descontento con las Administraciones

Por otra parte, cabe destacar que, de nuevo, existe un cierto descontento con las Administraciones nacional y regionales, en lo que respecta a las medidas tomadas para desarrollar y fomentar el sector industrial. Un 67,15% considera que los incentivos a la industria promovidos en su región son insuficientes (un 38,59% opina que estas medidas son malas y un 28,56%, muy malas), y alcanza el 70,33% de descontento cuando se traslada esta misma pregunta al ámbito nacional (36,08%, malas, y 34,25%, muy malas). Estos datos reflejan una desconfianza todavía mayor que en 2019, cuando se obtuvieron unos porcentajes, del 56% (ámbito regional) y del 53,92% (ámbito nacional), respectivamente.

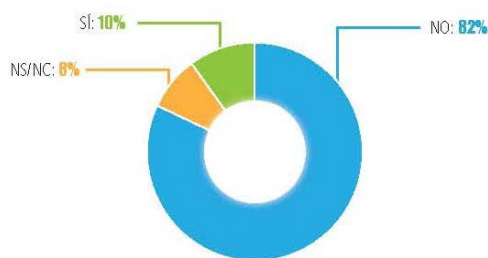
Situación laboral

El Barómetro Industrial 2020 refleja también la valoración que realizan los trabajadores sobre la empresa donde trabajan. En líneas generales, casi el 62% de los trabajadores por cuenta ajena considera que su situación laboral es buena o muy buena (46,02% y 15,64%, respectivamente), frente a un 10% que la considera mala o muy mala (7,25% y 2,56%).

Además, un 52% de los ingenieros encuestados opina que la crisis generada por la COVID-19 ha afectado a la situación económica de su empresa, mientras que un 41% considera que no lo ha hecho en gran medida, y un 7% no lo tiene claro, al responder NS/NC (no sabe/no contesta). Por su parte, un 67,71% ve bastante o muy probable la posibilidad de mantener su puesto de trabajo actual (44,29% y 23,42% respectivamente).

En el caso de los trabajadores por cuenta propia (empresario o autónomo), un 26,92% piensa que la situación económica actual de su empresa es buena o muy buena (23,31% y 3,61%), un porcentaje ligeramente superior a los que la conside-

¿Dada la situación de crisis sanitaria existente, cree que la Administración está llevando a cabo las actuaciones necesarias para impulsar la economía de España?



ran mala o muy mala, el 22,61% (17,25% y 5,36% respectivamente). La respuesta mayoritaria corresponde a la opción intermedia, con un 50,47% de las respuestas.

En relación a la evolución económica de su empresa en los próximos años, el 43,59% la sitúa en una escala intermedia, mientras que el 31,12% opina que será buena o muy buena (27,27% y 3,85%), y el 25,26 considera que será mala o muy mala (21,33% y 3,93%). En 2019, tan solo el 10,62% de los encuestados optaron por esta última respuesta, por lo que su visión en 2020 es considerablemente más pesimista, debido seguramente al panorama de crisis que ha provocado la pandemia del coronavirus.

Por otra parte, un 60% de los trabajadores por cuenta ajena ha indicado que su empresa no ha tenido que someterse a ninguna situación de ERTE, mientras que el 38% ha manifestado que sí ha sido necesario. Además, el 78% ha tenido que teletrabajar en algún momento, y el 42% prevé seguir haciéndolo; el mismo porcentaje que cree que no seguirá en la modalidad de teletrabajo. Por su parte, un 16% no lo tiene claro.

Otro dato relevante es el hecho de que el 75% de los trabajadores por cuenta propia cree que, a pesar de las dificultades actuales, mantendrá el número de empleados de su empresa, frente a un 15% que considera que la tendencia será

a disminuir y tan solo un 10% piensa que realizará nuevas contrataciones. Asimismo, el 73% señala que no ha tenido que prescindir de ninguno de sus trabajadores, mientras que el 9% aboga por la respuesta afirmativa. El resto, 18%, no lo ha dejado claro, al marcar la opción ns/nc.

Por su parte, el 71% indica que no ha sido necesario acogerse a ninguna situación de ERTE, mientras que el 14% manifiesta lo contrario. El 15% restante ha preferido marcar la opción de ns/nc.

A la pregunta de si ha tenido que prescindir de alguno de sus trabajadores por la situación de crisis sanitaria generada por la COVID-19, la gran mayoría, el 73%, ha señalado que no, frente a un 9% que ha contestado afirmativamente, y un 18% ns/nc.

Por último, el 44% de los trabajadores por cuenta propia señala que el presupuesto de su empresa para el año 2021 se reducirá un 30%; un 23% cree que se mantendrá igual que lo previsto o que mejorará; y un 8% considera que perderá más del 50% para compensar la cuenta de resultados. El 12% opina que se reducirá en un 10% y el 3% restante que lo hará en un 5%.

Por otra parte, en el bloque de los desempleados, el 30% reconoce haber perdido su trabajo a causa de la crisis generada por la COVID-19, frente a un 64% que indica que no ha sido por dicho motivo, y

un 6% no lo tiene del todo claro.

Temas de actualidad

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

Impacto de la COVID-19 en el ámbito industrial

Preguntados por el impacto que tendrá la crisis del coronavirus en el ámbito industrial para los próximos meses, algo más de la mitad de los ingenieros encuestados, el 56%, cree que dicho sector se va a reducir entre el 5 y el 25%. Por su parte, otro amplio 30% opina que se reducirá en más de un 30%. Las demás opiniones, aunque minoritarias, nos indican que un 7% piensa que no variará, un 5% que aumentará entre el 5% y el 25% y, por último, un 2% que aumentará en más del 30%

Teletrabajo

A la hora de considerar la modalidad de trabajo como una buena opción y valorar si las empresas en la actualidad están preparadas para obtener el mismo rendimiento, la mayoría de los ingenieros sondeados opina que no, con un amplio 84%. Tan solo el 12% cree que sí, y un 4% se mantiene al margen.

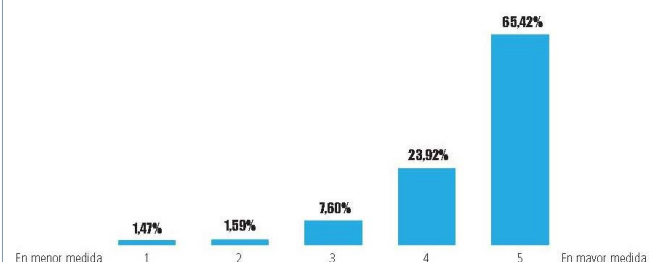
Utilización de leyes impositivas

A los encuestados se les ha preguntado cómo valoran la utilización de leyes impositivas en algunas industrias para combatir la escasez de recursos frente a la COVID-19. La respuesta mayoritaria es la intermedia (36,98%), seguido de las respuestas negativas (33,74% mala y 19,49% muy mala). En la otra parte se situaría el 9,79%, correspondientes a buena y muy buena (7,84% y 1,95%, respectivamente).

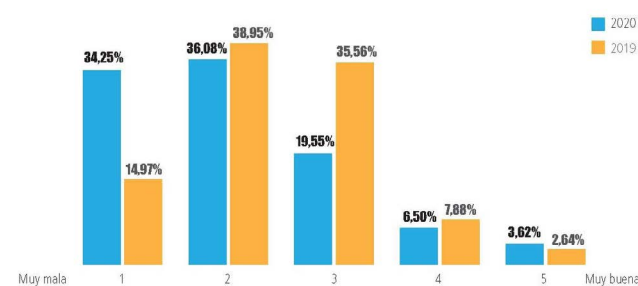
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía Española

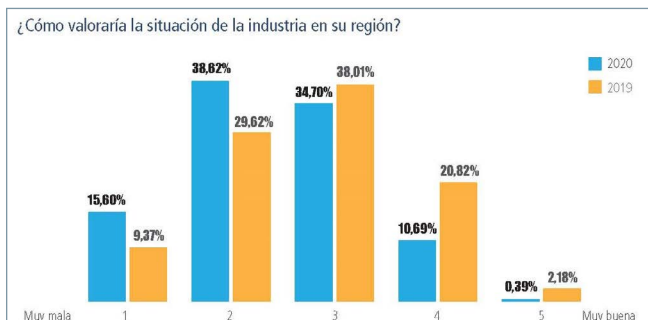
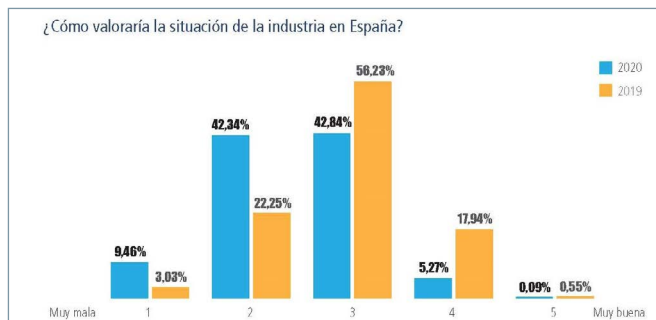
En la encuesta del Barómetro Industrial

¿Cree que el Gobierno debería crear la "Mesa de la Industria" con todos los representantes de la misma (COGITI, patronal, CCAA, Economistas, profesionales y empresas)?



¿Cómo valoraría los incentivos a la industria promovidos por la Administración en España?





se les pedía que calificasen las medidas contenidas en el Plan de recuperación, transformación y resiliencia de la economía española –una especie de hoja de ruta para acceder a los 140.000 millones de fondos europeos asignados a España– en relación con la necesaria apuesta por la industria de nuestro país. En este sentido, los ingenieros se decantan por la opción intermedia (36,83%), seguida de cerca de la opinión de bastante mala (33,17%) y de muy mala (18,41%). Tan solo el 11,59% de los sondeados cree que estas medidas son positivas.

Plan de transformación industrial

En relación con la pregunta anterior, se ha preguntado a los encuestados si consideran necesario que el Gobierno de la Nación ponga en marcha un Plan de transformación industrial, para que las empresas e industrias puedan adaptarse a las nuevas necesidades productivas que surjan en la sociedad. Más del 90% ha marcado la opción afirmativa (si es necesario llevar a cabo dicho plan). Tan solo el 5% aboga por la respuesta negativa, y un 4% se queda con la opción de no sabe/ no contesta.

Creación de la Mesa de la Industria

Más del 80% de los ingenieros encuestados piensa que es necesario que el Gobierno cree la “Mesa de la Industria” para definir y hacer un seguimiento de qué proyectos industriales deberían apoyarse con los fondos europeos. Esta Mesa estaría formada por todos los representantes de la misma (COGITI, patronal, CCAA, Economistas, profesionales y empresas).

Inteligencia Artificial

Uno de los principales objetivos que las organizaciones, empresas y gobiernos se plantean en la sociedad actual es incluir la ética y la deontología profesional en los algoritmos que rigen la inteligencia artificial. Preguntados los ingenieros encuestados

si piensan que se debe priorizar la ética y la deontología profesional por encima del progreso tecnológico en caso de conflicto de intereses, una amplia mayoría (65,03%) lo cree necesario en gran medida, seguidos de un 27,84% que se decanta por la opción intermedia, y tan solo un 6,13 % considera que no se debería priorizar.

Una perspectiva económica de la situación de la industria

Al igual que en 2019, el Barómetro Industrial recoge también el informe elaborado por el Servicio de Estudios del Consejo General de Economistas (CGE), en el que se destacan los siguientes aspectos:

Con relación al peso del total de la industria en el PIB español, en el año 2000 era el 18,7% y en el 2019 el 14,64%, cifra aún muy lejana del 20% que se había previsto por el Horizonte 2020.

Por otra parte, y teniendo en cuenta que dentro del sector industrial destaca la importancia de la industria manufacturera, se señala también que en 2019 la misma supuso el 76,19% del VAB sobre el total. En cuanto a su evolución, el % en el PIB de sólo la industria manufacturera ha pasado del 16,2% al 11,15% en el periodo 2000-2019 y su VAB bajó del 17,8 en el año 2000 al 12,3% en 2019.

En referencia a su aportación al empleo nacional, al final del tercer trimestre de 2020 el total de ocupados en el sector industrial (equivalente a jornada completa) ascendió a 2,76 millones de personas, suponiendo esta cifra el 14,01% del empleo total.

Como se ha indicado, las cifras de la industria en España aún distan del objetivo del 20% del PIB fijado por la Unión Europea para el recientemente finalizado año 2020, a lo que se añade que las previsiones para los próximos ejercicios esperan una pérdida de dinamismo en la industria y más aun teniendo en cuenta la ausencia de reformas estructurales junto a los efectos de la COVID-19.

En este sentido hay que destacar que, a la fecha de presentación de este barómetro (febrero 2020), el INE ha publicado los datos de diciembre de 2020 relativos al Índice de Producción Industrial (IPI) en España, que nos permiten concluir también sobre la evolución de la industria en el año 2020, teniendo no solo en cuenta los efectos de la pandemia generada por la COVID-19, sino que estos se han visto agravados por la ausencia de una auténtica política industrial en España, como se había adelantado que ocurría de acuerdo con las conclusiones obtenidas en este barómetro e informe.

Según estos datos, la producción de la industria española ha registrado en el año 2020 una caída en media del 9,1% en el índice original, que se convierte en una caída del 9,4% en la serie corregida de efectos estacionales y de calendario.

La situación de partida anterior de cada uno de ellos –ya comentada suficientemente en éste y en el anterior informe de 2019–, unida a la especial situación de crisis sanitaria por la COVID-19 provoca que los diferentes sectores industriales sufran intensamente en 2020 los efectos de la pandemia con descensos pronunciados en la producción, sobre todo en los meses de marzo, abril, mayo y junio. No obstante, como indicamos, la evolución e incidencia es diferente en los distintos sectores. Por ejemplo, en el periodo inicial de confinamiento, los mayores descensos se producen en los sectores de Bienes de consumo duradero y Bienes de equipo (la mayor caída en la media del año 2020 se produce en los bienes de equipo con un 15,4%, seguida de la caída de un 13,5% de los bienes de consumo duradero). Por el contrario, la contracción es menos intensa para los Bienes de consumo no duradero y Energía.

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



ACREDITACIÓN DPC INGENIEROS

JUNIOR SENIOR ADVANCED EXPERTISE

Tu experiencia y formación tienen un valor

Tu experiencia y formación

tienen un  valor

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

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

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

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

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO JUNIOR

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO SENIOR

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO ADVANCED

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO EXPERTISE

Beneficios de la acreditación



Prestigio profesional

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



Certificado curricular

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



Visibilidad profesional

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



Condiciones especiales SRC

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



Empleo

Da acceso a la "Bolsa de empleo de Ingenieros Acreditados" cuya función será la promoción de los perfiles de los ingenieros acreditados.
Acceso a grupos de redes sociales profesionales del COGITI.



Descuentos en formación

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



Movilidad UE

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



Acceso a Grado

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

Empresas colaboradoras.

ARAMBARRI & GONZÁLEZ
EXECUTIVE SEARCH

 **MARSH**

Michael Page
INTERNATIONAL

HAYS Recruiting experts
worldwide

NB NORMAN
BROADBENT

 **Wolters Kluwer**
España

marketyou
BETA

 **MAPFRE**

cátenon
WORLDWIDE EXECUTIVE SEARCH

ferroser

Gehrlicher
Solar

 **ADARTIA**

Eficiencia del puente autoportante de Leonardo

Leonardo's self-supporting bridge efficiency

Carla Torres Abad

Resumen

Introducción. Entre la multitud de diseños realizados por Leonardo da Vinci sobresalen los de puentes y este estudio analiza una estructura autoportante, sumamente liviana y fuerte, fácil de montar y desmontar, ya que se mantiene en pie gracias a su propio peso. El objetivo es determinar la máxima eficiencia que puede tener este puente.

Material y métodos. Se procedió mediante construcción de modelos en papel. Se determinó cuál era la forma más eficiente que podían tener las barras realizando un ensayo de flexión en distintos modelos y eligiendo el más resistente.

Resultados. Se registraron datos obtenidos de los diferentes ensayos de flexión. Se comparó el tipo de papel del que debía estar hecho el puente y después se rediseñó su estructura a partir de los datos obtenidos. Se propusieron tres modelos distintos con el software de simulación ANSYS Workbench Inc., se realizó un ensayo de flexión en cada uno de ellos y se estableció cuál fue el más eficiente. Se entendió eficiencia como el cociente entre el peso máximo soportado y el peso de la estructura.

Conclusiones. La máxima eficiencia que alcanza este puente es 119,82 y esta viene determinada por los siguientes factores: características del papel, geometría de los elementos y diseño del puente. Además, la forma de la estructura, cómo distribuye las cargas y los esfuerzos a los que se ve sometido son, a nivel de eficiencia, dos conceptos dependientes uno del otro.

Palabras clave

Ingeniería de diseño; puente autoportante; Leonardo da Vinci; estructuras de apoyo recíproco; cálculo estructural; eficiencia de estructuras.

Abstract

Introduction. Among the multitude of designs made by Leonardo da Vinci, those of bridges stand out, and this study analyses a self-supporting structure, extremely light and strong, easy to assemble and disassemble, since it stands up thanks to its own weight. The objective is to determine the maximum efficiency that this bridge can have.

Material and methods. We proceeded by building paper models. The most efficient form that the bars could have was determined by carrying out a flexure test on different models, and choosing the most resistant one.

Results. Data obtained from the different bending tests were recorded. The type of paper the bridge should be made of was compared, and then its structure was redesigned based on the data obtained. Three different models were proposed, using the simulation software ANSYS Workbench Inc., and a flexion test was carried out on each of them, and it was established which was the most efficient, efficiency being understood as the quotient between the maximum weight supported and the weight of the structure.

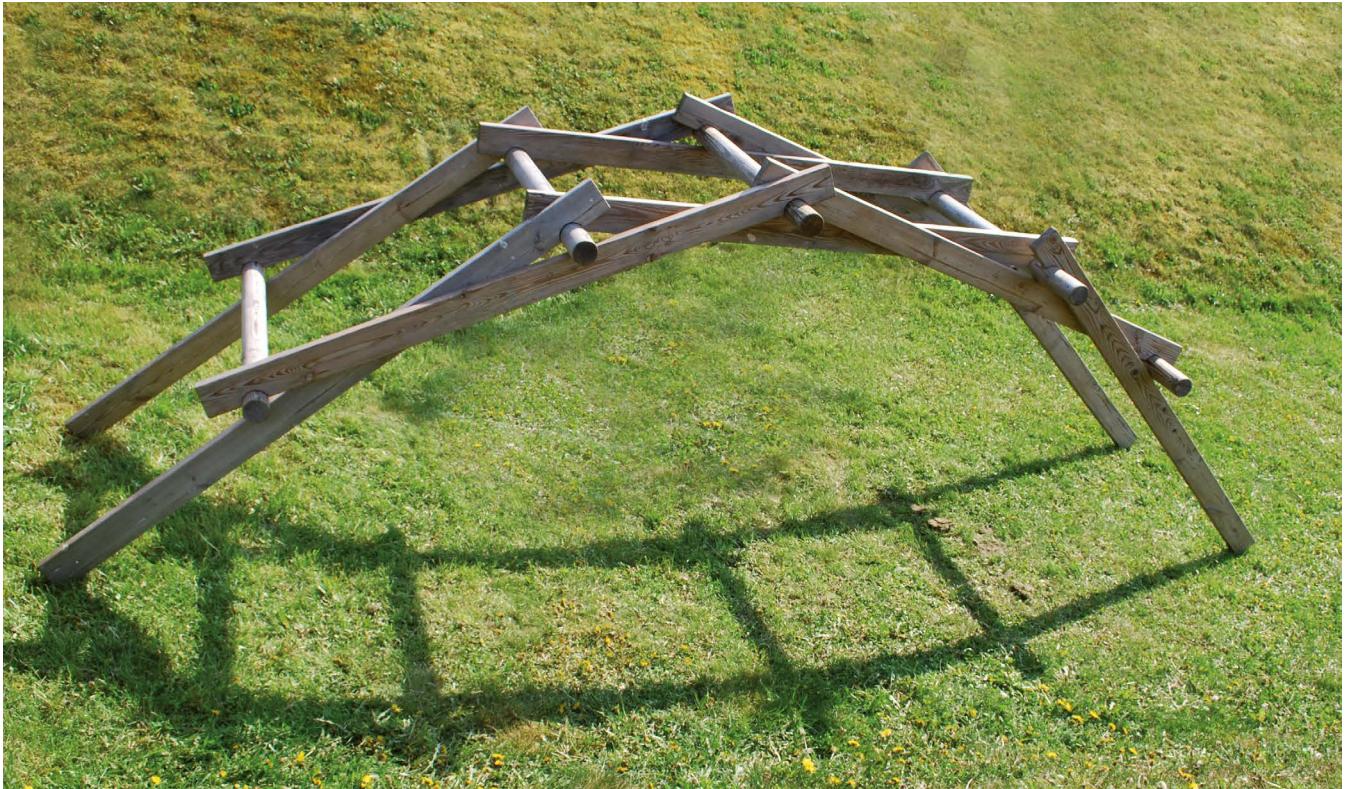
Conclusions. The maximum efficiency achieved by this bridge is 119.82 and this is determined by the following factors: paper characteristics, element geometry and bridge design. Furthermore, the shape of the structure, how it distributes loads, and the stresses to which it is subjected are, at the efficiency level, two concepts dependent on each other.

Keywords

Design engineering; self-supporting bridge; Leonardo da Vinci; reciprocal support structures; structural calculation; structure efficiency.

Recibido / received: 23/03/2020. Aceptado / accepted: 03/02/2021.

Facultad de Ciencias (Grado en Física). Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12 - 50009 Zaragoza
E-mail: carlafusti@gmail.com.



Réplica del puente autoportante diseñado por Leonardo da Vinci. Foto: Shutterstock.

Introducción

Justificación y problema planteado

La construcción con vigas cortas, entramadas, de madera es una de las más antiguas que se conocen, y ha constituido una solución específicamente utilizada para la edificación de puentes desde hace siglos (Tampone, 2005). A lo largo de la historia y, concretamente, a partir de la Edad Media, su evolución permitió la edificación de estructuras de apoyo recíproco.

Entre los manuscritos de Leonardo es posible identificar un grupo de diseños que podrían agruparse dentro de una misma categoría, la de estructuras de apoyo recíproco. La característica esencial de todos ellos es que utilizan vigas autoportantes. Lo interesante es que apuntan al interés preferente de Leonardo por hallar soluciones que permitieran salvar grandes luces con piezas cortas y manejables, dispuestas en mallas (Sánchez Sánchez, Escrig Pallarés y Rodríguez León, 2010), no solo destinadas a puentes, sino también a cúpulas y techumbres. Esto fue algo único en la vanguardia de su tiempo, que sí abordó estudios arquitectónicos sobre estructuras de madera (Palladio y Fausto Verancio). Y, además, pone de

relieve el nivel teórico alcanzado por el Leonardo ingeniero, superior con respecto a Palladio, aunque menos investigado con respecto a este.

Si bien hay múltiples estudios sobre la faceta de Leonardo como ingeniero, e incluso sobre sus puentes (vid. Epígrafe 1.1.3), respecto a la estructura de puente autoportante no hay una bibliografía detallada sustancial (Scantamburlo et al., 2017). A pesar de que es un clásico de los diseños de puentes de palillos, con fines educativos principalmente, no es uno de los puentes más conocidos de Leonardo y, como resultado, la crítica y análisis sobre esta estructura es esporádica y no sistemática, sin continuidad como línea de investigación.

La utilización del papel tiene una justificación basada en la bibliografía especializada. A partir de los dibujos de Leonardo se han realizado numerosos estudios de estructuras modulares con pequeñas piezas y, más recientemente, se han utilizado para ejemplificar el desarrollo de los conceptos de reciprocidad o cabalgamiento (Sánchez Sánchez, Escrig Pallarés y Rodríguez León, 2010). Sin embargo, son muy pocas las aplicaciones prácticas que aprovechan sus conocimientos.

No se ha realizado hasta el momento un estudio y cálculo de la eficiencia de esta estructura de apoyo recíproco diseñada por Leonardo. Más allá de los resultados obtenidos, el proceso de investigación llevado a cabo permitirá esclarecer otros aspectos de este, como son los problemas que afectan a su montaje, la geometría de sus elementos, los esfuerzos o tensiones a los que se ven sometidos sus elementos (compresión, tracción, flexión, cortante y torsión) y la medición de la resistencia mecánica de estos elementos. Todo ello permitirá aportar nuevo conocimiento al ya existente sobre Leonardo desde el punto de vista de la ingeniería.

Antecedentes

En la Antigüedad romana se pueden destacar dos estructuras de apoyo recíproco fabricadas en madera que han sido objeto de estudio posterior, principalmente por los arquitectos renacentistas siglos más tarde (Funis, 2000; Tampone, 2005). Se trata del puente sobre el Rin construido por César y el levantado sobre el Danubio por Trajano. El primero fue erigido en el 53 a.C., en 10 días, según el relato del propio César (*De bello Gallico*, I.18), en un punto entre las localidades actua-

les de Urmitz y Weissenturm, en Alemania. La solución adoptada, básicamente pensada frente al problema del empuje de las aguas del río, consistió en descansar la superestructura sobre soportes caballetes con estructura de dos vigas gruesas (diámetro de 45 cm), hechas en madera robusta, que adoptaban la forma de escaleras opuestas a la corriente del río. El puente sobre el Danubio fue diseñado por Apolodoro de Damasco y levantado entre el 103 y el 105 d.C. Estaba formado por sólidos pilares cuadrangulares de mampostería sobre los que descansaban 20 arcos contruidos con vigas de madera entrelazadas. Se puede contemplar en uno de los bajorrelieves de la Columna Trajana, en la escena XCIX.

El principal antecedente directo del puente autoportante diseñado por Leonardo se puede encontrar en el conocido como Puente del Arco Iris, edificado en la localidad de Jinze, China, durante la época de la dinastía Song (960-1280) y del que únicamente se dispone de noticias por una serie de pinturas obra del artista Zhang Zeduan (*El festival Qingming junto al río*, del siglo XII) y por un experimento reciente. Se han llegado a identificar 11 puentes contruidos con estructura de vigas de madera en las provincias de Zhejiang y de Fujian pertenecientes al mismo periodo (Yang, Chen y Gao, 2007; Yang et al., 2012). El propio Leonardo pudo tener conocimiento de esta obra y servirle de inspiración para su puente autoportante, debido a la enorme similitud de ambos (Sánchez Sánchez, Escrig Pallarés y Rodríguez León, 2010).

En 1999 el programa *NOVA*, del canal de televisión público PBS de Estados Unidos, organizó un equipo de ingenieros que, bajo la supervisión del profesor Tang Huancheng, estudioso de esta edificación, reconstruyó el puente arco iris utilizando técnicas antiguas (Altabba, 1999).

En el contexto histórico de Leonardo los arquitectos renacentistas como Palladio y Fausto Verancio abordaron masivamente, a nivel teórico y aplicado a casos de estudio concretos, la construcción de puentes de madera (Tampone, 2005).

Leonardo fue un paso más allá. Llegó a diseñar tres tipos de puente que pueden apreciarse entre sus manuscritos recogidos en el *Código Atlántico*

(Ceraldi y Russo Ermolli, 2004). Aunque su diseño de puente autoportante estaba motivado por fines militares, en realidad parece que respondía a toda una categoría de estructuras proyectadas que podrían englobarse, en palabras del propio Leonardo, «*che fa la volta per il tutto*» (hoja 899 del *Código Atlántico*, ex. 328; Marinoni, 2000), es decir, de apoyo recíproco. Tienen en común todos ellos que son edificados con vigas autoportantes y que reflejaban la preocupación preferente de Leonardo por hallar soluciones para salvar grandes luces con piezas cortas y manejables, dispuestas en mallas (Sánchez Sánchez, Escrig Pallarés y Rodríguez León, 2010).

La originalidad de estos diseños al mismo tiempo evidencia el conocimiento por Leonardo de todo el saber técnico acumulado en los siglos medievales y de época antigua (Pizzigoni, 2010; Pisano, 2013). Con él, la importancia de las estructuras de apoyo recíproco, especialmente destinadas a la construcción de cúpulas o techumbres, pasa de la mera conjetura experimental a ser considerada una solución tecnológica, como testimonio el hecho de ser incluida en *I Sette libri dell'architettura*, tratado de arquitectura escrito por Sebastiano Serlio hacia 1537.

El puente autoportante de Leonardo da Vinci, diseñado en el año 1482, localizado en las páginas 69ar y 71v del *Código Atlántico*, se caracteriza por ser sumamente liviano y fuerte, fácil de montar y desmontar, ya que sin necesidad de ninguna sujeción (clavos, tornillos, cuerdas u otro medio) se mantiene en pie gracias a su propio peso. Además de esto, su forma arqueada permite distribuir las fuerzas de carga al entrelazar las vigas longitudinales con las horizontales (Ceraldi y Russo Ermolli, 2004; Gancedo, 2011). En realidad, es reproducido por Leonardo en varios bocetos distintos procedentes de diferentes páginas del *Código* y, aunque difieren en la altura del arco, algo determinante, responden todos ellos a la misma configuración geométrica.

La finalidad inicial de este puente era ayudar tanto en la huida de las tropas como en la persecución de soldados enemigos. En la época en la que Leonardo vivió Italia permanecía en continuo estado de guerra, tanto interna como externa. Por ello, aquellos que aspiraban a los puestos de poder nece-

sitaban disponer del mejor ejército y de los mejores ingenieros militares. Y esa es la razón de la carta de Leonardo a Ludovico El Moro fechada en 1482, en la que describe toda una serie de armas y gran cantidad de sus inventos militares más creativos, entre ellos su puente autoportante (Pedretti, 1978).

La importancia de los puentes de madera diseñados por Leonardo y su trascendencia para la técnica posterior es que le sirvieron para configurar el teorema sobre la propiedad de la no deformabilidad que posee la malla triangular, a pesar de que únicamente pudo demostrarlo mediante la geometría, único criterio de verificación disponible en su época (Tampone, 2005; Pisano, 2013; Cerveró Meliá, Ferrer Gisbert, y Capuz-Rizo, 2016). Las estructuras reticulares realizadas hasta entonces eran diseñadas en función únicamente de la intuición (Russo Ermolli y Mormone, 1996). La aportación de Leonardo fue hallar una justificación y racionalización concretas. La solución que propone el puente autoportante parece basarse en la preocupación por evitar la fragmentación excesiva de los elementos de madera causada por deformaciones indeseadas de estructura que resultan en desgaste articular (Pedretti, 1978; Tampone, 2005; Hutchings, 2016).

Estado de la cuestión

La construcción de puentes en madera a lo largo de la historia ha sido objeto de estudio importante en la literatura especializada desde hace décadas. Sobre la construcción de puentes en arco con vigas de madera y específicamente en el contexto de la arquitectura renacentista destacan los trabajos de Tampone (2000, 2001, 2005). En general, y dentro de este tema concreto de los puentes de madera, Palladio ha recibido más atención por parte de la investigación que Leonardo (Azzi Visentini, 1980; Russo Ermolli y Mormone, 1996; Funis, 2000; Heyman, 2000; Tampone, 2000). Al primero se le reconoce su innovación a nivel de materiales y de la estructura, y también por la aplicación en diferentes obras; pero a Leonardo se le atribuye, como se ha visto, la autoría teórica del diseño.

El interés por la faceta de ingeniero de Leonardo tuvo un punto de inflexión a partir de la década de 1960 (Hutchings, 2016), y fue como conse-

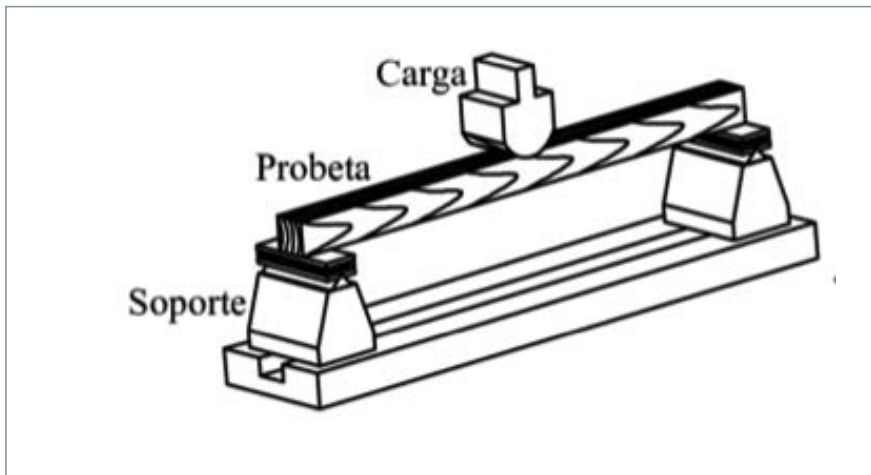


Figura 1. Ensayo de flexión. Fuente: Sotomayor Castellanos et al., 2007, p. 7.

cuencia, principalmente, de la recuperación de los códigos de Madrid y de las publicaciones de Reti (1967, 1968a y 1968b). Hasta entonces, la investigación sobre Leonardo se había centrado mayoritariamente en su obra artística y científica, además de sobre su biografía (White, 2002; Kemp, 2006); salvo excepciones puntuales, como los estudios de Duhem a comienzos del siglo XX (*Études sur Léonard de Vinci*, 1906-1913). Fue pionero, a este respecto, el enfoque adoptado por Usher en una temprana obra de 1929 en la que proponía investigar la obra de Leonardo dentro de cada campo de conocimiento, en este caso la ingeniería, en función de las consideraciones epistemológicas y técnicas de cada disciplina.

A partir de los dibujos de Leonardo se han realizado numerosos estudios de estructuras modulares (con pequeñas piezas) y más recientemente se han utilizado para ejemplificar el desarrollo de los conceptos de reciprocidad o cabalgamiento; sin embargo, son muy pocas las aplicaciones prácticas que aprovechan sus conocimientos (Sánchez Sánchez, Escrig Pallarés y Rodríguez León, 2010). Las contribuciones más relevantes a este respecto proceden, precisamente, de este grupo de trabajo de la Universidad de Sevilla, desde la década de 1990, integrado por J. Sánchez-Sánchez, F. Escrig Pallarés, M. T. Rodríguez León y Pérez Valcárcel, entre otros (Pérez Valcárcel y Escrig Pallarés, 1994; Sánchez Sánchez, Escrig Pallarés y Rodríguez León, 2014; Freire Tellado et al., 2019; Pérez Valcárcel, Frei Tellado y Muñoz Vidal, 2019).

Por el contrario, sobre la obra, vida e influencia de Leonardo da Vinci en la ciencia sí que se dispone de un corpus de bibliografía especializada, y se pueden destacar a este respecto las obras de Keele, Richter y su hija, Kemps, Foley y Soedel.

Métodos

El diseño experimental aplicado a esta investigación se desarrolló en una serie de fases que se describen a continuación:

A. Estudio de la forma de las barras para el montaje. Para determinar la geometría de las piezas que forman el puente se barajaron las siguientes opciones:

- Con papel reciclado, hecho a mano, de forma que pudieran quedar macizo.
- Doblar los folios de papel repetidamente, de manera que la sección de las barras tendría forma de óvalo.
- Enrollándolos desde su ancho, de forma que la sección circular resultante (diámetro de la base de la barra) fuese lo más pequeña posible.
- Recortando en el folio un cuadrado y, después, doblándolo siguiendo su diagonal.

A.1. Ensayos de flexión en los tipos de barras propuestas. El ensayo de flexión consiste en lo siguiente. Se colocan dos soportes en los extremos de las probetas de papel, con el fin de que queden lo más sujetas posible, y se aplica una fuerza desde el centro de las mismas hasta conseguir romperlas (Fig. 1). Las fuerzas aplicadas se han de medir en New-

ton (N) mediante un dinamómetro. O, en su defecto, aplicando un peso desde el centro de la barra e ir aumentándolo paulatinamente hasta que la probeta se rompa, y después convertir dicho peso en Newton, es decir, multiplicando el resultado por 9,8, la aceleración de la gravedad en la Tierra. La barra seleccionada será aquella capaz de soportar la carga máxima mayor.

A.2. Selección de la probeta a utilizar según su eficiencia. Para determinar cuál de ellas es la más eficiente, primero se han de construir tres probetas para cada uno de los modelos, utilizando el mismo tipo de papel, de gramaje 80 g/m², y deben tener todas la misma longitud, 14 cm. Posteriormente, se realizará un ensayo de flexión para cada una de las probetas.

B. Determinación del papel a utilizar. Se tuvieron en cuenta una serie de características técnicas que tiene este material: gramaje, higroscopicidad, anisotropía y falta de homogeneidad.

B.1. Construcción de puentes con barras de papel de distintos gramajes.

B.2. Ensayos de flexión en los distintos puentes.

B.3. Determinación del más eficiente. Para ello, se tuvieron en cuenta las posibles variables de peso, luz, gramaje, longitud, diámetro y forma de las barras.

C. Rediseño del puente autoportante.

C.1. Cálculo estructural del puente original. Mediante los programas de Autodesk Fusion 360 y ANSYS Workbench Inc., con el fin de identificar los esfuerzos principales a los que se ve sometido y la manera en la que las cargas se distribuyen, para así optimizarlo, rediseñando su geometría y aumentando su eficiencia. Con el fin de simplificar este estudio, se supuso que los apoyos del puente son fijos, por lo que el rozamiento de estos contra el suelo sobre el que se apoyan no se tuvo en cuenta; la estructura es rígida, lo que significa que no sufre ningún tipo de deformación

	Modelo 1			Modelo 2		
	Barra 1.1	Barra 1.2	Barra 1.3	Barra 2.1	Barra 2.2	Barra 2.3
Sección	10,3 mm	10,1 mm	10,8 mm	6,5 mm	6,2 mm	6,0 mm
Fuerza máxima	28 N	27 N	27 N	80 N	80 N	72 N

Tabla 1. Resultados obtenidos en los ensayos de flexión practicados a las piezas. Fuente: elaboración propia.

plástica debido a cargas inferiores de la necesaria para romperlo. Además, el ambiente en el que se encuentra es el ideal, por lo que se desestimaron los estudios referentes al medio y al análisis de los factores de seguridad, como los factores sísmicos y por viento. C.2. A partir de los resultados, se optimiza el puente para aumentar su eficiencia. Se rediseña la geometría del puente, construyendo varios puentes distintos y observando, nuevamente, mediante un ensayo de flexión en cada uno de ellos, la carga máxima soportada.

D. Construcción del nuevo puente y determinación de su eficiencia. La eficiencia más alta hallada en el paso anterior C.2. se estimará que sea la mayor que pueda tener esta estructura autoportante, por lo que el puente que la obtenga ha de ser, en consecuencia, la versión más eficiente del diseño.

Resultados

Estudio de la geometría de las barras

En el estudio de la geometría de las piezas, se analizaron cada uno de los modelos propuestos anteriormente:

1. Barras construidas a partir de papel reciclado casero, haciendo manualmente la pulpa con papel desmenuzado en agua y licuado en una batidora. Al construir el papel de forma casera se le puede dar la forma que se desee, de manera que las barras creadas a partir de este método serían macizas.
 2. Doblando el folio de papel repetidamente, obteniendo barras con sección ovalada.
 3. Enrollándolo desde su lado menor, obteniendo barras con la sección más pequeña posible.
 4. Recortando en el papel un cuadrado de 210 × 210 mm y enrollarlo siguiendo su diagonal.
- Las dos primeras opciones se descartaron tras un examen preliminar. Esto es debido a que, por una parte, las fibras del papel reciclado casero no quedan bien distribuidas y, por tanto, las barras serían poco resistentes, y, por otra parte, las de sección ovalada, debido a su forma, no tendrían una resistencia homogénea (desde su diagonal mayor soportarían una carga más alta que des-

	Barras de gramaje 60	Barras de gramaje 80	Barras de gramaje 100
1	5,2	6,6	5,3
2	5,8	6,6	5,9
3	4,7	6,5	5,2
4	4,7	6,6	5,2
5	5	6,7	5,3
6	4,9	6,5	5,7
7	4,8	6,5	5,3
8	4,4	6,6	5,7
9	5	6,4	6
10	4,9	6,4	5,1
11	5	6,5	5
12	4,9	6,4	5,7
13	4,9	6,8	5,8
14	5,2	6,6	5,8
15	5,3	6,4	5,7
Media	4,98	6,54	5,51

Tabla 2. Sección de las barras utilizadas en los ensayos según gramaje del papel. La sección de las piezas está medida en mm. Fuente: elaboración propia.

	Barras de gramaje 60	Barras de gramaje 80	Barras de gramaje 100
Peso total	0,029 kg	0,053 kg	0,092 kg
Longitud de la barra	140 mm	140 mm	140 mm
Rango de sección	1.4 mm	0.4 mm	0.4 mm
Carga máxima	25 N (2.55 kg)	50 N (5.10 kg)	64,29 N (6.56 kg)
Eficiencia	87,93	96,23	71,23

Tabla 3. Resultados obtenidos en los ensayos de flexión. Fuente: elaboración propia.

de su diagonal menor) y la estructura hecha con ellas no sería estable.

Finalmente, solo se realizaron ensayos de flexión en los dos últimos modelos. Se construyeron tres probetas de cada uno, con papel de 80 g/m², como ya se ha explicado anteriormente, y se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 1.

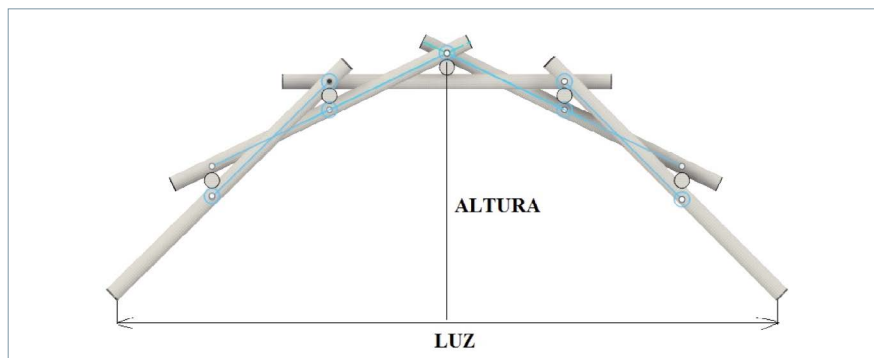


Figura 2. Alzado del puente con la luz y altura indicadas. Fuente: elaboración propia mediante Autodesk.

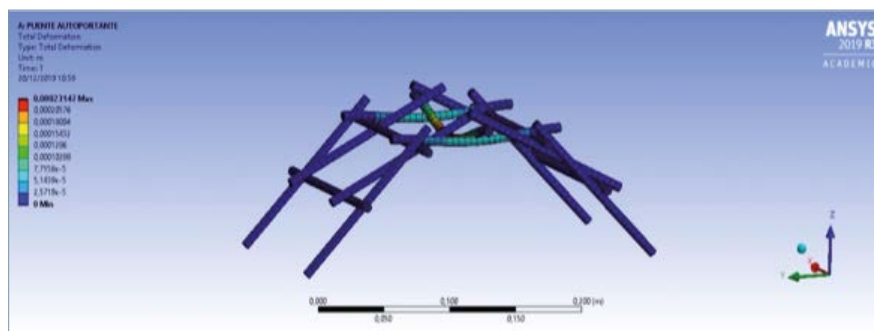


Figura 3. Deformación total del puente debido a una carga central. Fuente: Programa ANSYS Workbench.

Como se puede comprobar, las barras del modelo 2 propuesto, que tienen una sección menor, soportan una carga máxima mayor que las del modelo 1. Por tanto, se constató que el modelo 2 es más eficiente y, por ende, es el que se utilizó en la construcción del puente.

Determinación del papel a utilizar

A partir del modelo de probeta seleccionado, se ha de determinar el tipo de papel con el cual se va a confeccionar el puente final. Para ello, como ya se ha explicado, se construyeron tres puentes con la misma luz y altura, de gramajes de 60 g/m², 80 y 100, y se realizó para cada uno de ellos un ensayo de flexión (Tablas 2 y 3).

Como se puede comprobar en los datos presentados, a pesar de que el tercer modelo soporte la carga máxima más alta, es el puente de menor eficiencia, ya que su peso es demasiado elevado. Por tanto, el puente más eficiente de todos sería el modelo 2, el de papel de gramaje de 80 g/m². Además de esto último, se puede observar que las probetas de este último puente son más homogéneas que las del resto, debido a que el rango de las secciones de este (la diferencia entre la probeta de

mayor sección y la de menor) es un número menor al de los demás puentes. Esto se debe esencialmente al gramaje de papel. Construir las piezas con el papel de periódico, de 60 g/m², al tener una rigidez tan baja, fue más difícil; al igual que pasa con el último puente, que, al tener una mayor rigidez, el papel se doblaba continuamente al intentar enrollarlo. Por tanto, se deduce que el resultado más fiable es el del segundo puente.

Análisis aparte merece la carga máxima registrada en el segundo puente al realizar este ensayo de flexión. Se puede observar que la fuerza necesaria para romperlo es ligeramente menor que la registrada en el estudio anterior de la geometría de las barras, en el que se utilizó el mismo tipo de papel.

Estos ensayos se realizaron en estaciones distintas del año, con lo cual la temperatura ambiente y la humedad del aire en el taller del que se disponía fueron distintas en los dos casos. En consecuencia, se estima que, debido a la higroscopicidad propia del papel, sus propiedades mecánicas pudieron verse afectadas por estas condiciones.

Por esta misma razón, se decidió dar una mayor rigidez a los apoyos uniendo entre sí las piezas del puente

con silicona líquida, a pesar de que se puede construir sin necesidad de ello. Esto comportó que, en suma, la carga máxima soportada por esta estructura fuese mayor, por lo que, de no haberlo hecho, la cifra registrada para el puente de barras de papel de gramaje 80 hubiese sido menor.

Rediseño del puente, construcción y determinación de su máxima eficiencia

A partir de las medidas y proporciones del puente elegido en el apartado anterior, se realizó el cálculo estructural del puente inicial. Realizando un diseño en Autodesk (Fig. 2) y, posteriormente, mediante el programa de ANSYS Workbench (Fig. 3), se estudiaron las deformaciones plásticas que sufre dicho puente debido a la carga máxima prevista, mediante lo cual se pudieron analizar los esfuerzos sufridos por los elementos de la estructura y la distribución de las cargas.

Sin embargo, el material que se tuvo que seleccionar en el programa para realizar dicho cálculo fue el bambú. Esto se debe a dos razones específicas. Dentro del *software* de Workbench existe una biblioteca con una amplia cantidad de materiales de construcción. Sin embargo, el papel no se encontraba entre ellos. Se podía incluir dentro de los archivos de la aplicación como un nuevo material, pero para llevar a cabo esto último, es necesario introducir unas características básicas sin las cuales el *software* no puede operar. En el caso del papel, estas propiedades no están registradas, ya que no es un material que se use en construcción de forma comercial, además de que las compañías que lo fabrican son reacias a mostrar esta clase de datos, ya que puede ser desventajoso a nivel empresarial. Por tanto, se eligió el material más semejante a él, el bambú, cambiando su densidad e introduciendo la del papel trabajado, 80 g/m².

Como se puede apreciar, la zona central, en especial la barra meridional, es la que mayor esfuerzo sufre (de flexión), como la mayoría de las tensiones presentes en la estructura. También están presentes los esfuerzos de compresión en las barras laterales y de cizalladura en las uniones entre barras. Sin embargo, al ser estas tan leves, se pueden desestimar dentro del análisis. Por tanto, las barras centrales han de tener un grosor mayor que las laterales.

Además, debido a la curvatura del puente o, dicho de otro modo, al ángulo que forman las barras inclinadas con respecto a la superficie de sujeción, las cargas se distribuyen de tal manera que, al descomponerlas, la componente en el eje X es mayor que la del eje Y. Por tanto, el puente tiende a abrirse, lo que provoca inestabilidad en la estructura. Se constata entonces que a mayor ángulo de las barras con respecto al suelo, es decir, cuanto más verticales sean las cargas, mayor es la estabilidad. Como consecuencia, el peso máximo soportado por la estructura será mayor.

A nivel geométrico, esto se traduce en un puente con mayor altura y menor luz que el inicial. Para que la estructura analizada tenga las anteriores características, la parte de la barra que ha de sobresalir a la hora de construirlo ha de ser mayor. En el diseño inicial, esta medida se estimó que fuese de 1 cm; en el final, esta longitud es de 3, ya que, eligiendo una distancia menor, el cambio apenas sería perceptible, y eligiendo una mayor, la inclinación de las barras sería demasiado alta, por lo que quedarían casi perpendiculares con respecto al suelo.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, la geometría propuesta y que el peso del puente optimizado ha de ser igual al peso del puente seleccionado en el apartado anterior, se propusieron los siguientes tres modelos:

En el primer modelo, únicamente se aumentó la sección de la pieza central y su momento de inercia. Para ello, se debió aumentar su masa, disminuyendo consigo la masa de las cuatro barras laterales más inclinadas. Al ser esta pieza la que más tensión sufre, se determinó que fuese la modificada en los tres modelos.

Sin embargo, en el segundo modelo, se aumentó la barra central y las dos barras laterales, ya que, al ser entonces la componente en el eje Y la mayor, era posible que estas sufrieran un nuevo esfuerzo de compresión no previsto, lo que podría alterar la eficiencia de la estructura. Pero, al aumentar por igual la masa de estas tres barras, se debió disminuir, a su vez, la masa de las cuatro barras con el menor grado de inclinación.

Por último, en el tercer modelo se aumentó la masa de las tres barras cen-

trales, por lo que disminuyó consigo la de las cuatro barras menos inclinadas.

La relación existente entre las barras de peso aumentado y las de peso disminuido es la siguiente. Dado que el resto de piezas del puente siguen conservando su masa inicial, el peso que han de reunir las barras modificadas ha de ser igual al peso que debieran tener el mismo número de barras de peso no modificado. Por tanto, se estimó que el total de barras mayores tendría que ser equivalente a la mitad del peso total de todas las piezas modificadas. Por ejemplo, suponiendo que se ha aumentado la masa de una barra y se ha disminuido la de cuatro y que el peso total de todas ellas juntas debiera ser 30 gramos, la barra mayor pesaría 15 gramos y las cuatro barras menores juntas los otros 15.

Para aumentar la masa de las barras simplemente se enrolló alrededor de una probeta normal papel de las mismas características hasta que estas adquiriesen la masa ideal. Para disminuir la masa, a la hora de formar las barras, no se enrollaron hasta el final de papel, sino hasta el punto donde este tuviera la masa buscada.

Se aplicó, nuevamente, un ensayo de flexión para cada uno de los tres puentes, y se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 4.

Como se puede comprobar, el modelo más eficiente es el modelo 3. En consecuencia, se determina que esta es, a nivel estructural, la mejor versión del diseño del puente autoportante de Leonardo da Vinci, y el valor de eficiencia registrado es la máxima eficiencia de dicho puente.

El fallo principal del primer modelo fueron las dos barras laterales, cuyas bases actúan como los apoyos del puente. Al modificar la geometría de la estructura de forma que las cargas fuesen más verticales, estas barras sufrían un leve esfuerzo de compresión. En consecuencia, al cambiar su masa, no pudieron soportar tal tensión y se rompieron antes incluso que las barras centrales. Esto se traduce en una eficiencia menor de la esperada previamente.

Comparando los modelos 2 y 3, se verifica que, efectivamente, los esfuerzos más relevantes, a pesar de modificar el diseño del puente, son siempre los esfuerzos de flexión centrales. Esta

es la razón por la cual el último modelo es el más eficiente de todos, ya que su masa está distribuida de tal forma que los esfuerzos se compensen.

Conclusiones

El puente autoportante de Leonardo da Vinci es, como ya se explicó, una estructura muy práctica, ya que se puede montar y desmontar con facilidad, además de poder soportar una gran carga, lo que lo hace muy eficiente, como se ha demostrado anteriormente.

Sin embargo, el diseño inicial de este puente contaba con una ligera desventaja: la zona central. Esta, según los datos obtenidos, es la más afectada por la carga aplicada a la estructura, lo que comportaba que sufriera un esfuerzo de flexión considerablemente elevado.

Por tanto, el peso del puente no estaba bien distribuido, ya que estaba repartido homogéneamente. Todos sus elementos contaban con las mismas características, cuando, para vencer dicha tensión, la masa se había de concentrar en la zona más débil, en particular la barra meridional y las dos perpendiculares a ella. Aparte de eso, el puente ha de tener una mayor altura y menor luz, es decir, sus barras inclinadas debían de forma al mayor ángulo posible con respecto a la superficie de sujeción para que la componente de la carga en el eje Y fuese mayor que la del X, lo que deriva en una mayor estabilidad estructural. Sin embargo, esta modificación comportaba que el esfuerzo de compresión sufrido por las barras laterales era mayor, por lo que la masa de dichas barras no se puede modificar. A pesar de ello, se demostró que el esfuerzo principal seguía siendo el de flexión.

De esta forma, se deduce que el puente autoportante de Leonardo da Vinci, a pesar de estar diseñado de una forma bastante ingeniosa, para ser efectivo y práctico, debe tener una altura muy elevada, lo que hace inviable su uso en la vida real. Por eso no se llegó a utilizar nunca, como muchos otros de sus inventos. A pesar de ello, todos sus diseños e investigaciones influyeron en gran medida sobre otros proyectos de arquitectura e ingeniería posteriores, además de en otras disciplinas, como la docencia, con las ya mencionadas estructuras de

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Carga máxima soportada	32 N (3,27 kg)	54,39 N (5,55 kg)	65,76 N (6,71 kg)
Eficiencia de la estructura	58,39	99,11	119,82

Tabla 4. Resultados obtenidos en los ensayos de flexión practicados a las piezas. Fuente: elaboración propia.

palillos y papel y los nuevos concursos de puentes.

En cuanto al material utilizado a lo largo de este trabajo de investigación, el papel, se puede constatar que se trata de un material muy versátil, lo que permitió poder manejarlo con facilidad, en especial para la geometría de las piezas analizadas en este trabajo, barras tubulares, ya que el papel se puede enrollar con facilidad. Otros materiales, como la madera, requieren de un tratado industrial específico para que la pieza a diseñar tenga las medidas y características deseadas. Por tanto, estas propiedades hacen del papel un material ideal para el diseño de estructuras a nivel educativo.

En añadido, se determinó que, de todos los tipos de papeles, el de mayor eficiencia (relación masa del cuerpo con la carga máxima soportada por él), es el de gramaje 80 g/m².

Teniendo en cuenta lo dicho, se deduce, por tanto, que la hipótesis propuesta, aunque es correcta, está incompleta. La eficiencia del puente autoportante de Leonardo da Vinci hecho de papel no solo viene determinado por el gramaje del mismo, la geometría de sus elementos y el diseño del mismo puente, sino también por la forma en la que el diseño afecta a la dirección de las cargas y, consigo, el aumento o disminución de ciertos tipos de esfuerzos (como en el caso de las barras laterales), además de la forma en la que la masa de la estructura se distribuye para vencer dichas fuerzas. El diseño de la estructura y los esfuerzos del mismo, en cuanto a eficiencia, son dos conceptos íntimamente ligados, ya que uno depende del otro.

Agradecimientos

Ambos autores quieren agradecer los comentarios y mejoras hechas a la memoria original de esta investigación por parte de Juan Pérez Valcárcel, catedrático del Departamento de Construcciones y Estructuras en la Universidad de Coruña. A la autora le gustaría desta-

car el apoyo recibido por el instituto de educación secundaria I.E.S. Valle del Ebro, en especial a los profesores del Departamento de Tecnología e Informática, en cuyos talleres se pudieron realizar todos los ensayos mostrados.

Bibliografía

- Altaliba, B. (2000). Re-creating the Rainbow Bridge. *Civil Engineering*, 70(5), 32.
- Azzi Visentini, M. (1980). *I ponti di Palladio*. Milano, IT: Electa.
- Ceraldi, C., y Russo Ermolli, E. (2004). Timber arch bridges: a design by Leonardo. En Roca, P., y Oñate, D., eds., *Arch Bridges IV: Advances in Assessment Structural Design and Construction* (pp. 69-78). Barcelona: CIMNE.
- Cerveró Meliá, E., Ferrer Gisbert, P. S., y Capuz-Rizo, S. F. (2016). Teoría, métodos y técnicas para el diseño de sistemas técnicos en la obra de Leonardo da Vinci. En: *Proceedings From the 20th International Congress on Project Management and Engineering Cartagena, 13-15th July 2016* (pp. 1231-1241). Cartagena: Asociación Española de Dirección e Ingeniería de Proyectos.
- Da Vinci, L. (2019). *La macchina del mondo*. Milano, IT: BUR Biblioteca Univ. Rizzoli.
- Freire Tellado, M. J., Muñoz Vidal, M., López César, I., y Pérez Valcárcel, J. (2019). Estructuras desplegables de aspas para cubiertas inclinadas. *Informes de la Construcción*, 71(556), e311.
- Foley, V. y Soedel, W. (1986). Leonardo's Contributions to Theoretical Mechanics. *Scientific American*, 3(255), 108-113.
- Funin, F. (2000). Il ponte ligneo sul Cison e le altre tre invenzioni di Palladio. *Bollettino ingegneri*, 12, 7-18.
- Gancedo, C. (2011). *Once máquinas e ingenios de Leonardo da Vinci interpretados y realizados por Carlos Gancedo*. Somió, Gijón, España: Fundación Museo Evaristo Valle.
- Heyman, J. (2000). Palladio's wooden bridges. *Architectural Research Quarterly*, 4(1), 81-86.
- Hutchings, I. M. (2016). Leonardo da Vinci's studies of friction. *Wear*, 360, 51-66.
- Keele, K. D. (2014). *Leonardo da Vinci's Elements of the science of man*. London, UK: Academic Press.
- Kemp, M. (2006). *Leonardo da Vinci: Experience, experiment and design*. London, UK: V & A Publications.
- Marinoni, A. (2000). *Il Codice Atlantico*. Firenze, IT: Giunti.
- Pedretti, C. (1978). *Leonardo architetto*. Milano, IT: Electa.
- Pérez Valcárcel, J. y Escrig Pallarés, F. (1994). Pioneering in expandable structures: the Madrid I' notebook by Leonardo da Vinci. *Bulletin of the International Association for Shell and Spatial Structures*, 35(1), 33-45.
- Pérez Valcárcel, J., Freire-Tellado, M. J., y Muñoz-Vidal, M. (2019). Estructuras desplegables para actividades lúdicas. *Bac Boletín Académico. Revista de investigación y arquitectura contemporánea*, 9, 129-146.

- Pisano, R. (2013). Reflections on the scientific conceptual streams in Leonardo da Vinci and his relationship with Luca Pacioli. *Advances in Historical Studies*, 2(02), 32.
- Pizzigoni, A. (2010). Leonardo and the reciprocal structures [internet]. Disponible en: <http://www.pizzigoni.it/leonardo%20Eng.pdf>
- Reti, L. (1967a). The Leonardo da Vinci codices in the Biblioteca Nacional de Madrid. *Technology and culture*, 8(4), 437-445.
- Reti, L. (1968a). The Two Unpublished Manuscripts of Leonardo Da Vinci in the Biblioteca Nacional de Madrid-I. *The Burlington Magazine*, 110(779), 10-12.
- Reti, L. (1968b). The Two Unpublished Manuscripts of Leonardo da Vinci in the Biblioteca Nacional de Madrid-II. *The Burlington Magazine*, 110(779), 81-91.
- Russo Ermolli, E., y Mormone, E. (1996). Struttura e intuizione statica prima della rivoluzione tecnica del XVII secolo. *Adraeste*, 7, 4-15.
- Sánchez Sánchez, J., Escrig Pallarés, F., y Rodríguez León, M. T. (2010). Una aproximación analítica a las mallas recíprocas diseñadas por Leonardo. *Informes de la Construcción*, 62(518), 5-14.
- Sánchez Sánchez, J., Escrig Pallarés, F., y Rodríguez León, M. T. (2014). Reciprocal Tree-Like Fractal Structures. *Nexus Network Journal*, 16(1), 135-150.
- Scantamburlo, A. C., Moraes, E. L., Rocha, G., Esteves, S. S. L., Reis, T. S. R., y de Campos, L. C. (2017). Building the Da Vinci's Self Supporting Bridge. En: Deus Júnior, G. A., et al., eds. *Alive Engineering Education: Transforming and Innovating Engineering Education* (pp. 29-35). Goiânia, BR: Gráfica UFG.
- Sotomayor Castellanos, J.R., Villaseñor Aguilar, J.M., Aoi, H. et al. (2007). *Investigación e Ingeniería de la Madera. Publicación del Laboratorio de Mecánica de la Madera. División de Estudios de Posgrado*. Morelia, Michoacán, MX: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Tampone, G. (2001). Acquaintance of the ancient timber structures. En Lourenço, P. B., y Roca, P., eds., *Historical Constructions* (pp. 117-144). Guimarães, PT: University of Minho.
- Tampone, G. (2005). I ponti di legno. Tradizione e innovazione nel Rinascimento. En *Ponti: Sorveglianza, manutenzione e interventi, Seminario Centro Internazionale di Aggiornamento Sperimentale, Firenze* [internet]. Disponible en: <http://www.cias-italia.it/PDF/133.pdf>
- Usher, A. P. (1929). *A History of Mechanical Invention*. New York, US: McGraw-Hill.
- White, M. (2002). *Leonardo: el primer científico*. Barcelona: Plaza & Janés.
- Yang, Y., Chen, B., y Gao, J. (2007). Timber arch bridges in China. En *Proceedings of the Fifth International Conference on Arch Bridge* (pp. 171-178). Guimarães, PT: University of Minho, Department of Civil Engineering.
- Yang, Y., Nakamura, S., Chen, B., y Nishikawa, T. (2012). Traditional construction technology of China timber arch bridges. *Journal of Structural Engineering*, 58A, 777-784.

Diseño de un recipiente cilíndrico mediante el motor evolutivo Wallacei

Design of a cylindrical container using the Wallacei evolutionary engine

Lucas García Menéndez¹, María del Mar Espinosa Escudero², Manuel Domínguez Somonte³

Resumen

En el presente trabajo se desarrolla un nuevo modelo para el diseño de un recipiente cilíndrico de 250 ml de capacidad. Se busca utilizar la mínima cantidad de material posible para la fabricación del recipiente y, al mismo tiempo, dotarle de una base lo más voluminosa posible. Con este fin, se emplea el lenguaje de programación visual Grasshopper 3D y el motor evolutivo Wallacei. Se exploran las diferentes opciones de la herramienta y, una vez realizada la simulación, se seleccionan y analizan las soluciones más significativas.

Palabras clave

Diseño generativo, algoritmos genéticos, optimización multiobjetivo, Grasshopper 3D, Wallacei.

Abstract

In the present work, a new model for the design of a cylindrical container with a capacity of 250 ml is developed. The aim is to use the minimum amount of material possible to manufacture the container and, at the same time, provide it with a base as much voluminous as possible. To this end, the Grasshopper 3D visual programming language and the evolutionary Wallacei engine are used. The different options of the tool are explored and, once the simulation has been carried out, the most significant solutions are selected and analyzed.

Keywords

Generative design, genetic algorithms, multiobjective optimization, Grasshopper 3D, Wallacei.

Recibido / received: 15/08/2020. Aceptado / accepted: 03/03/2021.

1. Graduado en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Oviedo (2019). Especializado en diseño mecánico y fabricación. Ingeniería del Diseño. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

2. 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.

3. 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.

Código Unesco del área de conocimiento: 3313 (Tecnología e Ingeniería Mecánica)

Autor para correspondencia: Lucas García Menéndez. lgarcia2715@alumno.uned.es.



Foto: Shutterstock.

Introducción

Los algoritmos evolutivos constituyen una herramienta muy adecuada para la resolución de problemas de optimización multiobjetivo (Deb, 2001). Dichos algoritmos se basan en los postulados de la evolución biológica. Las entidades que representan las posibles soluciones al problema se denominan individuos o cromosomas, y el conjunto de estos, población. Los individuos son modificados por operadores genéticos, principalmente el cruce, que consiste en la mezcla de la información de dos o más individuos; la mutación, que es un cambio aleatorio en los individuos, y la selección, consistente en la elección de los individuos que sobrevivirán y conformarán la siguiente generación. Dado que los individuos que representan las soluciones más adecuadas al problema tienen más posibilidades de sobrevivir, la población va mejorando gradualmente (Makki, 2015; Navarro-Mateu, Makki y Cocho-Bermejo, 2018).

En el presente trabajo se desarrolla un modelo basado en algoritmos genéticos para el desarrollo de un recipiente cilíndrico. El diseño tiene dos objetivos: utilizar la mínima can-

tidad de material posible (para una capacidad de 250 ml) y concentrar el mayor volumen de material en la base para aumentar su estabilidad. Es, por tanto, un problema de optimización multiobjetivo. Para la ejecución se emplea el motor evolutivo Wallacei. Esta herramienta permite a los usuarios ejecutar simulaciones evolutivas en el lenguaje de programación visual Grasshopper 3D (*plug-in* que corre dentro de la aplicación CAD Rhinoceros 3D). Lanzado en enero de 2018, Wallacei incorpora potentes herramientas analíticas y métodos de selección de soluciones que ayudan a los usuarios a comprender mejor los procesos evolutivos y a tomar decisiones de forma eficiente. Además, Wallacei ofrece a los usuarios la posibilidad de seleccionar, reconstruir y obtener cualquier fenotipo de la población una vez completada la simulación (Wallacei, 2019; Rutten, 2010).

El principal componente de la plataforma Wallacei se llama Wallacei X. Esta herramienta permite ejecutar un algoritmo evolutivo, analizar los resultados, implementar métodos de selección y exportar fenotipos, todo ello dentro de una misma interfaz de usuario. Wallacei X emplea el algorit-

mo NSGA-2 (Deb *et al.*, 2002) como algoritmo evolutivo primario, y el método k-medias como algoritmo de agrupación (Wallacei, 2019).

Desarrollo

Como se mencionó anteriormente, la definición de la geometría se lleva a cabo mediante el lenguaje de programación visual Grasshopper 3D. El recipiente, objeto del problema, está formado por dos partes: el cuerpo y la base. Como muestra la figura 1, la geometría está construida de tal forma que el radio interior y el exterior del cuerpo se controlan a través de dos *sliders* (identificados como *wlc_radio int* y *wlc_radio ext*, respectivamente). Sea cual sea el valor del radio interno, la capacidad del recipiente debe mantenerse en 250 ml ($0,00025 \text{ m}^3$). Para conseguir esto, la altura del cuerpo se obtiene a partir de dicho radio y de la fórmula del volumen de un cilindro.

La base está formada por un cilindro cuyo radio coincide con el radio exterior del cuerpo. Como se muestra en la figura 2, la altura de la base se controla con un tercer *slider* (denominado *wlc_altura base*). Mediante la unión de ambas partes se obtiene la geometría final del recipiente.

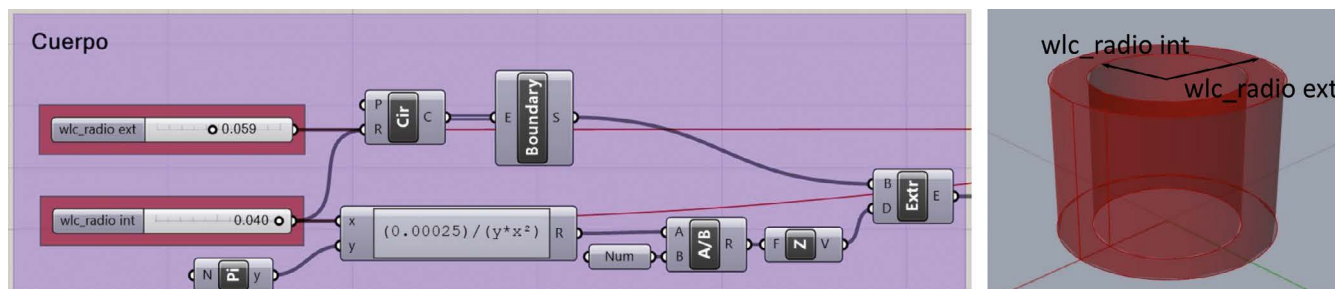


Figura 1. Definición de Grasshopper 3D (izquierda) que genera el cuerpo del recipiente (derecha).

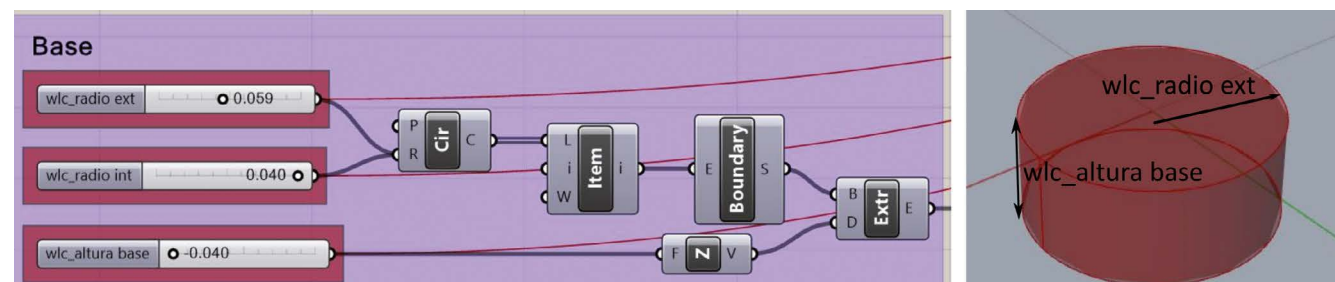


Figura 2. Definición de Grasshopper 3D (izquierda) que genera la base del recipiente (derecha).

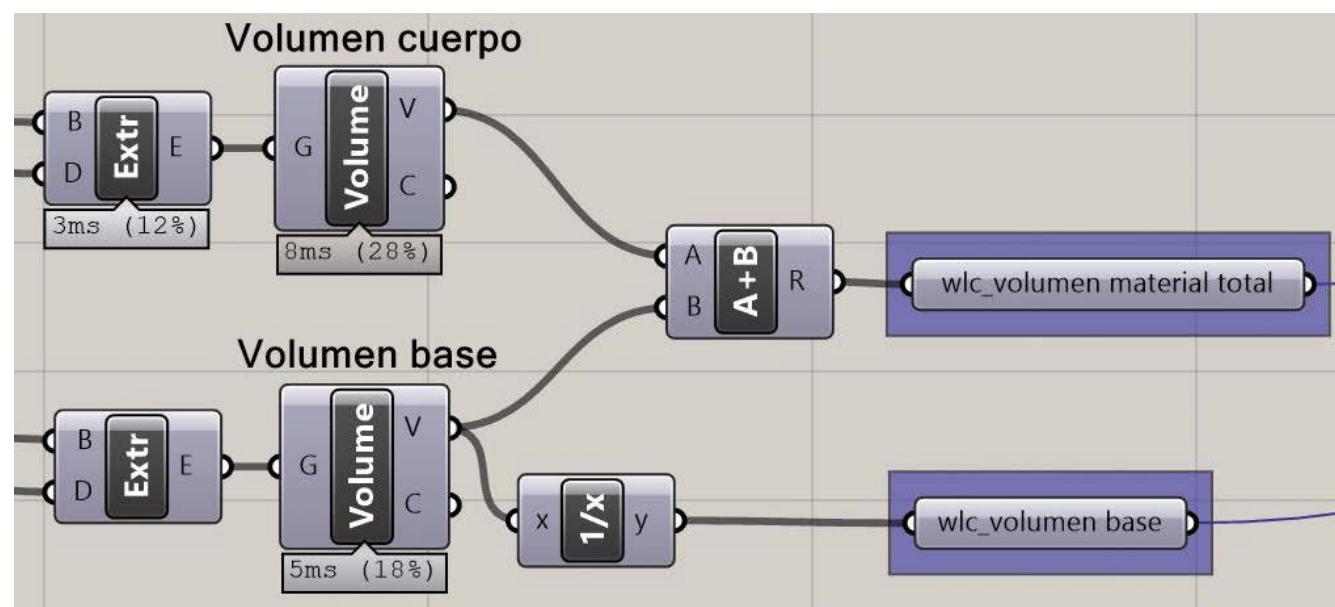


Figura 3. Cálculo de volúmenes.

Los datos de salida del componente extrusión (*Extr* en figuras 1 y 2) son del tipo *BREP* (o *b-rep*) (Stroud, 2006), por lo que el volumen se puede calcular directamente con el componente de Grasshopper *volume* (Fig. 3). Lógicamente, la suma del volumen del cuerpo y del volumen de la base constituye el volumen de material necesario para la fabricación de un recipiente. En la definición mostrada en la figura 3, dicho valor viene identificado como *wlc_volumen material total*. El volumen de la base del recipiente

se encuentra bajo el nombre *wlc_volumen base*.

Una vez obtenida una geometría inicial, se tienen que definir los genes y los objetivos del algoritmo evolutivo, los cuales constituyen las dos entradas esenciales de las cuatro del componente Wallacei X. Los genes corresponden con los *sliders* mencionados anteriormente, es decir, la altura de la base y los radios interno y externo del cuerpo del recipiente. Los objetivos son el volumen total de material necesario para fabricar el recipiente y la inversa

del volumen de la base (componentes resaltados en azul de la figura 3). El motor evolutivo moverá los *sliders* para minimizar los objetivos.

Para configurar el algoritmo, en primer lugar, se define el número de soluciones por generación (tamaño de la generación) y el número de generaciones que forman la población total. El tamaño de la población es la multiplicación de ambos. En el ejemplo propuesto, se han fijado ambos valores a 20, por lo que la población está compuesta de un total de 400 soluciones

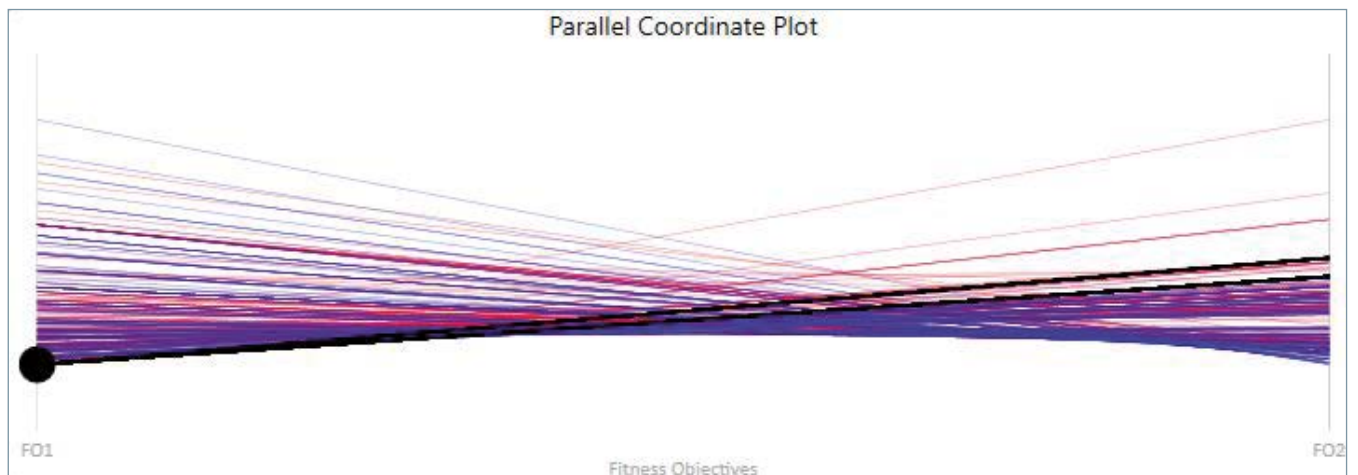


Figura 4. El círculo negro en el eje correspondiente al valor de aptitud 1 (FO1) indica el valor de aptitud más repetido.

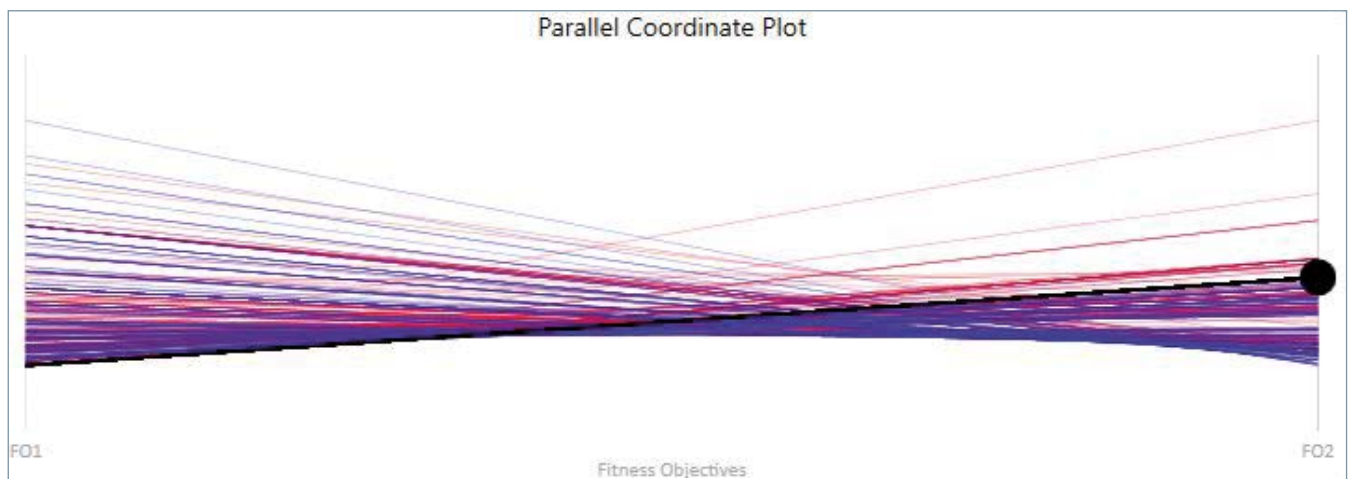


Figura 5. El círculo negro en el eje correspondiente al valor de aptitud 2 (FO2) indica el valor de aptitud más repetido.

Resultados

En la mayoría de los casos de optimización multiobjetivo no hay un valor que produzca un óptimo de forma simultánea para cada uno de los objetivos que componen la función. Esto se debe a la existencia de conflictos entre objetivos, que hace que la mejora de uno de ellos dé lugar a un empeoramiento de otro. En el caso que nos proponemos, teniendo en cuenta que los objetivos son maximizar el volumen de la base y minimizar el volumen de material necesario para la fabricación del recipiente, un aumento del volumen de la base traería consigo un incremento del volumen del material. Habrá que llegar, por tanto, a una situación de compromiso en la que todos los objetivos sean satisfechos en un grado aceptable, desde el punto de vista del diseño.

A diferencia de los problemas de optimización con un único objetivo, el concepto de óptimo es ahora relativo

y será necesario decidir de alguna forma cuál es la mejor solución (o cuáles son las mejores soluciones) al problema (Steuer, 1986) (Sawaragi, Nakayama y Tanino, 1985).

Wallacei X proporciona numerosas herramientas analíticas para seleccionar las soluciones que se desean exportar. Las gráficas de coordenadas paralelas (*Parallel Coordinate Plot*) se utilizan para trazar datos numéricos multivariados. En un gráfico de coordenadas paralelas, cada variable recibe su propio eje y todos los ejes se colocan en paralelo entre sí. Cada eje puede tener una escala diferente, ya que cada variable trabaja con una medida diferente, o todos los ejes pueden normalizarse para mantener todas las escalas uniformes. Los valores se representan como series de líneas conectadas a través de cada eje. En el caso propuesto, la gráfica constará únicamente de dos variables (una por cada objetivo de optimización) y represen-

tará todas las soluciones obtenidas. El gráfico de coordenadas paralelas analiza todas las soluciones de la población mediante la comparación de los valores de aptitud para cada solución en todos los objetivos.

El componente de análisis de gráficos de coordenadas paralelas de Wallacei X cuenta con cuatro métodos de análisis (Wallacei, 2019), de los cuales utilizamos los dos más significativos.

Soluciones con los valores de aptitud más repetidos

Se extraen las soluciones asociadas a los valores de aptitud (*fitness values*) más repetidos en la población. Los valores de aptitud son los diferentes valores que toman los objetivos del problema de optimización.

De las 400 soluciones obtenidas, para el objetivo 1, es decir, maximizar el volumen de la base del recipiente, el valor de aptitud más repetido es 1.624,025187

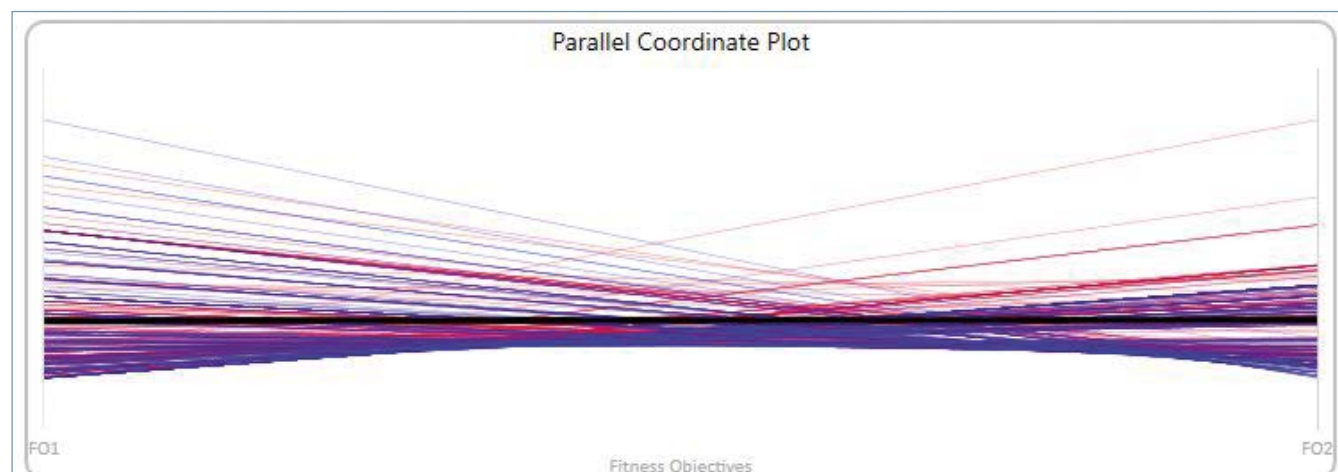


Figura 6. Solución más apta.

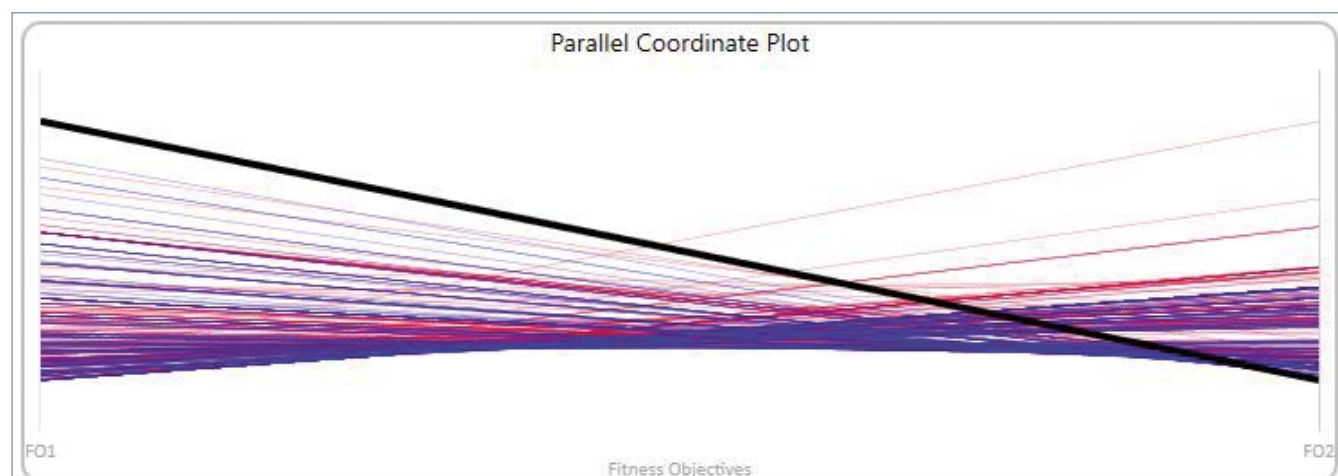


Figura 7. Solución con mayor diferencia relativa entre objetivos.

m^3 , que ha aparecido 37 veces. Como se ha mencionado, el algoritmo siempre minimiza los objetivos de aptitud, por lo que para maximizar el volumen de la base el algoritmo minimiza la inversa de dicho volumen. Por tanto, el volumen de la base más repetido es:

Para el segundo objetivo, es decir, minimizar el volumen de material total, el valor de aptitud más repetido es $0,001131 \text{ m}^3$, un total de 24 veces.

Diferencia relativa entre rangos de aptitud

Tras clasificar las soluciones por orden de aptitud de tal forma que el 0 represente la solución más apta, este método ordena las soluciones de acuerdo con la diferencia relativa entre las posiciones de los diferentes objetivos. La solución más apta es la que tenga el mismo puesto en todos los objetivos, es decir, aquella en la que no haya diferencia entre los dos puestos. Lógicamente, la solución que

está en la misma posición en los dos objetivos es una recta. Para dicha solución, el volumen de material es $0,000813 \text{ m}^3$ y el de la base $0,000282 \text{ m}^3$.

De 400 soluciones obtenidas (clasificadas de la posición 0 a la 399), la que presenta mayor diferencia entre puestos de la clasificación es la que se muestra en la figura 7. En este caso, el volumen de material tiene un valor de $0,000286 \text{ m}^3$, mientras que el volumen de la base es $0,000097 \text{ m}^3$.

En lugar de reconstruir los fenotipos (es decir, obtener la geometría asociada a cada resultado) para toda la población (400 resultados en nuestro caso), se reconstruyen solo para las cuatro soluciones específicas seleccionadas con los métodos anteriores (Fig. 8).

Las soluciones correspondientes al individuo 0 de la generación 11 y al individuo 7 de la generación 19 son las extraídas con el primer método, valores de aptitud más repetidos, mientras

que las correspondientes al individuo 1 de la generación 12 y al individuo 18 de la generación 1 fueron extraídas con el segundo, diferencia relativa entre rangos de aptitud.

Como muestra la figura 9, el volumen del contenido del recipiente (*Data input 1*) es siempre $0,00025 \text{ m}^3$ o, lo que es lo mismo, 250 ml.

Por último, la tabla 1 recoge los valores que adoptan los *sliders* que controlan la geometría del recipiente junto con los volúmenes de material y de la base correspondientes.

Como se puede apreciar en la tabla 1 y en la figura 9, las dos primeras soluciones tienen los mismos valores para los dos objetivos de optimización, es decir, tanto el volumen de la base como el total son iguales. Sin embargo, hay diferencias dimensionales en las geometrías asociadas a esas soluciones. El radio interior de la solución 0 de la generación 11 es 4 mm menor que el de la

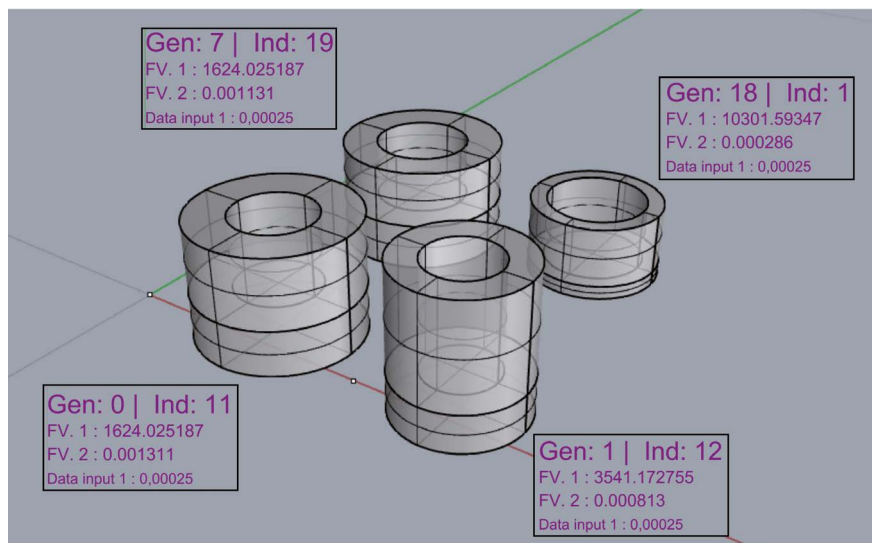


Figura 8. 4 de las 400 soluciones obtenidas. FV.2 indica el volumen de material necesario y FV.1 indica la inversa del volumen de la base (ambos en m³).

	wlc_radio ext (m)	wlc_radio int (m)	wlc_altura base (m)	volumen material (m ³)	volumen base (m ³)
Gen: 0 Ind: 11	0,07	0,036	0,04	0,001311	0,000616
Gen: 7 Ind: 19	0,07	0,04	0,04	0,001311	0,000616
Gen: 1 Ind: 12	0,053	0,03	0,032	0,000813	0,000282
Gen: 18 Ind: 1	0,053	0,04	0,011	0,000286	0,000097

Tabla 1. Valores de los sliders y de los volúmenes de material y de base asociados.

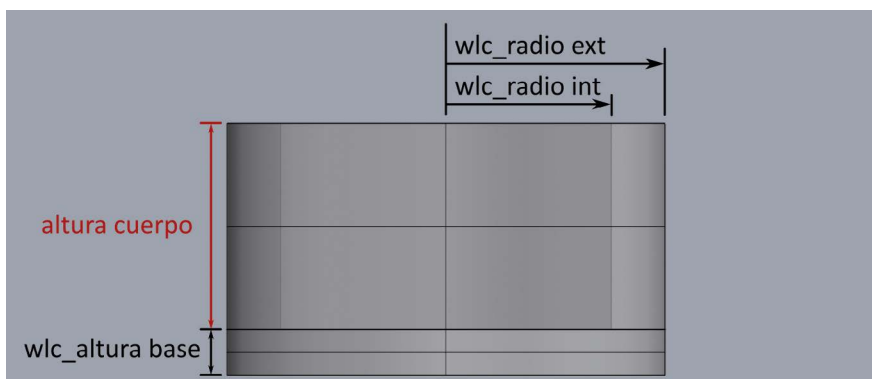


Figura 9. Dimensiones del recipiente. La altura del cuerpo se obtiene a partir del radio interior para mantener la capacidad del recipiente constante e igual a 250 ml.

solución 19 de la generación 7. Teniendo en cuenta que la capacidad del recipiente debe ser constante e igual a 250 ml, esta reducción en el radio se traduce en un aumento de la altura del cuerpo.

Conclusiones

Gracias al lenguaje de programación visual Grasshopper 3D y al motor evo-

lutivo Wallacei X, se ha planteado un problema de optimización multiobjetivo en el que se buscaba diseñar un recipiente cilíndrico de 250 ml de capacidad con la mínima cantidad de material posible. Además, se quiere que la mayor parte de material se concentre en la base del recipiente.

Como se ha explicado a lo largo de

este trabajo, no existe una solución única para el problema planteado. Es ahí donde entra en juego el objetivo del diseño y la visión del diseñador, quien tiene que decantarse por una solución u otra. De las cuatro geometrías extraídas, se elegiría la solución 1 de la generación 18 si se buscara el ahorro de material. Si, por el contrario, prevaleciera la robustez del recipiente proporcionada por una base voluminosa, habría que decantarse por la solución 11 de la generación 0 o la solución 19 de la generación 7.

Otro factor a tener en cuenta es el uso del objeto que se va a diseñar. Por ejemplo, en determinadas aplicaciones un gran grosor en el cuerpo del recipiente (es decir, una gran diferencia entre el radio exterior y el interior) puede suponer un aspecto negativo, por lo que habría que descartar gran parte de las soluciones obtenidas. Una línea de trabajo futuro podría ser la incorporación de aspectos de esta naturaleza a la definición del problema, de tal forma que las soluciones se enfocaran a aplicaciones concretas.

El ejemplo expuesto en este trabajo ha demostrado las inmensas posibilidades que nos brinda la herramienta Wallacei X. El empleo de algoritmos evolutivos ha permitido explorar una gran cantidad de soluciones, muchas de las cuales no se hubieran obtenido mediante métodos de diseño tradicionales.

Bibliografía

- Deb, K. (2001) *Multi-objective optimization using evolutionary algorithms*. 1.ª ed. New York: John Wiley & Sons.
- Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S. y Meyarivan, T. (2002) «A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II», *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 6(2), pp. 182-197.
- Makki, M. (2015) «An Evolutionary Model for Urban Development Urban», en *International Seminar on Urban Form*. Rome, Italy.
- Navarro-Mateu, D., Makki, M. y Cocho-Bermejo, A. (2018) «Urban-tissue optimization through evolutionary computation», *Mathematics*, 6.
- Rutten, D. (2010) *Evolutionary Principles applied to Problem Solving using Galapagos*. Disponible en: <https://www.grasshopper3d.com/profiles/blogs/evolutionary-principles> (accedido: 6 de julio de 2020).
- Sawaragi, Y., Nakayama, H. y Tanino, T. (1985) *Theory of multiobjective optimization*. Orlando: Academic Press.
- Steuer, R. E. (1986) *Multiple criteria optimization: theory, computation, and application*. New York: John Wiley & Sons.
- Stroud, I. (2006) *Boundary Representation Modelling Techniques*. Springer-Verlag London.
- Wallacei (2019) «Wallacei: an Evolutionary and Analytic Engine for Grasshopper 3D. Primer 2.0».

Biochar y sus aplicaciones potenciales en el suelo

Biochar and its potential uses in soils

Rocío García Montero^{1*}, Pablo Pizarro Medina^{2*}, Manuel Rodríguez Rastrero¹, María José Sierra Herráiz¹, María Guirado Torres¹, Rocío Millán Gómez^{1*}

Resumen

La gestión de los residuos debe dirigirse hacia la economía circular, obteniendo el mayor aprovechamiento de recursos materiales y energéticos disponibles. Una alternativa de gestión es la producción de biochar a partir de residuos orgánicos. Su aplicación en los suelos puede generar un doble servicio ambiental: mejorar sus propiedades y como herramienta contra el cambio climático al incrementar su contenido en carbono. Parte de la investigación actual sobre biochar está centrada en su papel como enmienda y su potencial fertilizante. En este artículo se presenta una caracterización de distintos biocarbones procedentes de residuos del sector primario y la industria agroalimentaria de una determinada área geográfica, producidos en condiciones de alta temperatura. Los resultados muestran que la disponibilidad de una gran diversidad de residuos puede presentar un alto interés agrícola y ambiental, ya que la transformación de dichos residuos en biocarbones ofrece propiedades aprovechables en numerosos servicios ambientales.

Palabras clave

Caracterización de biocarbones, pirólisis, residuos orgánicos, enmiendas orgánicas.

Abstract

Waste management should be directed towards the circular economy, obtaining the best use of available material and energy resources. A management alternative is the production of biochars from organic waste. Its application in soils can produce a double environmental service: to improve soil properties and as a tool against climate change by increasing soil carbon content. Part of the current research on biofuels is focused on its role as an amendment and its potential fertilizer. This article presents a characterization of biochars from Primary Sector waste and the agri-food industry from a specific geographic area and produced under high temperature conditions. The results show how the availability of a great diversity of residues can present a high agricultural and environmental interest, since the transformation of these residues into biochars offers useful properties in relation to numerous environmental services.

Keywords

Biochar characterization, pyrolysis, organic wastes, organic amendments.

Recibido / received: 17/12/2020. Aceptado / accepted: 17/03/2021.

1. Unidad de Conservación y Recuperación de Suelos. Departamento de Medio Ambiente. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat). Avda. Complutense, 40. 28040 Madrid.

2. Green Oil Energy Systems SLP. Travesía de la Cruz Verde 2. 45002 Toledo.

*Autores para correspondencia. Rocío García Montero: Rocío.García@ciemat.es; Pablo Pizarro Medina: pizarro.medina@gmail.com.



Foto: Shutterstock.

Introducción

El sector primario y la industria agroalimentaria son grandes productores de residuos, en su mayoría de naturaleza orgánica. Una deficiente gestión de estos puede ocasionar graves consecuencias ambientales, como contaminación de aguas y suelos, incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero e impacto paisajístico. Según la legislación vigente, el artículo 3 de la ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y Suelos Contaminados, define, entre otros, el concepto de residuos como “cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar”. Y residuos industriales, como “residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial”.

Todas aquellas acciones que permitan incorporar estos residuos a la economía circular, contribuirán a reducir sus impactos ambientales. Dentro del concepto de valorización energética de los residuos, existe una alternativa en la que se puede combinar la obtención de rendimiento energético, en un contexto de bajas emisiones de gases de efecto

invernadero, junto con un subproducto sólido con potencial de enmienda en el suelo: el biochar o biocarbón.

¿Qué es el biochar y cómo se produce?

El “biochar” o “biocarbón” (figura 1) es “un producto de carbonización de grano fino, que se obtiene a través de la

pirólisis de biomasa y residuos biodegradables, y que está caracterizado por un alto contenido de carbono orgánico y una baja susceptibilidad a la degradación” (Saletnik *et al.*, 2019).

El proceso de pirólisis permite, en principio, que no haya limitaciones importantes en cuanto a la tipología

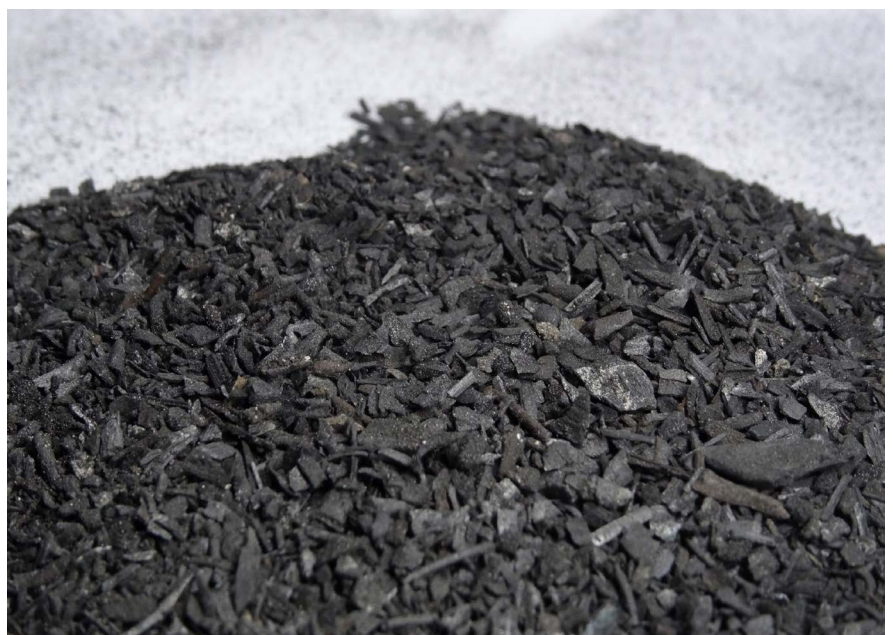


Figura 1. Biochar a tamaño <2 cm. Imagen: Unidad de Conservación y Recuperación de Suelos. CIEMAT.

de residuo (incluye, por ejemplo, residuos plásticos), por lo que consigue una reducción importante del volumen de residuos con la transformación en tres componentes: líquido (bioaceite), sólido (biochar) y gaseoso (*syngas* o gas de síntesis), con posibilidad de retroalimentación energética y evitando o minimizando las emisiones de CO₂.

El proceso de pirólisis, junto con el secuestro de carbono en los suelos mediante la aplicación del biochar, puede resultar una estrategia conjunta (Turner, 1999) para ayudar a minimizar los efectos del cambio climático. De hecho, en el último informe del Intergovernmental Panel on Climate Change, se incorpora por primera vez el biochar como herramienta de mitigación por su capacidad de fijar carbono (IPCC, 2018).

Las propiedades del biochar resultante dependerán, por una parte, de la naturaleza de los materiales seleccionados, y por otra, de las condiciones del proceso de pirólisis.

A lo largo de estos últimos años se ha experimentado con numerosos tipos de residuos:-

- *Biomasa de tipo lignocelulósica*, compuesta por madera y restos de cultivos. Sus principales componentes son polisacáridos como la celulosa y la hemicelulosa, y polímeros fenólicos como las ligninas. Su composición general es muy variable, según especies vegetales, condiciones climáticas y del suelo (Brown, 2009). Las biomásas ricas en ligninas son las que presentan mayor resistencia al calentamiento y mayores rendimientos en la producción de biochar (Demirbas, 2004).
- *Otros residuos susceptibles de pirólisis* son los lodos de depuradora, residuos sólidos urbanos (RSU), estiércoles, purines y otros residuos animales (SANDACH). Aunque el proceso de pirólisis sirve como proceso higienizante, es necesario testar y caracterizar bien para descartar cualquier problemática que pudiese ocasionar su aplicación. Por otro lado, son materias primas que pueden presentar una alta concentración de nutrientes para los cultivos (REC, 2014).

En cuanto a las condiciones de pirólisis, es importante considerar aspectos como la temperatura, el contenido

en humedad del material o el tiempo de residencia. La duración del proceso y la temperatura alcanzada van a condicionar los rendimientos de los tres subproductos resultantes del proceso. Según aumenta la temperatura, el rendimiento se desplaza hacia la producción de gas, por lo que se reduce en la fracción líquida y sólida. Dependiendo del objetivo final, en los procesos de pirólisis a elevada temperatura (superior a 700 °C), puede darse la oportunidad de obtener un gas con aprovechamiento energético y un biochar con múltiples usos.

Sobre las características que presenta el biochar, a medida que aumenta la temperatura del proceso de pirólisis, este incrementa su contenido relativo en carbono, aumenta el pH, la conductividad eléctrica y la abundancia en grupos funcionales básicos, mientras que se empobrece en hidrógeno y oxígeno, reduce sus rendimientos y los grupos funcionales ácidos (Al-Wabel *et al.*, 2013). Este aumento de temperatura es el que produce un reordenamiento en la estructura, incrementando la aromaticidad y, con ello, su estabilidad a lo largo del tiempo y su potencial en la captura de carbono (Hammes y Smith, 2009).

Biochar y sus aplicaciones ambientales

Son numerosos los usos conocidos que se le pueden dar a estos biocarbones hoy en día. Su estructura porosa y sus características químicas lo convierten en un material atractivo con el que trabajar a la hora de intentar solventar algunas problemáticas ambientales como: el tratamiento de aguas residuales o contaminadas, al usar el biochar como filtro y retener metales pesados o contaminantes químicos. De igual manera en chimeneas industriales para reducir las emisiones de gases contaminantes. En el sector ganadero, se ha incorporado en las camas de ganado y tratamiento de estiércoles como forma de reducir olores y facilitar su tratamiento (Schmidt, 2012). No obstante, el presente artículo se va a centrar en el papel del biochar en el suelo.

El uso del biochar en la mejora del suelo, junto con su aplicación en los cultivos, se viene estudiando con gran interés en las últimas décadas. Los orígenes del biocarbón, como enmienda orgánica, se datan de la época preco-

lombina en la Amazonía brasileña, en unos suelos denominados *Terra Preta* (Tierra negra); su color y propiedades se atribuyen a la carbonización, principalmente de biomasa vegetal. Estos suelos presentan altas concentraciones de nutrientes y fertilidad en general muy superiores al de los suelos adyacentes, además de unas altas concentraciones de carbono muy estables con el paso del tiempo (Glaser *et al.*, 2001).

En el caso de suelos contaminados, las características químicas que presenten los distintos biocarbones van a determinar los mecanismos en los que puede ser útil su aplicación. De igual manera, la adición de biochar al suelo puede ocasionar cambios que beneficien su manejo, por factores como el pH que se pueden ver influidos.

Se pueden dar procesos de retención de metales por intercambio químico, fenómenos de sorción física y también puede favorecer modificaciones de las condiciones redox a microescala por los cambios producidos en la estructura física y porosa del suelo (Beesley *et al.*, 2015). Además, aquellos biocarbones que presentan un alto contenido en cenizas, pueden propiciar la precipitación de metales, ya que suele ir relacionada con una mayor concentración en sales minerales (Gaskin *et al.*, 2008).

En la agricultura (figura 2), el potencial del biochar viene dado por el aumento de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, motivado por una mejora en la capacidad de intercambio catiónico (Liang *et al.*, 2006) de la estructura del suelo y la porosidad, lo que favorece el hábitat microbiano y, por tanto, aumenta la actividad biológica. También incrementa el agua disponible para las plantas (Diatta *et al.*, 2020). Y se obtienen beneficios ambientales como la reducción de sus dosis o se minimiza su pérdida por lixiviación (REC, 2014).

Con carácter general, los suelos agrícolas españoles, con valores de carbono orgánicos muy bajos, son buenos candidatos para la aplicación extensiva de biochar; se puede llegar a mejorar su fertilidad actual y potencial, y aumenta su capacidad como sumidero de carbono en el contexto de la lucha contra el cambio climático.

Los beneficios ambientales que se derivan de la aplicación de biochar al suelo no tienen valor específico de

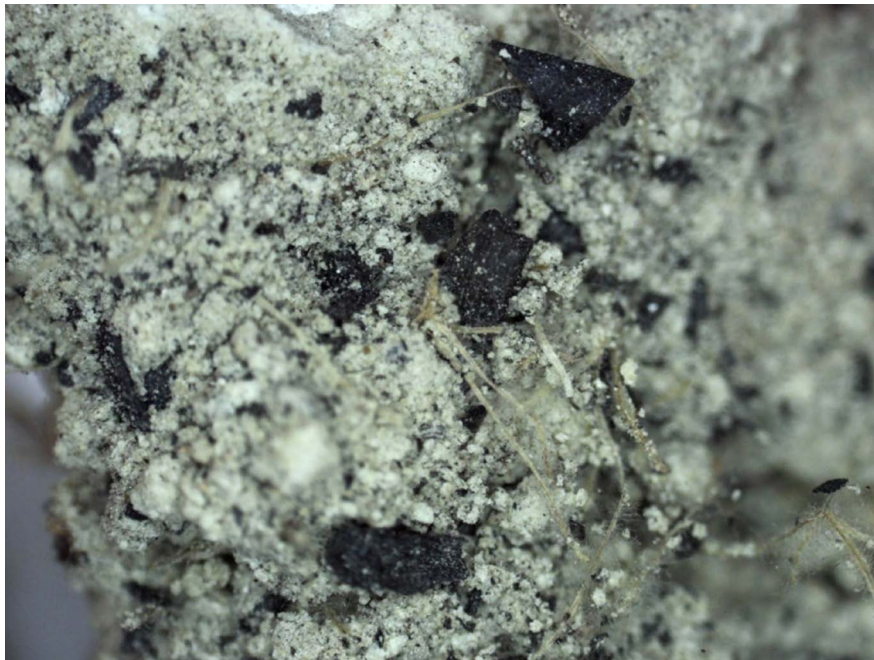


Figura 2. Biochar integrado en suelo agrícola degradado -15x. Imagen: Unidad de Conservación y Recuperación de Suelos. CIEMAT.

mercado, para considerar el biochar una herramienta viable a gran escala, son necesarios incentivos regulatorios y financieros (Pourhashem *et al.*, 2018). Estos autores recomiendan la mejora de las políticas que permitan monetizar los beneficios ambientales y los costes evitados, el reconocimiento del suelo como un recurso a través de políticas de conservación y el desarrollo de un conjunto de estándares de productos aptos para la producción de biochar.

Actualmente, existe el Reglamento (UE) 2019/1009, por el que se establecen disposiciones relativas a la puesta a disposición en el mercado de los productos fertilizantes UE, al que sería posible recurrir si el biochar se considerase enmienda orgánica. No obstante, no existe legislación nacional o europea en la que se incluya el biochar propiamente dicho, como enmienda o con otros usos, en los que se regulen estándares en su producción y valores límites de referencia en distintos parámetros. Sin embargo, su uso está mucho más extendido en otros países de la Unión Europea y Estados Unidos, donde han nacido distintas iniciativas que han generado de manera voluntaria estándares de producción propios a la espera de una regulación común (Meyer *et al.*, 2017). Por tanto, es necesario que continúe

la investigación para tener el mayor conocimiento sobre este recurso y se regulen los criterios que permitan extender su uso bajo unas garantías ambientales y socioeconómicas.

Esta temática tan actual ha dado pie a la colaboración entre la Unidad de Conservación y Recuperación de Suelos del Departamento de Medio Ambiente del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y la empresa *Green Oil Energy Systems SLP*.

El objetivo principal de esta investigación es mostrar cómo residuos muy heterogéneos procedentes de una reducida área geográfica, y sometidos a un proceso de pirólisis de alta temperatura, pueden presentar interés agrícola y/o ambiental. Se pretende, asimismo valorar hasta qué punto el proceso de pirólisis homogeniza las propiedades de los biocarbones obtenidos o, si, por el contrario, estos mantienen su heterogeneidad inicial. Estos objetivos implican analizar diversas propiedades físico-químicas, fitotóxicas y estructurales de estos biocarbones, y aplicar criterios estadísticos con objeto de evaluar sus potenciales usos, principalmente como enmienda edáfica, así como herramienta para incrementar el carbono orgánico de los suelos.

Metodología: tipos de residuos y proceso de pirólisis

La variable a estudio es el subproducto sólido obtenido según el residuo tratado. Las materias primas empleadas son de origen industrial agroalimentario, forestal, agrícola y ganadero. En el proceso de pirólisis se mantuvieron condiciones de alta temperatura (820 °C), con un alto rendimiento en la fracción gas.

Otro aspecto valorado a la hora de seleccionar los residuos es que estos procedieran de un entorno próximo al lugar en el que se vayan a tratar o emplear, en el contexto de una economía circular y local. En este caso, los residuos proceden de diversas actividades agrarias e industriales desarrolladas en el norte de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha (provincias de Toledo y Guadalajara).

Se han estudiado 10 residuos, cuyo origen y nomenclatura con la que se va a referir a cada uno de ellos, en adelante, se muestran a continuación:

- Residuos de olivicultura (**RO**).
- Residuos de industria oleícola (**ROF**).
- Residuo de plantas suculentas (**RC**).
- Residuos forestales (**RF**).
- Excretas ganaderas (**RE**).
- Residuos de cultivo cerealista de secano (**RA**).
- Residuos de cultivo cerealista de regadío (**RAL**).
- Residuos de la industria de cítricos (**RCI**).
- Residuo de planta de biomasa (**REN**).
- Residuo de vinicultura (**RV**).

En este estudio, ha sido empleado un prototipo de equipo de pirólisis diseñado y construido expresamente por *Green Oil Energy Systems SLP*, con objeto de desarrollar un tratamiento de residuos con fines energéticos, de bajo coste tecnológico y susceptible de autoalimentación por el gas de síntesis generado durante el propio proceso de pirólisis.

Las características básicas del equipo se muestran en la figura 3. Se trata de una tecnología modular que permite, en caso de ser requerido, su uso *in situ* en fábrica con una potencia eléctrica de 18 Kw. Los vapores evacuados son procesados adicionalmente para la condensación de bioaceites.

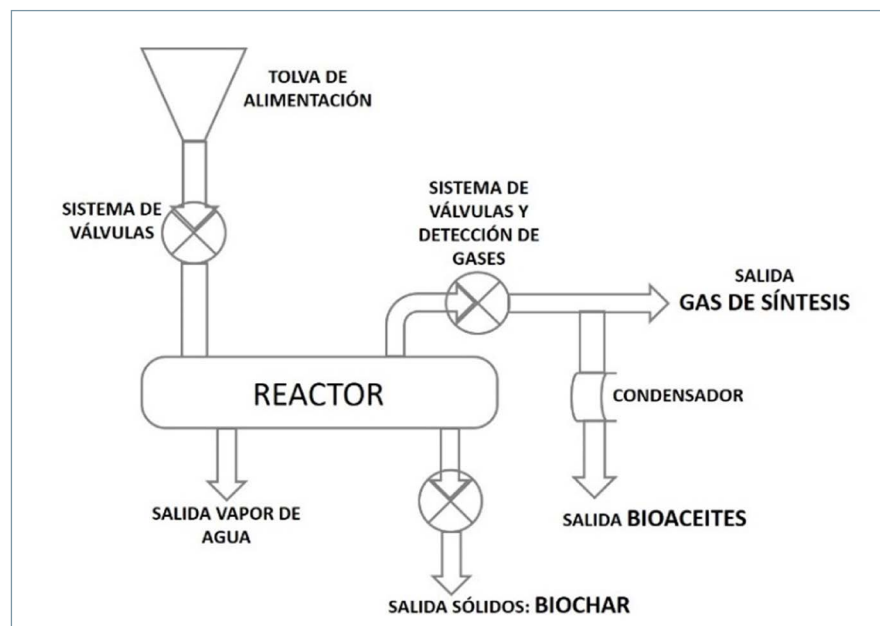


Figura 3. Esquema básico del equipo de pirólisis. Fuente: elaborado por GOES.



Figura 4. Prototipo del equipo modular de pirólisis empleado. Imagen tomada por GOES.

Previamente al proceso de pirólisis, los residuos fueron sometidos a un proceso de secado a 95 °C durante 2 horas. Además, aquellos que presentaban elementos de gran tamaño fueron fragmentados hasta conseguir un diámetro máximo de 2 cm. Los residuos fueron incorporados al reactor una vez alcanzados los 780 °C. La temperatura máxima del proceso fue de 820 °C, y el

tiempo de residencia, de 1 hora. Una vez obtenido el biochar, se procedió a su enfriado y desodoración en vacío. La figura 4 muestra una imagen del prototipo empleado.

El biochar generado fue caracterizado en los laboratorios de la Unidad de Conservación y Recuperación de Suelos del CIEMAT.

Los análisis realizados incluyeron:

pH (1:10 en agua), conductividad eléctrica (C.E.) (1:10), carbono orgánico fácilmente oxidable (Walkley-Black), silicio (Si) asimilable, fosfatos (método Burriel-Hernando), nitrógeno Kjeldahl, iones solubles, superficie específica (BET), carbono orgánico total (TOC), fitotoxicidad (test de Zucconi) y análisis de muestras en el microscopio electrónico de barrido (SEM). Dichos parámetros permiten evaluar la capacidad de los distintos productos en la recuperación de suelos degradados y la fijación de carbono.

Resultados y discusión

Análisis físico-químicos

Los resultados principales de estos análisis físico-químicos vienen recogidos en la Tabla 1. En primer lugar, se observa que todos ellos presentan un pH entre alcalino y fuertemente alcalino, como es propio en los biocarbones producidos a altas temperaturas (De Luca *et al.*, 2009). La conductividad, sin embargo, presenta unos valores mucho más variables, dado que el origen de la materia prima va a marcar la salinidad que presente el biochar resultante. Destaca el valor de RC, seguido de ROF, REN y RCI; esto se debe a la naturaleza de la especie vegetal o los tratamientos que hayan recibido en los procesos industriales.

El carbono orgánico fácilmente oxidable (C_{FO}), determina la forma de C relativamente lábil y accesible para los microorganismos. Los resultados vuelven a ser muy variables según la materia prima. Biocarbones como RC, RE, RA y ROF, procedentes de cultivos o excretas, son los que presentan los valores más altos. La excepción a esta categoría es RCI. Los valores más bajos provienen de aquellos de origen leñoso, con la singularidad de RF, con un valor superior al resto de similar origen.

En el caso del silicio, elemento de interés en la biofortificación de los cultivos, su presencia en los biocarbones está asociada al contenido en cenizas; su proporción aumentará con la temperatura de pirólisis (Brown, 2009). El Si asimilable presenta unos valores muy bajos en todos los biocarbones, con la posible excepción de ROF y RA. En el caso de ROF puede deberse a algún tratamiento propio de la industria. Sin embargo, el biochar RA, pro-

		pH	C.E (mS·cm ⁻¹)	C _{FO} (%)	Si (%)	Fosfatos (g·kg ⁻¹)	N (%)	BET (m ² ·g ⁻¹)	TOC (%)
Biocarbones analizados	RO	9,4 *(0,22)	1,1 (0,33)	0,7 (0,1)	0,001	0,26 (0,02)	0,46 (0,03)	146,8	85,0 (1,41)
	ROF	9,3 (0,01)	19,5 (0,06)	1,8 (0,1)	0,031	0,13 (0,01)	1,34 (0,02)	2,0	64,3 (1,48)
	RC	10,7 (0,56)	69,9 (5,30)	6,9 (0,4)	0,003	8,39 (0,28)	0,85 (0,04)	4,6	27,9 (1,17)
	RF	8,4 0,01	0,8 (0,00)	2,9 (0,1)	0,001	2,64 (0,04)	0,62 (0,04)	7,8	37,6 (1,03)
	RE	10,1 (0,02)	2,2 (0,10)	5,8 (0,1)	0,004	4,84 (0,13)	0,82 (0,03)	22,9	29,1 (3,14)
	RA	10,0 (0,01)	5,0 (0,17)	4,0 (0,5)	0,026	1,40 (0,20)	1,38 (0,19)	45,2	66,3 (2,08)
	RAL	9,9 (0,08)	6,8 (0,69)	0,6 (0,1)	0,008	0,46 (0,05)	0,68 (0,06)	141,7	84,8 (0,30)
	RCI	10,1 (0,11)	9,1 (0,84)	1,0 (0,1)	0,001	0,43 (0,05)	1,19 (0,08)	34,8	77,2 (0,51)
	REN	11,9 (0,04)	11,4 (0,11)	1,0 (0,0)	0,004	2,93 (0,08)	3,11 (0,09)	6,1	52,1 (0,12)
	RV	9,8 (0,08)	1,9 (0,67)	0,9 (0,0)	0,001	1,33 (0,24)	0,60 (0,05)	209,2	83,4 (1,03)

Tabla 1. Parámetros físico-químicos de los biocarbones. *) Desviación estándar.

cedente de restos de cultivos de secano acumuladores de silicio, puede ser fuente de este elemento en los suelos en los que se aplique (Abbas *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2018).

La presencia de sales en la materia prima, igualmente, determina el contenido en fosfato asimilable, de gran importancia en la fertilización de cultivos. En este sentido destacan biocarbones como RC y RE. Biocarbones procedentes de material herbáceo, hojas y frutos (ROF, RA, RCI) han presentado contenidos elevados en N. Sin embargo, en aquellos de naturaleza leñosa, los valores en N son previsiblemente bajos (Knicker, 2010). El elevado valor en N obtenido en el biocarbón producido a partir de residuos tratados en la planta de biomasa (REN) podría relacionarse con una diversidad de residuos tratados mayor de la esperada.

El potencial que puede presentar un biocarbón a la hora de retener líquidos, gases o como hábitat de microorganismos, se verá influido por su porosidad

y la tipología de estos poros. La superficie correspondiente a los poros de menor tamaño, mesoporos (50-2 nm) y microporos (< 2 nm) (Downie *et al.*, 2009) puede relacionarse con la superficie específica (BET). Los biocarbones caracterizados presentan gran variabilidad; aquellos procedentes de origen leñoso son los que obtienen los valores más altos, junto con RAL, cultivo de regadío. La excepción de una baja superficie específica en los de origen leñoso es RF. A su vez, el resto de biocarbones también muestran valores reducidos; esto podría deberse a que altas temperaturas de pirólisis pueden provocar que parte de la estructura desaparezca, se colapse y, por tanto, se pierdan esos poros (Lua *et al.*, 2004).

Por último, la tabla 1 recoge los valores de carbono orgánico total, parámetro de interés al hacer referencia al potencial del biochar para el secuestro de C en los suelos. Las materias primas tienen de nuevo un papel determinante en este parámetro: aquellas

procedentes de material leñoso presentan valores de TOC del 70-90%, y aquellos de origen más diverso, como restos de agricultura, excretas o lodos, presentan valores por debajo del 60% (Sohi *et al.*, 2009). Esta diferenciación por tipología de residuos se cumple mayoritariamente, a excepción de RF, con un valor muy por debajo de lo esperado, son de origen forestal, y de RAL y RCI, de origen agrícola de regadío y cítricos, con unos resultados superiores a lo previsto.

La tabla 2 muestra la concentración de iones solubles en el extracto acuoso de cada uno de los biocarbones.

Como se comentó respecto a la conductividad eléctrica, hay dos biocarbones que presentan una concentración en sales muy superior al resto, ROF y RC. En ellos destacan la concentración en iones cloruro (Cl⁻) y potasio (K⁺), probablemente relacionada con los procesos industriales a los que se someten los residuos oleícolas. En el caso de RC, las plantas

		Iones solubles								
		F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
		mg·g ⁻¹								
Biocarbones analizados	RO	0,06	0,10	0,02	0,09	0,30	0,23	1,51	0,04	0,18
	ROF	0,38	4,24	0,09	2,82	0,96	0,45	111,02	0,09	0,22
	RC	0,01	63,06	0,01	0,14	2,95	5,70	102,79	1,44	0,47
	RF	0,07	0,16	0,01	0,06	0,82	0,25	1,55	0,08	0,18
	RE	0,01	0,80	0,01	0,01	0,15	1,04	2,04	0,02	0,02
	RA	0,01	6,87	0,01	0,01	7,63	0,00	14,12	0,27	1,62
	RAL	0,12	2,55	0,03	0,09	0,28	0,34	8,90	0,11	0,13
	RCI	0,11	2,52	0,01	0,06	0,47	0,35	13,97	0,16	0,41
	REN	0,09	1,47	0,03	0,06	9,52	0,45	20,10	0,01	0,35
	RV	0,04	0,13	0,02	0,17	0,44	0,45	2,50	0,07	0,08

Tabla 2. Concentración de iones solubles en los biocarbones.

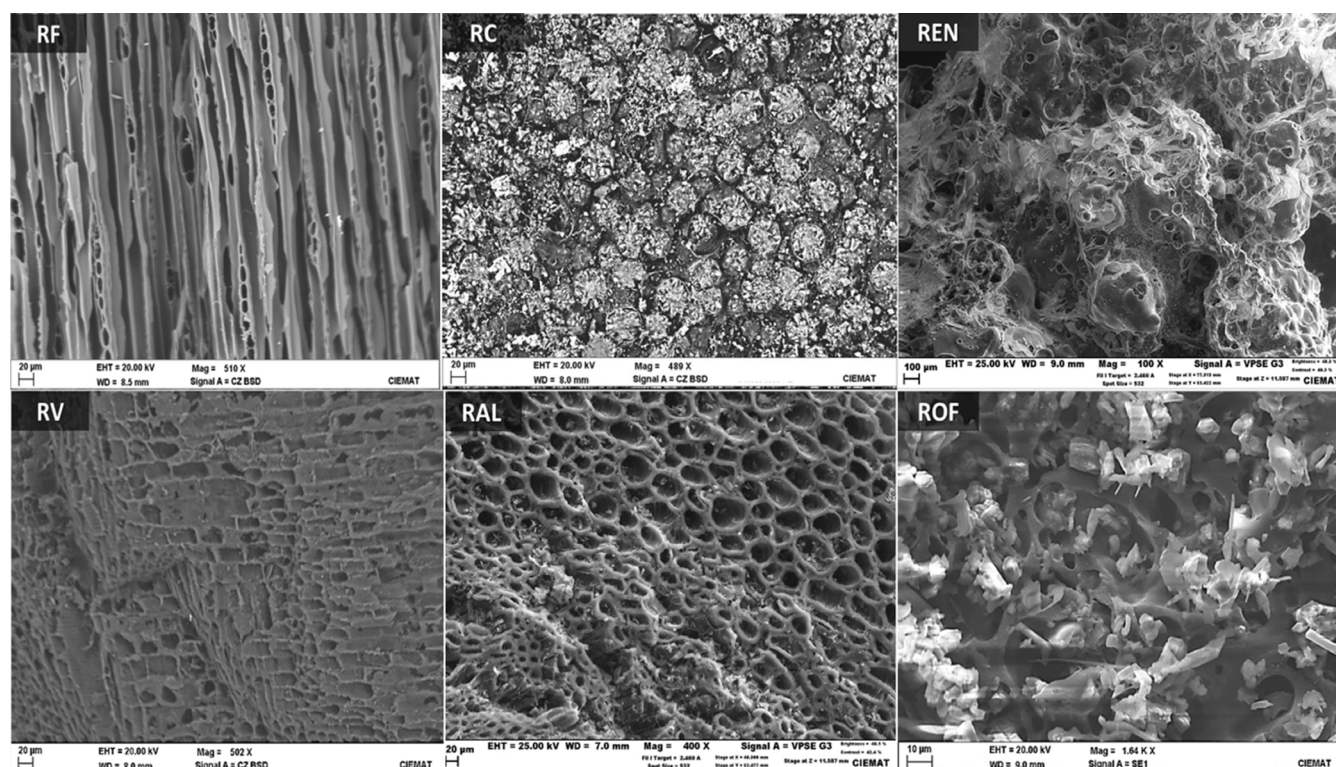


Figura 5. Imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM) de biocarbones producidos a partir de residuos de procedencia: forestal (RF), plantas suculentas (RC), planta de biomasa (REN), viticultura (RV), cereal de regadío (RAL) e industria oleícola (ROF). Imágenes tomadas por R. Saldaña (Unidad de Conservación y Recuperación de Suelos. CIEMAT).

suculentas desarrollan adaptaciones para la acumulación de sales en medios áridos o salinos (Uhlig, 2017). Los biocarbones de origen agrícola son los siguientes en presentar mayor concentración en iones; la variabilidad y sus concentraciones depende

rán de la especie, el suelo en el que se desarrolle, el clima y la época de cosecha (Brown, 2009). Por último, los de origen leñoso tienen los valores más bajos, lo que se relaciona con el alto contenido en C y bajo en nutrientes (Sohi *et al.*, 2009).

Prueba de fitotoxicidad

Un factor clave en la caracterización de los biocarbones es evaluar su potencial de toxicidad. Se propone en este estudio emplear para ello el test de Zucconi (Zucconi *et al.*, 1985) utilizado habitualmente para evaluar la

fitotoxicidad del compost. El test valora el porcentaje de germinación y la longitud de crecimiento de raíces, de manera que una inhibición de la germinación indicará altos niveles de fitotoxicidad, mientras que la observación de limitaciones en el crecimiento radicular puede asociarse a fitotoxicidad moderada. La especie vegetal usada para estos ensayos fue el berro (*Lepidium sativum*).

La evaluación de los resultados mostró que la mayoría no presentaban indicios de fitotoxicidad, con una tasa de germinación y crecimiento radicular óptimo, con tres excepciones: el biochar de REN, que presentó una fitotoxicidad moderada, y ROF y RC, que presentaron elevados niveles de fitotoxicidad. Los tres casos se asocian a altos valores de conductividad eléctrica. Los altos niveles de fitotoxicidad no implican necesariamente riesgo ambiental en la adición de biochar a los suelos, simplemente que es necesario hacer ensayos de dosis o estudios más en profundidad para conocer su comportamiento una vez se incorpore al suelo, y de cómo puede afectar a las especies vegetales.

Análisis de microestructura: SEM

La microscopía electrónica de barrido (SEM) permite observar las estructuras resultantes tras el proceso de pirólisis. En la figura 5, se encuentran 6 de las 10 muestras de los biocarbones de estudio; la heterogeneidad del origen de los residuos se mantiene en su versión carbonosa. Son formas complejas en las que, dependiendo de la materia prima, se mantendrá en mayor o menor medida la estructura original. La abundancia de compuestos más resistentes como las ligninas contribuirán a mantener la estructura original; en tanto que compuestos más lábiles, favorecerán un reordenamiento de las estructuras del biochar con respecto a las de la materia prima.

En el caso de las muestras RF y RV, procedentes de especies leñosas, se mantienen las fibras de las estructuras del parénquima. RAL también presenta muy definida una pared llena de concavidades, mantenida de la biomasa original. Esta disposición indica un predominio de macroporos (>50 nm) (Downie *et al.*, 2009), que pueden ser potenciales reservorios de agua u otras sustancias que puedan quedar almace-

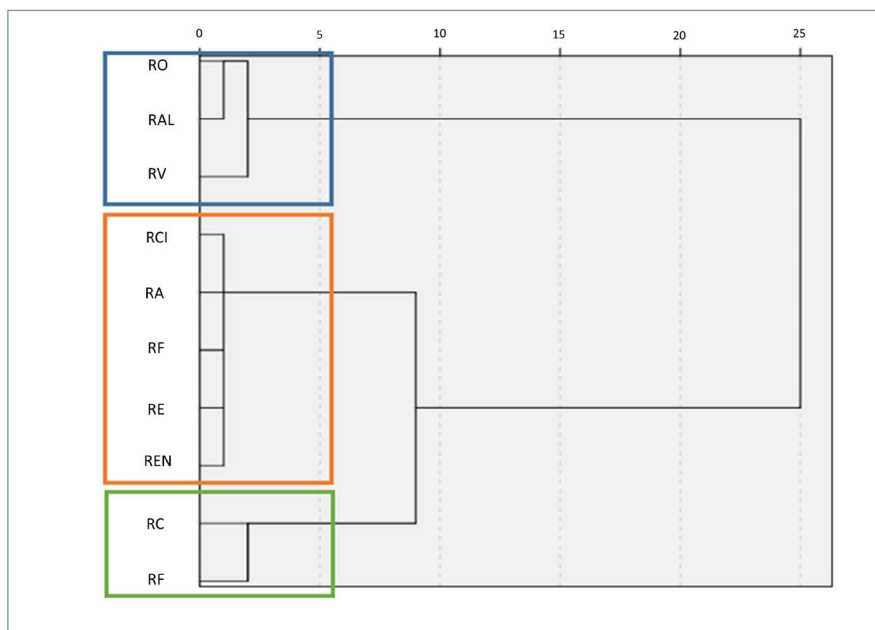


Figura 6. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados en muestras de biocarbones.

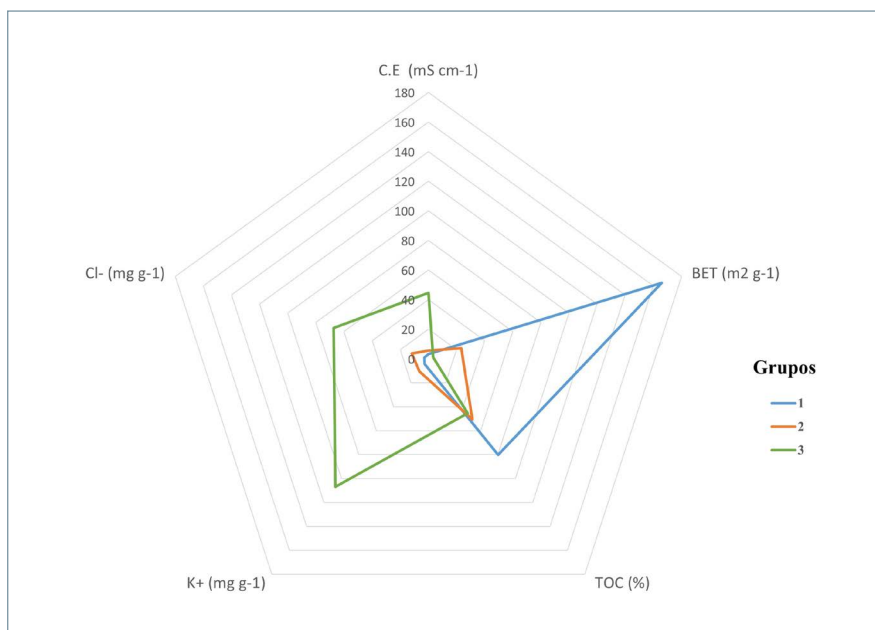


Figura 7. Representación de las variables más discriminantes de cada una de las agrupaciones.

nadas, así como microhábitats para organismos presentes en los suelos. Esto, además, coincide con que RV y RAL mostraban los valores más altos de superficie específica.

Las tres imágenes restantes muestran una configuración distinta a las anteriormente comentadas. Los biocarbones RC y ROF destacan por presentar abundantes cristales en la superficie de la estructura, correspondientes a las sales precipitadas, responsables de los altos valores en

conductividad e iones solubles (tablas 1 y 2). Se intuye la estructura original de los residuos vegetales; en el caso de RC con formas globulares, mientras que en ROF, una estructura constituida por oquedades irregulares, posiblemente restos de las estructuras parenquimáticas. Es posible que parte de las estructuras hayan sufrido algún proceso de fusión, tapando algunos de los poros de la estructura original. La muestra de biochar REN tiene una disposición más compleja al no tener

estructura heredada del residuo, sino que presenta una forma masiva. Su color blanquecino indica un recubrimiento de sales acorde con su caracterización química.

Agrupaciones de biocarbones y sus aplicaciones potenciales en los suelos

A partir de la caracterización de cada uno de los biocarbones, se planteó conocer si residuos de distinto origen, sometidos a las mismas condiciones de pirólisis, podrían ser agrupados de acuerdo con sus usos potenciales. Para ello, se realizó una serie de análisis estadísticos. En primer lugar, un análisis de conglomerados representado en dendrograma (figura 6) con los grupos que se pueden formar a raíz de las características principales de los biocarbones. Posteriormente, se procedió a realizar un análisis discriminante que indicó qué variables diferenciaban de forma significativa dichos grupos.

El resultado del análisis de conglomerados muestra como los 10 tipos de biochar se pueden categorizar en 3 grupos distintos:

- Grupo 1: RO, RV y RAL.
- Grupo 2: RF, RCI, REN, RE y RA.
- Grupo 3: ROF y RC.

Y el análisis discriminante indica que las variables que establecen mayores diferencias entre los tres grupos son la conductividad eléctrica (asociada a la salinidad), la superficie específica y el contenido en ion K^+ , seguidos del carbono orgánico total y el ion Cl^- .

La distribución (figura 7) de las variables más destacadas para cada uno de los conglomerados o agrupaciones muestra indicios de sus posibles aplicaciones.

Como se observa en las agrupaciones, el origen de las materias primas no permite estandarizar a priori una serie de parámetros o características, sino que han de tener que ser evaluadas de forma individual o, al menos, por tipologías más específicas.

En cuanto a las ventajas que el uso de estos biocarbones puede aportar a los suelos, destaca una característica general, su alcalinidad, como medio para incrementar el pH de suelos ácidos, lo que favorece la actividad biológica, la disponibilidad de deter-

minados nutrientes y, con ello, una mayor diversidad de posibles usos agrícolas. Asimismo, se debe tener en cuenta el papel que pueden tener estos biocarbones mejorando la estructura del suelo. Estructuras bien definidas como las observadas en el SEM pueden favorecer hábitats potenciales para diversos tipos de microorganismos.

El grupo 1 está compuesto por residuos de origen agrario y agroalimentario. Destacan por sus elevados niveles de superficie específica y carbono orgánico total (TOC). Su alta superficie específica puede ser muy interesante a la hora de incorporarlos a suelos degradados, sobre todo aquellos en condiciones climáticas áridas, al contribuir a la retención de agua y su disponibilidad para la vegetación. A su vez, la aplicación combinada junto con fertilizantes, en climas más húmedos, permitirá dosificarlos, evitando pérdidas por lixiviación, optimizando su uso y dosis, y reduciendo costes. De igual modo, son aplicables en procesos de descontaminación, para retener contaminantes de la fracción soluble reduciendo su (bio) disponibilidad para las plantas.

La elevada recalcitrancia, que supone estabilidad a largo plazo, de parte del C correspondiente al TOC, es de gran interés para incrementar el potencial de los suelos como sumideros de carbono, lo que favorece la reducción de gases de efecto invernadero.

El grupo 2 es el más numeroso, constituido por biocarbones de orígenes más diversos y que, como se observa en la figura 7, no destacan en ninguno de los parámetros. Muestran una gran versatilidad de aplicaciones, como las anteriormente comentadas, aunque con un impacto más moderado. Son aptos para incrementar el carbono en los suelos y, además, como se describía en el apartado de resultados, aquellos con los valores más altos en nitrógeno o silicio, se encuentran en este grupo, por lo que podrían tener interés para el incremento de estos nutrientes.

Por último, el grupo 3 es el más singular por la elevada concentración en sales. Su uso deberá estar bien testado en cuanto a las dosis que aplicar y las características del suelo, para determinar cómo puede afectar a los cultivos. En climas secos, este grupo puede ser aplicable en cultivos adaptados a eleva-

da salinidad; en climas húmedos cabe esperar un rápido lavado de las sales; asimismo, su alto contenido en K^+ podría ser favorable en cultivos con altos requerimientos en este elemento, como los cítricos (Opazo y Razeto, 2001), y así reducir el uso de fertilizantes con este nutriente. En todos los casos, ha de tratarse de suelos con buenas condiciones de drenaje que eviten un incremento de la salinidad.

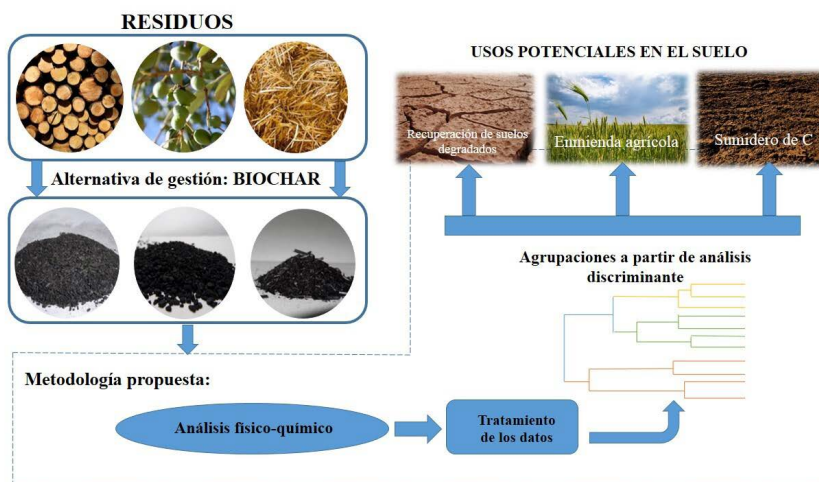
Todas estas aplicaciones son posibles usos potenciales basados en las características recogidas en cada grupo. Antes de aplicarse en escenarios reales, deben someterse a ensayos preliminares a escala piloto para conocer la respuesta específica de suelos y cultivos.

La diversidad de residuos que se producen, incluso en limitados ámbitos geográficos como en el que se ha desarrollado este estudio, sugiere seguir investigando para detectar patrones de agrupación y precisar sus usos. En este sentido, se debe reforzar la idea de que incluso áreas geográficamente muy limitadas pueden ofrecer una amplia variedad de residuos susceptibles de pirólisis, lo que reduce la huella de carbono asociada a su transporte, además de favorecer la economía local y promover la economía circular. Un buen conocimiento de las características del residuo y el producto carbonoso obtenido a partir de él puede generar valor añadido si, además, es aplicado en las proximidades, cubriendo necesidades de sus suelos, en particular las relacionadas con la mejora de la fertilidad y el contenido en materia orgánica. Por otro lado, la heterogeneidad de los residuos susceptibles de pirólisis hace que se puedan obtener en muy distintas áreas geográficas, sin competir con otros posibles usos de dichos residuos.

Por último, para poder extender el uso de biocarbones, es necesario el desarrollo de un marco legal específico que concrete estándares en la producción de biochar y en los parámetros físico-químicos resultantes que permita su uso con suficientes garantías.

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran cómo biocarbones procedentes de residuos sometidos a una pirólisis de alta temperatura presentan propiedades



muy heterogéneas, de alto interés agrícola y ambiental.

La naturaleza de la materia prima ha sido determinante en las propiedades de los biocarbones, tanto físico-químicas como estructurales.

De los 10 biocarbones estudiados, los parámetros discriminantes para la formación de los grupos han sido: la conductividad eléctrica, la superficie específica y los iones cloruro y potasio.

La evaluación de dichas propiedades se ha llevado a cabo mediante una metodología específica que ha permitido asociar biocarbones, de muy diverso origen, según su capacidad para ofrecer servicios agrícolas y ambientales.

Finalmente, el hecho de que puedan agruparse al compartir características físico-químicas favorece menores limitaciones en la disponibilidad de los residuos, por ejemplo, debido a su posible estacionalidad.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible por la cofinanciación de los proyectos INTENSE (European ERANet FACCE Surplus Programme (ID: 652515)) y REHABILITA (CTM2016-78222-C2-2-R). Los autores también agradecen a Raúl Saldaña Campanario la toma de las imágenes del SEM y el apoyo en determinaciones físico-químicas junto con Andrés Torres Ruiz.

Referencias bibliográficas

Abbas T., Muhammad R., Ali S., Zia-ur-Rehman M., Farooq M., Abbas F., Hannan F., Fakhir H., Rinklebe J., Sik Y. (2017). Effect of biochar on cadmium bioavailability and uptake in wheat

(*Triticum aestivum* L.) grown in a soil with aged contamination. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 140:37-47.

Al-Wabel M. I., Al-Omran A., El-Naggar A. H., Nadeem M., Usman A. R. (2013). Pyrolysis temperature induced changes in characteristics and chemical composition of biochar produced from conocarpus wastes. *Bioresource Technology*. 131:374-379.

Beesley L., Moreno-Jiménez E., Fellet G., Carrijo L., Sizmur T. (2015). *Biochar and heavy metals*. In: Lehmann, J. and Joseph, S. (Eds.). *Biochar for environmental management: Science, Technology and Implementation*. Earthscan, London: 563-594.

Brown R. (2009). *Biochar production technology*. En: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.). *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan, London: 127-146.

De Luca T. H., MacKenzie M., Gundale M. J. (2009). *Biochar effects on soil nutrient transformations*. En: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.). *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan, London: 12-35.

Demirbas A. (2004). Effects of temperature and particle size on bio-char yield from pyrolysis of agricultural residues. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 72(2): 243-248.

Diatta A. A., Fike J. H., Battaglia M. L., Galbraith J. M., Baig M. B. (2020). Effects of biochar on soil fertility and crop productivity in arid regions: a review. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(14).

Downie A., Crosky A., Munroe P. (2009). *Physical properties of Biochar*. En: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.). *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan, London: 13-30.

Gaskin J., Steiner C., Harris K., Das K., Bibens B. (2008). Effect of low-temperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers* 51: 2061-2069.

Glaser B., Haumaier L., Guggenberger G., Zech W. (2001). The "Terra Preta" phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, 88: 37-41.

Hammes K., Schmidt M. W. I. (2009). *Changes of Biochar in Soil*. En: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.). *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan, London: 12-35.

Hammond J., Hans-Peter S., Van Scholl L., Ruysschaert G., Nelissen V., Ibarrola R., O'Toole A., Shackley S., Van Laer T. (2016). *The legality of biochar use. Regulatory requirements and risk*

assessment. En: Shackley A., Ruysschaert G., Zwart K., Glaser B. (Eds.). *Biochar in European soils and agriculture: Science and Practice*. London: Earthscan. Routledge: 227-252.

IPCC (2018). Chapter 4 - Strengthening and implementing the global response. En: *Global warming of 1.5°C*. 313-443. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2018/11/SR15_Chapter4_Low_Res.pdf (Consultado el 25 de marzo de 2020).

Jeffery S., Bezemer T. M., Cornelissen G., Kuypers T. W., Lehmann J., Mommer L., Sohi S., Van de Voorder T. F. J., Wardle D. A., Van Groenigen J. W. (2015). The way forward in biochar research: Targeting trade-offs between the potential wins. *GCB Bioenergy*. 7(1): 1-13.

Knicker H. (2010). "Black nitrogen"—an important fraction in determining the recalcitrance of charcoal. *Organic Geochemistry*. 41: 947-950.

Liang B., Lehmann J., Solomon D., Kinyangi J., Grossman J., O'Neill B., Skjemstad J. O., Thies J., Luizao F. J., Petersen J., Neves E. G. (2006). Black Carbon Increases Cation Exchange Capacity in Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 70(5): 1719-1730.

Lua A. C., Yang T., Guo J. (2004). Effects of pyrolysis conditions on the properties of active carbons prepared from pistachio-nut shells. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 72: 279-287.

Meyer S., Genesio L., Vogel I., Schmidt H. P., Soja G., Someus E., Shackley S., Verheijen, F. G. A., Glaser B. (2017). Biochar standardization and legislation harmonization. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(2): 175-191.

Opazo A. J. D., Razeto M. B. (2001). Efecto de diferentes fertilizantes potásicos en el contenido foliar de nutrientes, producción y calidad de fruta en naranja cv. Valencia. *Agricultura Técnica*, 61 (4): 470-478.

Pourhashem G., Yu Hung S., Kenneth B. M., Masiello C.A. (2018). Policy support for biochar: Review and recommendations. *Global Change Biology Bioenergy* 11: 364-380.

Red Española de Compostaje (REC) (2014). *Enmiendas orgánicas de nueva generación: Biochar y otra biomoléculas III.8*. Mundi-Prensa, Madrid. ISBN 9788484766926

Saletnik B., Zagula G., Bajcar M., Tarapatsky M., Bobula G., Puchalski C. (2019) Biochar as a Multifunctional Component of the Environment—A Review. *Appl. Sci.* 9 (6):1139.

Schmidt H. P. (2012). 55 Uses of Biochar. *Ithaka Journal* 1/2012: 286-289.

Sohi S., Lopez-Capel E., Krull E., Roland B. (2009). Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. *CSIRO Rep.* No. 05/09: 64.

Turner J. A. (1999). A realizable renewable energy future. *Science* 28: 687-689.

Uhlir M (2017). *Cactus y otras suculentas*. Ediciones Hispano Europea.

Wang M., Wang J. J., Wang X. (2018). Effect of KOH-enhanced biochar on increasing soil plant-available silicon. *Geoderma* 321: 22-31.

Ye L., Camps-Arbestain M., Shen Q., Lehmann J., Singh B., Sabir M. (2020). Biochar effects on crop yields with and without fertilizer: A meta-analysis of field studies using separate controls. *Soil Use and Management*, 36(1): 2-18.

Zucconi F., Monaco A., Forte M., De Bertoldi M. (1985) *Phytotoxins during the stabilization of organic matter*. En: *Composting of Agricultural and other Wastes*, ed. J. K. R. Gasser. Elsevier Applied Science Publishers, London & New York: 73-85.

Liderazgo emocional como herramienta de cambio cultural

Emotional leadership as a tool for cultural change

Emilio José García Vilchez

Resumen

La clave en el éxito empresarial es directamente proporcional al desempeño de las personas que la componen, tanto el logro de objetivos (lo que consiguen) como en la forma que lo hacen (cómo lo consiguen). Esta es la clave de cualquier empresario que desea llevar a lo más alto su organización, tan sencillo, pero a la vez tan complicado.

Para lograr el éxito en un equipo de personas hace falta ser riguroso y disciplinado en cada uno de los procesos que componen “la vida de la persona en una empresa”: desde un correcto proceso de selección, un plan de formación y capacitación adecuado y supervisado, gestión del desempeño (con el correspondiente reconocimiento y *feedback*) y un proceso de formación y *mentoring* por parte de los líderes para mostrar el camino e ir dotando de autonomía a la persona durante su vida laboral. Parece todo muy sencillo y articulado, pero cada persona es un mundo y, por tanto, se trata de hacer un traje a medida que no todos los sastres son capaces de ejecutar correctamente.

En este artículo el autor reúne algunas pautas y experiencias de diferentes enfoques sociológicos y planteamientos de líderes que le han ido inspirando en su camino para que todo aquello que le ha ido haciendo reflexionar en estos 20 años de profesión (con sus aciertos y sus errores) pueda valer como punto de arranque para aquel que haya optado por empaparse del apasionante mundo de las personas.

Palabras clave

Estructuras de Liderazgo, gestión de personas, reconocimiento, *feedback*, formación, *mentoring*.

Abstract

The key to business success is directly proportional to the performance of the people who make it up, “what they achieve”, and the way they do it, “how they achieve it”.

This is the key of any entrepreneur who wants to take their organization to the top, so simple, yet so complicated.

To achieve success in a team of people it is necessary to be rigorous and disciplined in each of the processes that make up “the life of the person in a company”: from a correct selection process, an appropriate and supervised training plan and process, performance management (with corresponding recognition and feedback) and a coaching and mentoring by the leaders to show the way and provide autonomy to the person during their working life. It seems all very simple and articulate but each person is very different and, therefore, it is about making a suit as not all tailors are able to execute correctly.

In this article the author collects some guidelines and experiences from different sociological and leaders’ approaches, that have been inspiring him on his way during his 20 years of profession, with their success and mistakes. These learnings can be used as a starting point for those who have chosen to learn about “the exciting world of people”

Keywords

Leadership, people management, recognition, feedback, coaching, mentoring.

CODIGO UNESCO: 610905 Comportamiento en la Organización

Recibido / received: 29/12/2020. Aceptado / accepted: 25/03/2021.

Ingeniero técnico industrial en Química, ingeniero en Organización Industrial y doctor en Ingeniería de Procesos y Sistemas por la Universidad de Valladolid. Posgraduado en logística e ingeniería de la calidad. Máster en prevención de riesgos laborales y más de 20 años de experiencia en la gestión de equipos en organizaciones nacionales e internacionales.

E-mail para correspondencia: emigarvil@gmail.com.



Foto: Shutterstock.

Fundamento teórico

Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos que se pretenden alcanzar con el siguiente artículo:

- Entender las diferentes bases en las que se fundamenta la toma de decisiones y, por tanto, los comportamientos de una persona, para poder alinearlos con los de la organización ante un cambio.
- Desarrollar cuáles son los diferentes aspectos que motivan a las personas para dar lo mejor de sí en su organización para poder explotar su potencial. El líder como centro del cambio. Hay que saber qué hacer para motivar.
- Establecer los aspectos clave en los que se debe trabajar desde el liderazgo para satisfacer las necesidades y lograr el compromiso una vez que se conoce qué busca la persona emocionalmente y se determina qué es lo que necesita en función de su plan de desarrollo y capacitación (tanto habilidades sociales como técnicas).

Modelo de negocio empresarial actual, adaptación continua al cambio

Introducción

Para poder adaptar a las personas a la realidad que vivimos y que puedan expresar todo su potencial, es necesario conocer nuestro entorno y las dificultades que este plantea con el fin de que todos los miembros de la organización impulsen la *boja de ruta* de la empresa (o plan estratégico). Para alcanzar los resultados previstos, deben saber qué modelo de negocio predica para poder interiorizarlo y alinearse con él. Debemos conseguir que las personas sean como surfistas que se adaptan a la ola, y no al revés. La única manera de tener éxito es que la organización defina un modelo basado en unos principios y valore y que las personas se anexionen al él por convicción.

Todo esto lleva asociado un cambio importante en las personas. Se necesita que estén técnica y psicológicamente preparadas para poder afrontarlo. Las personas deben estar antes que los procesos.

Las personas deben estar motivadas para cambiar, poder encontrar razones

que conducen a hacer algo, dado que, si no es así, el cambio por sí solo no llegará nunca. Para que este cambio llegue, se necesita liderazgo, ese soporte que cataliza y canaliza el camino. Todo lo que merece la pena en la vida cuesta, se cuece a fuego lento. Liderar es hacer que las personas hagan más de lo que hacen dentro de la empresa y que lo hagan por su propio convencimiento, motivadas a llevarlo a cabo por iniciativa propia debido a que ven recompensado su esfuerzo de alguna manera. Esta es la función del líder.

La gestión empresarial es muy ingrata. Como expresa Fernando Rodríguez de Rivera Cremades, director general de Bodegas Pradorey y profesor de la Universidad Complutense de Madrid (2020), en tiempos de bonanza, los ciclos económicos tapan muchas ineficiencias, así como en tiempos de crisis las buenas gestiones pasan desapercibidas, y así te sientes que nada y nada y nunca llegas a la orilla. Sin embargo, si las cosas no salen, si nuestras empresas caen y tú has dado todo lo que tienes, no puedes exigirte más. El fracaso forma parte del éxito. Esa experiencia te ayudará a ser mejor pro-

fesional y mejor persona, porque hay que creer que las personas somos como las plantas, y cada cierto tiempo (las vidas cada año), la vida nos brinda la oportunidad de reinventarnos y dar la mejor versión de nosotros mismos. No hay atajos para el éxito y, a menudo, este es una carrera de fondo. El tiempo nos termina de poner a cada uno en nuestro sitio, aunque a veces sea a muy largo plazo. Hay momentos de dudas y de miedo, de vértigo, pero tenemos que tener claro que eso es inherente a la condición humana y que lo que nos diferencia es cómo los gestionamos. Nadie nace sabiendo, por lo que no hay que agobiarse, sino vivir esos momentos como aprendizaje y crecimiento. Nada es en balde.

Un aspecto importante que hay que tener en cuenta es que poner en marcha un cambio antes de que otro cambio haya finalizado es un error porque no hemos dejado sentar las bases del primer cambio. Debemos, por tanto, planificar los cambios de forma secuencial y gradual, haciendo participar a todos los agentes desde arriba hacia abajo, explicando lo que se espera de cada persona en cada fase y cómo va a cambiar su manera de trabajar.

Pautas para el cambio que hay que tener en cuenta dentro del modelo de negocio

A continuación, se muestran los nueve principios clave que debe incluir el modelo que nos ayuda a conseguir que la transición de cambio sea efectiva. Se han tenido en cuenta diferentes aportaciones de líderes como Mark Schneider, CEO de Nestlé S.A., y Fernando Rodríguez de Rivera Cremades (2020), entre otros:

1. Establecer una cultura corporativa como cimiento de todo lo demás

Cambio es dejar una cosa o situación para tomar otra. Las personas tienden a hacer siempre lo mismo por naturaleza; cuando cambian las cosas cuesta asumirlo. Es lo mismo que ocurre con los ríos que bajan por las montañas: van por su camino siempre y van dejando surco, si se cierra el paso natural van a buscar una alternativa, pero cuesta de nuevo hacer el surco.

Por ello, los pasos que hay que tener en cuenta para establecer un modelo empresarial que lleve asociado un cambio de cultura deben ser perfecta-

mente planificados. Aquí se presentan cinco aspectos que hay que tener en cuenta para llegar al éxito:

- a. Fijar la misión, visión y valores generando unas políticas y un plan estratégico para desplegar proyectos/estándares que impacten en los principales indicadores clave de desempeño o KPI de las empresas para poder materializarlo en algo que los trabajadores entiendan y puedan identificar cómo su trabajo diario influye en los resultados de la empresa. Lo interesante es encontrar valores comunes entre la persona y la empresa para poder llevar a cabo el cambio. Si no coinciden hay un problema con esa persona en esa empresa, no hay alineación. Para esto hay que escuchar, observar y preguntar mucho.
- b. Transparencia en la transformación que se va a llevar a cabo. El personal debe estar informado del proyecto que se va a acometer y qué se espera de ellos.
- c. Activar los corazones y mentes de las personas para conseguir el compromiso. Necesitamos que todas las personas tengan la mente abierta al cambio y puedan aportar.
- d. Si vamos a cambiar algo, hay que hacerlo rápido en un área piloto (máximo en tres meses) y lograr un éxito que podamos extender al resto. Si nos equivocamos tenemos capacidad de maniobra para cambiarlo.
- e. Hay que conocer las motivaciones de las personas, o lo que es lo mismo, las razones que nos llevan a hacer algo. Las motivaciones van cambiando con el paso del tiempo y para que esto suceda necesitamos ir conociendo qué es lo que nos motiva para poder sacarlo adelante; necesitamos saber el propósito de las cosas. Lo complicado es conocer los valores que motivan a cada persona porque son distintos. Si los supiéramos sabríamos cómo arrastrarlas al cambio. Lo interesante es encontrar valores comunes entre la persona y la empresa para poder llevar a cabo el cambio. Si no coinciden hay un problema con esa persona en esa empresa. Para retroalimentar estas motivaciones se dimensionan cuatro tipos de salario:

- Salario racional: salario monetario, fijo + variable (asociado a retos).

- Salario experiencial: reconocer los logros con experiencias (viajes, entradas a conciertos, comidas en restaurantes, etc.). Son experiencias personalizadas que recordará siempre.
- Salario intelectual: además del plan de formación que tenga previsto dentro del plan reglado, se trata de poder tener tiempo extra para la ganancia de otros conocimientos no vinculados directamente a su puesto que sirvan para la organización.
- Salario actitudinal: contribución de la persona a la generación de ideas y nuevos productos/procesos. La mejora continua es el motor del cambio.

2. Tener en cuenta el entorno cambiante

Hay dos temas en particular que influyen en el contexto en el que operamos: un entorno político-macroeconómico desafiante y factores clave que redefinen la industria, con presiones procedentes de los negocios tipo *start-up*, por un lado, y las compañías con reducciones extremas de costes por otro. Nos encontramos ante un entorno difícil en el que hemos de aprender a competir.

3. Infundir velocidad a las operaciones

Adaptarnos al nuevo entorno requerirá cambios, y el elemento clave para tener éxito es la velocidad; necesitamos responder a las nuevas tendencias de una manera más rápida, aunque esto signifique asumir algún riesgo. Internet ha revolucionado la manera de entender los negocios. El cliente quiere las cosas rápido, sin fallos y sin tener que salir de casa para obtenerlo. Los métodos de compra han cambiado.

4. Simplicidad en el desempeño

Sabemos que una organización, por lo general, es compleja, y cuanto mayor es, más compleja se torna. Esto implica que debemos ejercer la máxima simplicidad en todo lo que hacemos. Cultura Lean: hay que plantear los procesos desde el inicio hasta el fin y analizar cada una de las tareas para descubrir los despilfarros y así eliminarlos y, si no es posible, optimizarlos.

5. Conciencia de costes, gastar lo necesario y de manera contrastada

En reducción de costes es donde normalmente hay que trabajar más, dado que hay mucho coste superficial que se puede eliminar con cambios. Debemos fijar metas basadas en oportunidades y no tanto en los recursos de los que disponemos. Comparar antes de comprar es muy buen ejercicio, no dejarnos guiar por nuestra intuición y sí por los números. Las inversiones hay que hacerlas allá donde producen un impacto en nuestro plan maestro operacional.

6. *Modelo ejemplar en ética, calidad y seguridad.* Una organización referente es aquella que trabaja con un modelo ético de calidad y seguridad laboral ejemplar en el que las personas son interdependientes en sus comportamientos, lo que garantiza una base robusta para elaborar un producto o servicio seguro y de acuerdo con las especificaciones establecidas, cuando no hay nadie mirando para controlar lo que hace cada uno.

Cuando se buscan atajos y se tiene una visión maquiavélica de la economía o de la empresa, las cosas terminan por explotar. Hoy en día, además, vivimos en la era de la transparencia gracias a la democratización de la información que ha supuesto internet. Esta fluye sin control por medio mundo y la gente cada vez sabe, conoce y demanda más cosas. La legitimidad, que no la legalidad, será clave para competir, y esta tiene que ver con el hecho de que la empresa se comporte como ciudadana corporativa y no solo atienda a sus derechos y obligaciones, sino que lo haga conforme a una serie de valores y principios que todos consideramos propios y deseables. Si queremos proyectar a la empresa a largo plazo, no queda otra que poner los valores en el centro de la estrategia empresarial porque estamos más expuestos que nunca. Y ello tiene que ver con la relación con todos los *stakeholders*.

7. Vigila el corto plazo, proyecta a largo plazo

No hay atajos para el éxito, pero como también decía John Maynard Keynes, economista de la década de

1930, a largo plazo todos estaremos muertos. Ese difícil equilibrio entre el corto y el largo plazo es crítico en cualquier negocio y en estos años no ha sido todavía menos. Hay que trabajar pensando en la empresa del futuro, tecnológica y sostenible, en la que la marca tiene un valor incalculable y es muy difícil hacerse paso en un mercado tan global y polarizado. Hay que atreverse a salir de la zona de confort y, para ello, hay que aprender a veces a no escuchar. La digitalización 4.0 es un reto que muchas empresas conocen y desarrollan; la tecnología permite llevar a cabo un control total de los costes, eficiencias y desempeños de las personas para poder tomar decisiones en consecuencia.

8. Ganando como un solo equipo

El liderazgo es una parte esencial en este modelo, las personas son el centro y, por eso, la importancia de contar con un equipo cohesionado que tenga los valores personales alineados con los de la organización, que sienta los colores, que vean en su jefe un referente y que les ayude con su inspiración a superar los momentos complicados.

Un jefe no es un líder: el jefe solo cuenta con el poder formal en una empresa, pero no es lo mismo que ser un líder, y las compañías de hoy en día necesitan líderes, personas que sepan hacia dónde se dirigen y que sean capaces de arrastrar al resto de la organización incluso cuando es difícil creer. En esas situaciones el líder tira del carro y se convierte en un asidero para toda la organización. Sin embargo, nadie puede remar solo. El verdadero líder forma un equipo diverso, con gente que piense distinta a él y con espíritu crítico. Trata de rodearse de los mejores y genera entornos en los que el talento pueda desarrollarse, hace que la gente esté enamorada de lo que se hace, genera "hambre" por crecer y mejorar diariamente. Es capaz de retroalimentar a su equipo para que sean cada día mejores escuchando y dando *feedback*, entender sus necesidades para materializarlas en un plan de capacitación haciendo que el equipo evolucione profesionalmente, celebrar los éxitos y ser el primero en asumir los fracasos y potenciar la comunicación como una herramienta de excelencia en el trabajo.

Para que un equipo funcione bien deben tenerse en cuenta estos 5 aspectos en su día a día:

- Liderazgo. El perfil tipo de un líder es: extrovertido, opositor, responsable, neurótico y con apertura a la experiencia. Esto no quiere decir que todos los líderes tengan este perfil.
- Tenemos que trabajar, por tanto, las conductas cambiándolas para poder modificar los valores y las creencias.
- Método y planificación.
- Comunicación eficaz: tanto este aspecto como el anterior son fáciles de cambiar. Esta situación de forma prolongada desmotiva a la gente, tenemos que tratar con gente que se va quemando.
- Cooperación y motivación.

Debe existir un equilibrio entre perfiles de personas que exploren lo que viene y que estén al día y personas que exploten lo que actualmente tenemos para que siga dando beneficios, todo en un ambiente de compañerismo y ayuda.

9. Disponer de una hoja de ruta para materializar la estrategia

Para poder acometer el cambio hay que disponer de una serie de acciones estratégicas e indicadores de medida alineados con lo que se quiere conseguir. A este documento se le denomina *plan maestro operacional*. Para ello, el comité de dirección establece las motivaciones que impulsan a alinear la estrategia hacia una determinada área (por qué quiero trabajar en esa mejora y no en otra), los objetivos a alcanzar (qué), indicadores KPI de medida para saber si lo estoy consiguiendo (cómo medirlo) y las acciones a desarrollar en cuanto a capacitación, plazos y recursos necesarios. De esta forma, se planifica todo el año en las áreas estratégicas (seguridad laboral, calidad, coste, servicio, medio ambiente y otras áreas clave) para tener visibilidad del avance y de los resultados, si hay retrasos, si se dispone de todo lo necesario para poderlo acometer, etc.

La persona en el centro del cambio

Aspectos clave en la conducta humana

“Una buena persona debe ser lo suficientemente grande como para admitir sus errores, lo suficientemente inteli-

gente para sacar provecho de ellos y lo suficientemente fuerte para corregirlos”, John Maxwell.

Para conseguir que una persona cambie tenemos que trabajar sus valores. Lo complicado es conocer los valores que motivan a cada persona porque son distintos. Si los supiéramos sabríamos cómo arrastrarle al cambio. Para que ese cambio fructifique **debemos conseguir que las emociones de las personas se traduzcan en conductas**, que es realmente lo que podemos percibir sobre el comportamiento humano, y es sobre lo que podemos actuar para orientar a la persona y hacer coincidir sus motivaciones con los valores de la organización.

La gente se marcha de las empresas cuando se generan expectativas no cumplidas. Por ello, es muy importante saber cuáles son para poder alinearlos empresa-trabajador.

Debajo del comportamiento (conductas) están las creencias, actitudes y valores (Salamanca, 2011). Una persona que tiene actitud positiva es porque demuestra ser proactiva, con ganas de mejorar, se involucra, ayuda a sus compañeros, etc. Es decir, exterioriza una serie de comportamientos que son los que debemos percibir y potenciar. Una persona que es responsable en su trabajo (es un valor) se materializa porque es ordenada, cuida de sus cosas, es puntual, etc. Lo mismo que antes, exterioriza unos comportamientos.

Debajo de las creencias, actitudes y valores está la personalidad que se forja mediante los genes (herencia) y el ambiente (experiencias, formación, etc.).

A continuación, vamos a presentar uno de los modelos más empleados en la actualidad para evaluar y definir la personalidad del sujeto normal, el modelo de Costa y McCrae (1992). El modelo que plantean estos autores se centra en las cinco dimensiones básicas de la personalidad y en sus facetas (Jerez, 2018).

- Extrovertido frente a introvertido. Esta es una de las características que se mantienen desde que se nace, aunque se pueda entrenar para mejorar.
- Estabilidad emocional (respuesta emocional equilibrada) frente a neuroticismo (pasional intenso). Esta es la segunda categoría de la personalidad que dura toda la vida.

- Amabilidad (no soporta el conflicto) frente a oposicionismo (disfruta poniendo todo en duda).
- Responsabilidad frente a irresponsabilidad.
- Apertura a las nuevas experiencias frente a rigidez al cambio.

Cambio de comportamiento para adaptar a la persona al modelo de negocio

“Si eres padre o madre probablemente ya te hayas dado cuenta de que tus hijos siempre están mirando lo que haces. Y así como los niños miran a sus padres y emulan su comportamiento, también lo hacen los empleados que vigilan a sus jefes”, John Maxwell.

Ya hemos visto antes que lo que está en nuestras manos es poder cambiar conductas. Debemos centrar nuestros esfuerzos en ello; los cambios en los valores serán consecuencia de un cambio en las conductas. Es la parte que vemos del iceberg de la persona, lo que manifiesta en sus comportamientos diarios. El líder debe velar por los comportamientos correctos en su equipo de acuerdo con los estándares que estén previamente definidos en la organización y asegurarse de que están suficientemente comunicados y claros en el día a día. Cuando se detecten comportamientos que no están suficientemente alineados, se deben cambiar. Para trabajar este proceso de cambio hay que tener siempre presente estas dos leyes muy sencillas pero efectivas:

- **Ley 1.** Si la conducta se repite y/o aumenta, esa conducta sí y seguro que sí tiene un beneficio para la persona (me sirve para conseguir lo que yo quiero, evito o acabo con algo negativo o me genera una expectativa de futuro). Una persona que trabaja duro lo puede hacer porque necesita el dinero para vivir y no quiere que le echen de su trabajo o para ascender en la empresa.
- **Ley 2.** Si ante una situación disminuye una conducta o desaparece, esa conducta sí y seguro que sí que no tiene un beneficio positivo para la persona (o es negativo o nulo). Es un castigo, reduce o extingue conductas.

No hay nada que por definición sea un premio o un castigo. Lo que

para unos es un premio para otros puede ser un castigo dependiendo de la persona y las circunstancias. Por ejemplo, una felicitación en público para una persona puede ser un premio, pero para otra un castigo.

Para poder cambiar la conducta es necesario saber siempre el beneficio que se obtiene detrás de lo que hace. Si damos un premio más grande que la recompensa que obtiene la persona con una mala conducta, la persona podrá cambiar. Si no es así no cambiará nunca.

Cuando alguien hace algo bien, hay que reconocerlo. El refuerzo positivo se hace antes que llegar al castigo. Hay tres requisitos para aplicar bien el refuerzo positivo:

- Que sea sincero y cierto (proporcional al logro, algo extraordinario).
- Que sea por algo concreto. Se debe aportar el ejemplo concreto por el cual se le da el refuerzo.
- Que sea gratuito. No pensar que estoy felicitando a alguien para cargarle con más trabajo u obtener algo a cambio.

Si hacemos el refuerzo positivo intermitente y no planificado hacemos que se refuerce una conducta positiva. A este sí que hay que darle intermitencia. En cambio, los castigos no pueden ser intermitentes porque perdemos credibilidad como líderes.

El castigo o refuerzo negativo de la conducta es la última herramienta que debemos utilizar para cambiar la conducta. Tenemos que **intentar que la persona cambie por sí sola viendo la parte positiva del cambio**. Tiene un efecto potente pero corto en el tiempo. Para hacerlo de manera correcta hay que seguir las siguientes pautas según lo establecido por Santiago Torre (2019) y otros:

- Debe hacerse en privado. Un castigo el público no es nunca bueno, dado que el resto de compañeros se pueden poner del lado del trabajador castigado (pobre) y el equipo se desmorona, o bien, se ponen en contra de él generando malestar en el equipo.
- Tenemos que haber avisado a la persona que se puede producir el castigo antes de ejercerlo. Por ejemplo, la próxima vez que llegues tarde te quedas fuera de la reunión. Hay 3 tipos de aviso que no valen:

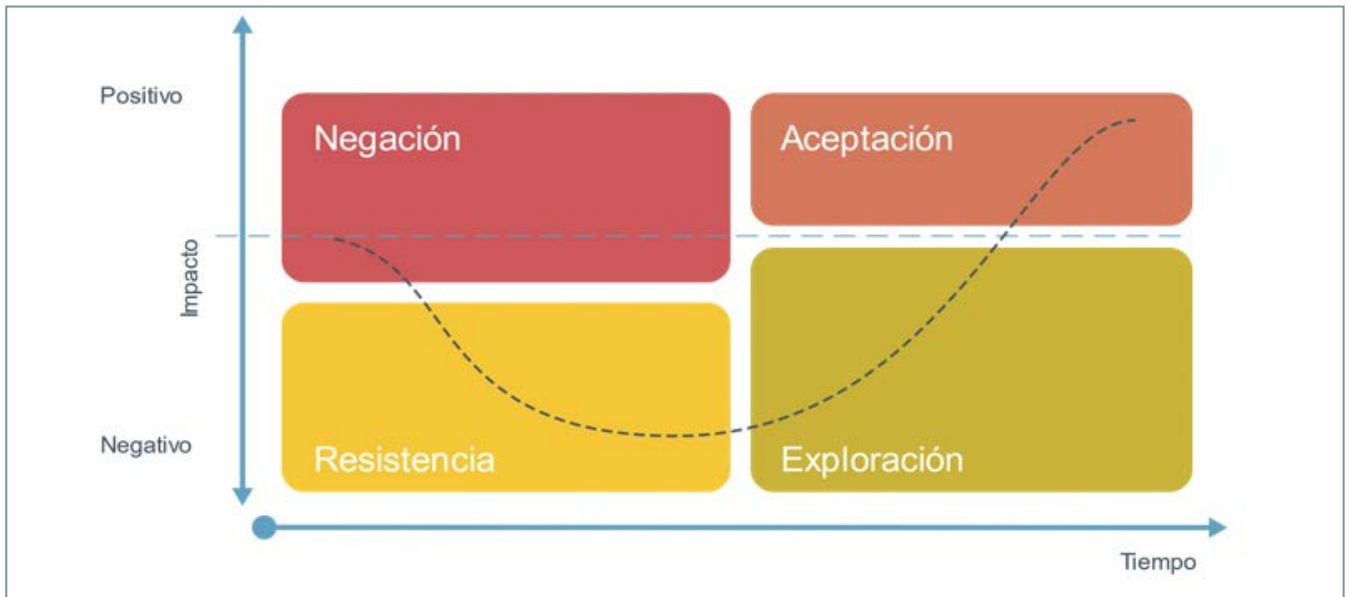


Figura 1. Curva de la resistencia al cambio (Jerez, 2018).

- Aviso al aire: “Tu sigue así que ya verás”. Este aviso es impersonal y como no se concreta en nada las personas no se dan por aludidas. Esto se traduce en una amenaza incumplida.
- La generalidad no vale; aplicar un castigo general no tiene razón de ser. Si en un grupo llega una persona tarde, de nada sirve decir: “Os recuerdo a todos la importancia de la puntualidad”.
- Si me comprometo a tomar una acción ante un incumplimiento de una norma y al final no lo llevo a cabo.
- Próximo en el tiempo. Si ocurre un hecho concreto hay que intentar que no pase mucho tiempo porque si lo dejo se olvida.
- Proporcional al hecho que ha sucedido.
- Debe ser referido a una conducta en concreto y no a una persona. Por una sola conducta a mejorar no podemos concluir que la persona es mala, se juzga en ese momento una conducta en concreto.
- Reforzamiento de una conducta positiva alternativa. Cuando veamos que la persona ha mejorado su comportamiento le tenemos que dar reconocimiento (en privado mejor).
- Sistemático. Tenemos que ser consistentes con el castigo y no hacer que la cosa sea intermitente. Si detecto el incumplimiento debo ser siempre consecuente con el castigo,

no debe depender de mi estado de humor o prisas, por ejemplo. Si no lo hago de manera rigurosa y metódica, se convierte en intermitente y reforzará la conducta negativa. Siempre tengo que castigar las mismas conductas y premiar lo mismo en las mismas circunstancias.

Durante cualquier cambio se producen 4 fases (fig. 1):

- Fase de negación: sigo actuando de la misma manera que siempre, intento pensar que nada ha cambiado. Existe una inercia, no hay conductas adaptativas y hay ausencia de conductas proactivas. Llega un momento en que hago estas conductas y no obtengo beneficio; cuando esto sucede ya paso a la fase de resistencia.
- Fase de resistencia o rechazo: reconozco el problema, pero no lo acepto, me siento mal y entro en bucle con el problema. Me enfrento al cambio. Cuanto más lucho contra el cambio, más daño me hago y hasta que no me doy cuenta de que no merece la pena no abandono esta fase. La persona protesta e intenta convencer al resto de que el cambio no tiene sentido. El resto de la organización debe ser fuerte para no dejarse convencer. Si estás atravesando un infierno, sigue caminando.
- Fase de exploración: voy aceptando el cambio, voy quedando con gente y voy viendo los beneficios. “El pesimista se queja del viento, el opti-

mista espera a que cambie el tiempo y el realista ajusta las velas”. Cuando soy realista, abandono las viejas creencias y soy capaz de cambiar.

- Fase de aceptación. Realizo el cambio y me adapto al mismo.

Competencias clave a desarrollar en los equipos

Una vez tenemos claro cómo hay que cambiar, tenemos que saber qué cosas queremos cambiar. Tom Peters, considerado uno de los mayores expertos en gestión empresarial, identifica cinco competencias clave que desarrollar en las personas para que un equipo esté preparado para afrontar los retos a los que se debe enfrentar en el día a día. Se conocen como las cinco “C” del trabajo en equipo:

- Confianza.
- Comunicación.
- Complementariedad.
- Coordinación.
- Compromiso.

Vamos a ilustrarlas según Gemba Academy (2020). Estas cinco competencias se ven reflejadas en la naturaleza. En 1991 Angeles Arrien pronunció un discurso llamado *Lecciones de los gansos*, el cual estuvo basado en el trabajo de Milton Olson, que estudió el comportamiento de los gansos salvajes. Cada otoño emigran desde Canadá dirigiéndose a un lugar más cálido para pasar el invierno. Vuelan formando una V corta. Los científicos

han descubierto por qué los gansos vuelan juntos formando esa V.

Complementariedad: volar juntos, el trabajo en equipo potencia los resultados

Cada pájaro al batir sus alas produce un movimiento en el aire que ayuda al ganso que va detrás de él. Volando en V, todo el grupo aumenta su efectividad en más del 70% con relación a si lo hiciera un solo ganso.

Confianza: mantenerse alineados, permanecer juntos y trabajar juntos

Cada vez que un ganso sale de la formación, siente la resistencia del aire y se da cuenta de la dificultad de volar solo, por lo que rápidamente se incorpora al grupo para beneficiarse del poder del compañero que va delante.

Comunicación: graznido, coraje y aliento para mantenernos motivados

Los gansos que van detrás producen un sonido propio que emiten con frecuencia, con el fin de estimular a los que van delante y así mantener la velocidad. Las conclusiones de los expertos apuntan a que los gansos que van detrás, con sus sonidos dan ánimos a los que van delante, porque el esfuerzo de los que van en la punta siempre es mayor.

Coordinación: rotación, es importante compartir la carga entre los miembros del equipo

El líder no lleva delante a nadie en su bandada y, por eso, él si debe hacer un mayor esfuerzo al aletear. Cuando el líder de los gansos se cansa, se pasa a uno de los puestos de atrás y otro ganso toma su lugar hasta que él se recupera.

Compromiso: no dejar un solo ganso atrás. En los equipos de alto rendimiento, las personas se cuidan mutuamente y siempre se ayudan

Cuando un ganso enferma o cae herido por un disparo, otros dos gansos se salen de la formación y lo siguen para ayudarlo y protegerlo. Se quedan acompañándolo hasta que esté nuevamente en condiciones de volar o hasta que muera y solo entonces, los dos acompañantes vuelven a su bandada o se unen a otro grupo.

A nivel profesional, el estudio de Time Manager International (2004) arroja resultados desalentadores:

- El 50% de los trabajadores españoles afirma que se esfuerza lo justo para mantener el puesto.
- El 75% afirma que podría ser más eficaz de lo que lo es en este momento.
- El 40% no se siente orgulloso de pertenecer a su compañía.
- El 80% no se siente responsable de los resultados de su organización.

Para poder ser capaces de desarrollar estas competencias, los comportamientos y valores clave sobre los que se tiene que incidir durante el día a día en cada momento son los siguientes, según lo establecido por Santiago Torre (2019) y otros:

- Lealtad y confianza.
- Humildad.
- Actitud positiva y constructiva, involucrando al equipo y retando.
- Predicar con el ejemplo siempre.
- Tomar decisiones, no dar mil vueltas a las cosas. Decidir con toda la información que se necesite y hacer que se cumplan las cosas.
- Dejar claro al equipo qué se espera de cada uno y cómo será medido: una persona motivada va a querer hacer bien sus tareas y lograr sus objetivos. Un buen líder sabe que un colaborador necesita una imagen clara de la meta a alcanzar y cómo será medida (evaluación por competencias).
- Poner a las personas en el centro y motivarlas. Hay que conocer bien a los miembros del equipo para poder delegar y supervisar tareas, no ser un perseguidor. Hay que dotarlos de herramientas para que puedan aplicarlas en el día a día.
- Perseverancia y constancia, no se trata de hacer cosas extraordinarias.
- Ser fiel a los métodos de trabajo estandarizados, cumplirlos para garantizar que se realizan bien y supervisar que se hagan adecuadamente.
- Respeto: a las personas (independientemente de su puesto de trabajo), al entorno de trabajo, a la cultura de la organización, al cliente, etc.
- Proactivo, con mente abierta al cambio.
- Ser exigente con uno mismo, buscar la excelencia, hacer las cosas sin ser mediocre.
- Reconocimiento y *feedback* como mecanismo de motivación.

- Juzgar habiendo visto las cosas en el terreno y tras haber analizado las causas.
- Desarrollo personal, no estancarse en lo que uno es ahora, sino pensar en lo que puede llegar a ser. Hay que conocer bien el sector y el trabajo que uno desarrolla, la formación y la curiosidad deben ser permanentes. Esto hay que aplicarlo para uno mismo y para los miembros del equipo. Hay que tener siempre el espíritu de la mejora continua.

El cerebro como gran motor para el cambio

Los primeros años de vida son clave para forjar la personalidad, especialmente en los aspectos que cambian. Por tanto, en la gestión de personas tenemos que ser conscientes de que hay cosas que no podemos cambiar porque pertenecen a su genética.

Independientemente de esto, nos tenemos que centrar en aquello sobre lo que sí que podemos influir. La zona límbica del cerebro es la responsable de nuestras emociones. Nuestros comportamientos se rigen por la información que tenemos almacenada en esta zona. Por tanto, para que una persona pueda modificar sus creencias y valores, debemos hacer que la información de la zona límbica cambie. Esto solo se consigue actuando sobre los comportamientos. Si somos capaces de que una persona modifique sus patrones de actuación, progresivamente será capaz de cambiar su manera de entender la vida personal o profesional, y en ese momento será cuando pueda experimentar un cambio de actitud. Por tanto, la clave de todo esto consiste en impactar en el cerebro para conseguir este cambio.

Según Miguel Ángel Gago (2016), presidente de la Asociación Neurocientífica y Humanista para el logro, el entusiasmo en lo que uno hace es clave, dado que este se manifiesta cada vez que se lleva a cabo una acción, por pequeña que sea. El líder es el espejo en el que el resto se refleja y, por eso, la conducta debe ser ejemplar. Especialmente en los días malos es cuando se demuestra la fuerza de un buen líder.

Daniel J. Siegel, médico y psiquiatra americano, establece que existe una conexión directa entre la mente, el cuerpo y nuestras relaciones. Mediante nuestros pensamientos podemos realizar cambios físicos permanentes

en las redes neuronales de nuestro cerebro. De ahí que sea tan importante la energía que transmitimos en lo que hacemos, básicamente, es nuestra actitud ante la vida. Como admite cada vez que tiene oportunidad el consultor y profesor Víctor Kupperts, la actitud multiplica a la suma de los conocimientos y experiencia de una persona. Elegimos a nuestros amigos y profesionales por nuestra forma de ser y lo que pueden llegar a ser en el futuro.

El cerebro que representa el 2% de nuestro cuerpo y consume el 25% de nuestra energía. Por eso es tan importante centrarnos en disponer de esta energía cada día proveniente principalmente de una correcta alimentación, descanso, respiración, hidratación y ejercicio. Las relaciones con los demás también nos aportan energía (generadores de energía) o nos la roban (vampiros de la energía). De ahí que sea clave no desgastarse de forma innecesaria. Las palabras son ondas físicas que transmiten energía y pueden ser usadas como herramienta para destruir o, por el contrario, para impulsar la fuerza interior de una persona. Además de la energía, la liberación de más de 100 tipos de neurotransmisores en nuestro organismo modifica nuestro estado de ánimo, es un proceso bioquímico.

Hay otro concepto muy interesante que son las neuronas espejo descubiertas en el año 1990 en la Universidad de Parma (Italia) por un conjunto de cinco científicos italianos liderados por Giacomo Rizzolatti. Son aquellas que cuando estamos observando el comportamiento de otros son capaces de activar en nuestro cerebro los mismos patrones de actividad neuronal que el sujeto observado, como si nosotros fuésemos la persona que está llevando a cabo esa acción en ese mismo momento. Estas neuronas nos permiten hoy en día aprender los movimientos, desarrollar habilidades comunicativas y sociales, entender el lenguaje, imitar desde muy pequeños (como hacen los bebés), captar las emociones de la gente, etc.

El líder como impulsor del cambio

Introducción

El líder tiene sus propias creencias derivadas de sus valores personales, educación, vivencias, experiencia,

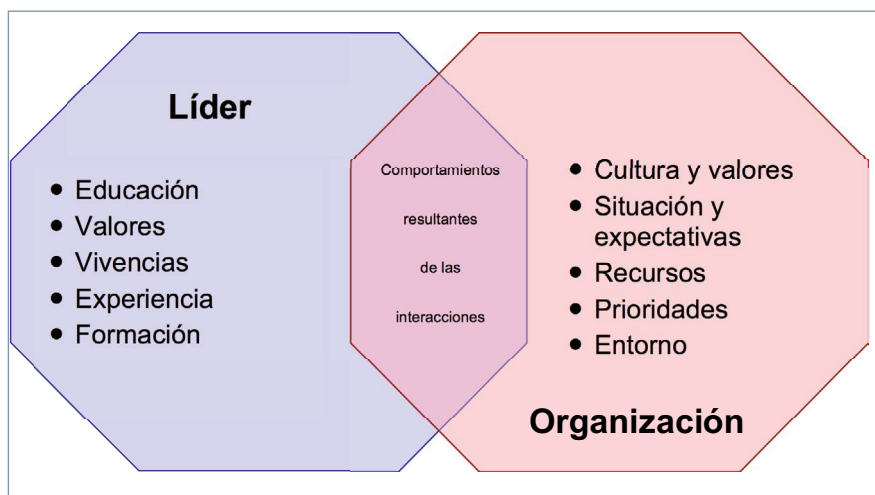


Figura 2. Adaptación del líder a la organización (Jerez, 2018).

conocimientos y formación principalmente. Para poder hacer un despliegue correcto de sus habilidades como líder debe adaptar su modelo y estilo de liderazgo a la cultura y valores, situación, expectativas, recursos, prioridades, etc. de la organización encontrando el punto de equilibrio, se debe hacer como un sastre, a medida. Esta es la labor, debe haber un encaje y sincronización adecuados para que el mensaje fluya y se vea respaldado de hechos concretos en la empresa. Un ejemplo: si el líder predica la seguridad como un valor, y trabaja los comportamientos de su equipo para que así lo sea, la cultura de la organización debe apoyar este valor dotando de recursos y dando ejemplo en el cumplimiento de las normas y adoptando, por tanto, conductas seguras (fig. 2).

En todo este camino es clave la comunicación. La comunicación descendente sirve para enviar mensajes de los superiores a los subordinados y su principal propósito es proporcionar instrucciones suficientes y específicas de trabajo: “quién debe de hacer qué, cuándo, cómo, dónde y por qué”.

Para que la comunicación descendente sea aceptada, deben cumplirse determinadas condiciones:

- La persona origen de la comunicación ha de gozar de legitimidad ante los que la han de recibir. Esa legitimidad ha de sustentarse en la competencia percibida de la persona en relación con el que tema que comunica, la confianza que genera en el equipo y el poder de la perso-

na que comunica para aplicar consecuencias.

- El mensaje ha de ser creíble, comprensible y aceptable, tanto respecto a los medios como a los fines.
- El mensaje debe estar fundamentado en un hecho, no puede ser un capricho. Si un subordinado no entiende por qué debe hacer las cosas no las llevará a cabo sin una permanente supervisión (y ese no es el objetivo).

Igualmente, como decía Cicerón, los líderes deben ser moldeadores de conductas. Para poder llevar esto a cabo, el líder debe aprender a gestionar su vida personal, estar al mando de sus decisiones y acciones, para poder liderar a otros. Si no es capaz de crear un correcto clima de confianza y credibilidad en lo que manifiesta o hace, todo lo que se intente construir no valdrá para nada. El mánager, gerente o director no tiene necesariamente que coincidir con el líder. Para ser líder hay que conseguir que la gente nos siga y ejecute las cosas tal cual se han establecido una vez que se han convencido de que es la forma correcta de poder llevarlo a cabo. Hay que conseguir que cada uno sea su propio CEO, que gestione su autoconocimiento como manifestaba Peter Drucker. Es por ello por lo que la colaboración, la integración y el trabajo en equipo son claves para conseguir el éxito esperado según lo establecido por Miguel Ángel Gago (2016). Para poder obtener resultados, no se puede pensar en tareas y respon-

sabilidades aisladas, todo forma parte de un puzzle. “Por un clavo se perdió el caballo, por el caballo se perdió el jinete, por un jinete se perdió la batalla y por una batalla se perdió la guerra” reza un poema medieval sin autor.

Diez competencias clave que desarrollar por los líderes

Como ya hemos comentado, el buen líder debe desarrollar una serie de competencias que se traducen en comportamientos en el día a día que demuestran finalmente sus valores y creencias para provocar el cambio de comportamiento de sus equipos. Para poder desenvolvernos con éxito en la sociedad actual no es suficiente con un elevado cociente intelectual. El éxito en la vida ya no depende exclusivamente de los conocimientos intelectuales. Es necesario tener otras habilidades que también se pueden aprender.

La inteligencia emocional recoge todos aquellos contenidos pertenecientes al mundo de las emociones y de los sentimientos, distintos a los cognoscitivos, que permiten al ser humano desarrollarse como persona e integrarse satisfactoriamente en la sociedad en que vivimos. Por tanto, la clave para poder impactar en otros es trabajar la inteligencia emocional.

Según Félix Sanz, psicólogo, consultor y formador para el desarrollo de personas, equipos y organizaciones, un buen líder debe trabajar estos 10 hábitos:

1. Construye relaciones: es una persona que enfoca mucho esfuerzo en construir relaciones positivas en el equipo.
2. Invierte tiempo en conocer bien y comprender a cada miembro del equipo. El líder comprometido desarrolla una amplia comprensión de los impulsores, motivaciones y ambiciones de cada persona y de cómo las emociones juegan con cada una.
3. Suele dar a cada persona la recompensa que esa persona más valora: entiende que cada miembro del equipo tiene una percepción diferente de la *recompensa* de cada proyecto, tarea y trabajo en sí mismo. El siguiente paso es dar a cada individuo lo que más valora.
4. Deja claro qué quiere, cómo

lo quiere y cómo será medido. Una persona motivada va a querer hacer bien sus tareas y lograr sus objetivos. Un buen líder sabe que un colaborador necesita una imagen clara de la meta a alcanzar y cómo será medida.

5. Genera confianza. La confianza es la piedra angular de una relación exitosa, pues una persona que siente la confianza de su líder va a dar un extra en los peores momentos.
6. Transmite optimismo. Los grandes líderes son personas que superan adversidades y se centran en lo que depende de ellos mismos.
7. Insufla energía. Esa mezcla de confianza y optimismo se convierte en una fuente inagotable de energía a su alrededor.
8. Involucra y reta. Entiende que la motivación se puede mantener a través de la participación constante de los miembros del equipo y alienta a desafiar positivamente cómo se realiza el trabajo y buscar mejoras.
9. Da *feedback* de manera continua. Los comentarios regulares, descriptivos y basados en hechos son un componente clave para mantener a los miembros del equipo motivados y con ganas de mejorar.
10. Y, por último y más importante, se conoce muy bien a sí mismo. Sabe cómo es, de qué descarrila para evitarlo, cuáles son sus impulsores y cómo sus conductas afectan, irremediablemente, a los demás.

Estas habilidades se pueden entrenar, ejercitar y mejorar, pero no inteligencia emocional no mejora de la noche a la mañana. Desarrollar la inteligencia emocional es, de hecho, un viaje que dura toda la vida.

En el cuento *Zen Aprendiendo del bambú japonés*, se transmite un mensaje muy interesante que ilustra el proceso de cambio: “Hay algo muy curioso que sucede con el bambú japonés y que lo transforma en no apto para impacientes. Siembras la semilla, la abonas y te ocupas de regarla constantemente. Durante los primeros meses no sucede

nada apreciable. En realidad, no pasa nada con la semilla durante los primeros siete años, hasta tal punto que un cultivador inexperto estaría convencido de haber comprado semillas estériles. Sin embargo, durante el séptimo año, en un período de solo seis semanas, la planta de bambú crece... ¡más de 30 metros! Por tanto, ¿tarda solo seis semanas en crecer? La verdad es que se toma siete años para crecer y seis semanas para desarrollarse. Durante los primeros siete años de aparente inactividad, este bambú genera un complejo sistema de raíces que le permiten sostener el crecimiento que vendrá después.

Conclusiones

Las personas marcan claramente la diferencia en las organizaciones. Su gestión emocional corresponde al líder y todos tenemos un líder dentro que debe aflorar. En función de cómo se trabajen las emociones, los resultados que se obtendrán ante un cambio cultural serán muy dispares. Es muy importante conocer los mecanismos del cerebro, de nuestra personalidad y de las emociones, en definitiva, y cómo se modifican las creencias a través de los comportamientos (qué es lo tangible y lo que puede moldear el líder), para que una vez que se identifique una actitud que debe adecuarse a la cultura y valores de una organización, se pueda llevar a cabo ese proceso de una forma organizada y con resultados. No hay que olvidar que todo esto lo llevamos a cabo porque las organizaciones buscan impactar en la cuenta de resultados, ya sea de forma económica, social o ambiental.

Bibliografía

- Gago, M. A. (2016). Neuroliderazgo para el alto desempeño en la vida y en la empresa. Wikimedia Commons.
- Gemba Academy (2020). El vuelo de los gansos. 5 lecciones de Liderazgo. Recuperado el 10 de mayo de 2020 de: <https://www.gembaacademy.com>.
- Jerez, N. (2018). Manual para la gestión de equipos. Luria Psicología.
- Rodríguez de Rivera Cremades, F. (2020). Decálogo para futuros directivos. Recuperado el 12 de octubre de 2020 de: <http://fernando-eneldisparadero.blogspot.com/>
- Salamanca, J. J. (2011): “Modelo de Liderazgo Alerta-Acuerdo-Acción”. Disponible en: <http://www.alletrust.com/> (consultado el 29 de septiembre de 2013).
- Torre, S. (2019). 14 aspectos básicos del liderazgo. Recuperado el 8 de abril de 2019 de: <https://www.santiagotorre.com>.

¡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).

Evaluación del balance de masa y energía de una planta de pretratamiento de hidrólisis térmica de fangos Cambi en una EDAR

Mass and energy balance evaluation of a Cambi sludge thermal hydrolysis pretreatment plant in a WWTP

José García Cascallana

Resumen

Se requiere una gran cantidad de energía eléctrica para la depuración de las aguas residuales y un elevado coste económico asociado a dicha actividad. Una de las formas clásicas de reducir estos costes consiste en disminuir el consumo de energía eléctrica mediante el incremento de la eficiencia a lo largo de todo el proceso de depuración y otra es optimizar la generación de energía eléctrica y ajustar el autoconsumo de la planta en función del biogás producido en los digestores. Este artículo se ha basado en optimizar la producción de biogás y energía eléctrica y disminuir el fango deshidratado mediante la instalación de una planta de pretratamiento de hidrólisis térmica de fangos Cambi antes de los digestores. La metodología adoptada ha permitido realizar el cálculo de los equilibrios de masa y energía, tomando como punto de partida de diseño los fangos espesados primarios y secundarios calculados a partir de los datos registrados en la planta de tratamiento durante el período 2011-2016. El balance de masa y energía realizado ha permitido conocer el funcionamiento de los ciclos *batch* y medio de la planta en función de los diagramas obtenidos de temperatura, presión, concentración, inyección de vapor, etc., en cada uno de los tanques que conforman la planta.

Palabras clave

Deshidratación, gases de proceso, vapor flash, polielectrolito, expansión isentálica.

Abstract

A large amount of electricity is needed for the treatment of wastewater and this activity entails a high economic cost. A classic way to reduce these costs is to decrease the consumption of electricity by increasing the efficiency throughout the whole treatment process. Another option is to optimize the generation of electrical energy from biogas produced by anaerobic digestion. This article optimizes the production of biogas and electrical energy along with the decrease of the amount of dewatering sludge by the implementation of a Cambi thermal hydrolysis pre-treatment plant before the digesters. The methodology adopted calculated mass and energy balances, using the production data of primary and secondary sludge registered in the treatment plant during the period 2011-2016. The mass and energy balances carried out have allowed for knowing the operation of the batch and average cycles of the plant based on the diagrams obtained of temperature, pressure, concentration, steam injection, etc., in each of the plant tanks.

Keywords

Dewatering, process gases, flash steam, polyelectrolyte, isenthalpic expansion.

Recibido / received: 27/04/2020. Aceptado / accepted: 29/03/2021.

Ingeniero Técnico Industrial (Universidad de León), Ingeniero Industrial (UNED), Ingeniero Técnico de Minas (Universidad de León), Grado en Ingeniería de la Energía (Universidad de León), Máster en Tecnología Láser (Universidad Politécnica de Madrid) y Doctor por la Universidad de León. Ocupación actual: Ministerio de Trabajo y Economía Social.

E-mail para correspondencia: jgc0504@yahoo.es.



Planta de hidrólisis térmica Cambi THP B6.2 de la EDAR de Burgos. Foto facilitada por el autor del artículo.

Introducción

El aumento de los precios de la energía y la gran preocupación sobre el cambio climático global llevan a la necesidad de mejorar la independencia energética de las estaciones de tratamiento de aguas residuales (EDAR). Transportar y tratar las aguas residuales urbanas para cumplir con los estándares aceptables de calidad del agua requiere una cantidad sustancial de energía, principalmente energía eléctrica (Chae y Kang, 2013).

La digestión anaerobia mesofílica (DAM) se considera una parte importante y esencial de una EDAR moderna que transforma la materia orgánica del fango en biogás, reduciendo la cantidad de sólidos finales y destruyendo la mayoría de los patógenos presentes (Abelleira *et al.*, 2012). La producción de fangos en las EDAR se está convirtiendo en un tema ambiental extremadamente importante (Abelleira *et al.*, 2015). Los fangos producidos en EDAR municipales e industriales pueden llegar a contener componentes orgánicos y minerales como metales pesados y especies orgánicas refractarias, lo cual justificaría en algunos casos la consideración de los fangos como materiales peligrosos (Neyens y Baeyens, 2003).

El CH_4 contenido en el biogás puede ser utilizado como fuente de energía renovable para la producción de energía, ya sea térmica o eléctrica o tratado hasta conseguir un incremento en la riqueza del mismo que permita su uso como combustible para vehículos (Zhang *et al.*, 2014). La estabilización de fangos mediante DAM permite reducir los costes de transporte y disminuye, de esta forma, las emisiones de gases de efecto invernadero. Algunos otros beneficios ambientales de la DAM incluyen la reducción del olor, el control de patógenos y la conservación de nutrientes (Peña y Steinmetz, 2012).

Para mejorar el rendimiento de la DAM, incluyendo la elevada producción específica de biogás, el enfoque más lógico es la disrupción de las paredes de las células microbianas del fango y permitir la liberación de los sustratos degradables fuera de sus células para ser más accesible a los mecanismos extracelulares en la etapa de hidrólisis. Se han desarrollado tecnologías que consiguen un rendimiento en la DAM del fango potencialmente mayor gracias a la desintegración de los fangos antes de la DAM con el objetivo de acelerar la etapa de hidrólisis: son los llamados pretratamientos (Phothilana-

gka, 2008). Hay una serie de pretratamientos, principalmente ozonización, ultrasonidos, microondas, térmicos y mecánicos, pero de todos ellos, el térmico es el más utilizado actualmente.

La etapa de hidrólisis incluye la degradación de las macromoléculas insolubles en compuestos solubles, poniéndolos a disposición de los microorganismos implicados en la DAM. La hidrólisis térmica (HT) se ha estudiado en el rango de temperaturas de 60-270 °C. Los procesos de HT pueden clasificarse en dos grupos: *a)* pretratamiento por debajo de 100 °C, que se considera un pretratamiento a baja temperatura y *b)* pretratamiento por encima de 100 °C a elevada temperatura y bajo presión, el cual se conoce como HT a alta presión. Se ha descubierto que el pretratamiento a baja temperatura incrementa la solubilización del fango con menos energía que el de alta temperatura, pero no mejora la digestión del fango. La producción de biogás no aumenta con temperaturas comprendidas entre 60 y 90 °C, mientras que el pretratamiento a temperaturas más elevadas en el intervalo de 140-160 °C ha permitido una reducción del tiempo de reducción hidráulica para la digestión desde 18-

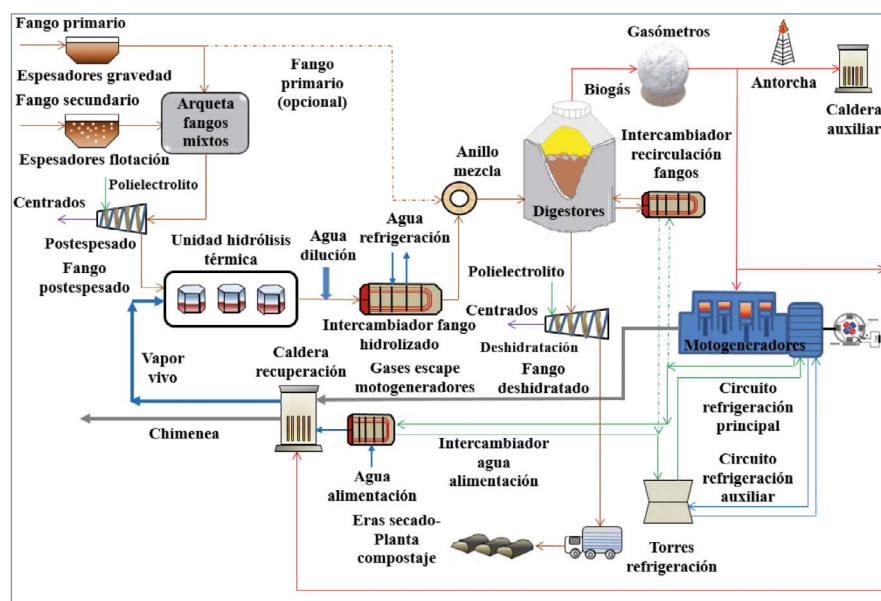


Figura 1. Diagrama general del proceso de fangos y biogás de la EDAR.

20 días a 12-14 días y un aumento en la producción de biogás. Por tanto, el pretratamiento a alta temperatura es más eficaz. La HT genera productos no biodegradables más allá de cierta temperatura dependiendo de las características del fango bruto. En el pretratamiento a alta temperatura se ha encontrado que las temperaturas por encima de 200 °C desencadenan reacciones de Maillard que producen melanoidinas, polímeros heterogéneos de alto peso molecular. Las melanoidinas son difíciles de degradar y pueden obstaculizar la degradación de otras sustancias orgánicas (Sarwar, 2015).

Los efectos combinados de la temperatura, la presión y la despresurización súbita se traducen en un aumento significativo de la solubilización y en la reducción del tamaño de partícula en el fango hidrolizado. La explosión de vapor fue introducida y patentada como un proceso de pretratamiento de biomasa en 1926 por Mason WH (Stelte, 2013). Mediante la realización de una expansión isentálpica del fango entre el reactor y el *flash-tank* se consigue la destrucción de las macroestructuras celulares presentes y la disrupción celular. Esto produce una explosión de vapor, desintegración celular, una gran disminución de la viscosidad y destrucción de las estructuras macromoleculares (Kleiven, *et al.*, 2007). Otros autores indican que la temperatura ha demostrado ser el parámetro más influyente, mientras que los cambios en

la presión no producen modificaciones significativas en las características del fango (Urrea *et al.*, 2015).

Adicionalmente, el proceso de HT a menudo se asocia con problemas de acumulación de NH_3 en los digestores que causan inhibición de la actividad metanogénica. La amonificación de las proteínas por la HT puede ser una consideración importante. La producción de NH_3 podría reducirse marginalmente al operar con un proceso de pretratamiento de HT a 150 °C (Wilson y Novak, 2009). Aunque el NH_3 es un nutriente esencial para el crecimiento bacteriano, puede inhibir la metanogénesis si está en concentraciones elevadas (Yenigun y Demirel, 2013).

Sin embargo, una ventaja importante es la reducción del contenido de agua de los fangos usualmente por deshidratación mecánica, que es crucial para reducir los costes producidos en su manejo posterior (Feng, *et al.*, 2014). Las proteínas presentes en el fango se caracterizan por tener una elevada capacidad para retener agua. Dado que en el proceso de HT, las proteínas se desnaturalizan, se destruye dicha capacidad de retención de agua (Kleiven, *et al.*, 2007) y entonces se pueden conseguir unos valores mucho más altos en la concentración del fango deshidratado. La reducción del contenido de agua de los fangos usualmente por deshidratación mecánica es crucial para reducir los costes del manejo de

fangos (Feng, *et al.*, 2014).

El sujeto de análisis ha sido la EDAR de Burgos, equipada con un proceso de pretratamiento con HT convencional de tecnología Cambi tipo *batch* y el objeto ha sido obtener el balance de masa y energía de esta planta en el punto de diseño establecido. La planta de HT trata de incrementar la producción de biogás y energía eléctrica y, además, disminuir la cantidad de fango deshidratado.

Materiales y métodos

Descripción de la EDAR

Esta planta tiene la función básica de recoger las aguas residuales domésticas de las poblaciones circundantes y las industriales, reducir su contaminación aplicándoles un pretratamiento, tratamiento primario (decantadores primarios), secundario (reactores biológicos y decantadores secundarios) y terciario (decantadores lamelares, ozono y rayos ultravioleta) y devolver las aguas residuales purificadas al río Arlanzón con unos parámetros de vertido dentro de los valores reglamentarios. La capacidad de tratamiento de aguas residuales es de 156.504 m³/día para servir a un total de 1.056.692 habitantes equivalentes (h.e.) (EDAR, 2020).

La figura 1 representa el diagrama general de proceso de la EDAR con HT convencional. En él se puede apreciar la inserción de la planta de HT entre postespesado y digestores a fin de realizar el pretratamiento térmico al fango. También existe la posibilidad de hidrolizar solamente el fango secundario. Esta posibilidad está representada en el diagrama anterior mediante una línea discontinua que indica fango primario (opcional).

Descripción del escenario

La tabla 1 muestra los valores del fango espesado obtenidos a la salida de los espesadores de gravedad y flotación de la EDAR durante los años 2011-2016 y que han constituido los datos de partida; se han denominado “punto de diseño”.

La planta de HT instalada en la EDAR de Burgos tiene la función de elevar la temperatura del fango, mantenerla durante un tiempo determinado en los reactores y llevar a cabo una despresurización súbita al *flash-tank* con objeto de realizar la HT. La tabla

Entrada de aguas residuales	Flujo volumétrico diario, m ³ /día (media aritmética y desviación típica)	Coefficiente de variación (%)
Flujo de aguas residuales		
Colector Villalonquéjar	13.735 ± 848	6,2
Colector general	77.807 ± 6.982	9
Total	91.542 ± 7.635	8,3
Flujo fangos		
Fango primario	422 ± 68	16,1
Fango secundario	243 ± 25	10,5
Fango total	665 ± 55	8,2
Contenido sólidos	Fango primario	Fango secundario
ST (%)	4,7 ± 0,5	6,7 ± 0,8
Coefficiente variación ST (%)	10,6	11,9
% SV/ST	72,3 ± 3,4	81 ± 1,4
Coefficiente variación SV/ST (%)	4,7	1,7

ST: sólidos totales; SV: sólidos volátiles.

Tabla 1. Datos de fango espesado en el punto de diseño.

Concepto	Datos
Compañía	Cambi
País	Noruega
Tipo	Batch
Reactor	Tanque
Aportación energética	Vapor vivo saturado
Recuperación energética	Un circuito de vapor flash
HT	Temperatura-tiempo de reacción y despresurización súbita
Intercambiadores de calor	No
Tipo de fango digerido	Clase A
Fango de entrada planta HT	Primario y secundario

Clase A: según la US EPA (United States Environmental Protection Agency) está totalmente libre de patógenos.

Tabla 2. Especificaciones generales del proceso de HT Cambi.

2 indica las especificaciones de carácter general del proceso de HT Cambi.

La planta de HT es una planta denominada THP-B6.2, tipo *batch* o lotes, suministrada por la empresa noruega Cambi, con una capacidad nominal de tratamiento de 35 t ST/día (12.775 t ST/año), pero que puede admitir el 20% más de capacidad hasta un máximo de 42 t ST/día (15.330 t ST/año) (Kleiven, 2014; EDAR_C, 2020). Si la capacidad necesaria de tratamiento de la planta superara en algún momento las 42 t ST/hora, operaría al máximo de su capacidad con fango primario-secundario y el resto de primario se en-

viaría directamente a los digestores sin hidrolizar. La tabla 3 muestra los parámetros de diseño más importantes de la planta y sus referencias.

Se define el ciclo *batch* como el realmente ejecutado por la planta THP-B6.2. La entrada de fango al *pulper* y salida del *flash-tank* operan de forma continua, mientras que los reactores lo hacen de forma *batch*. Por otro lado, el ciclo medio es un ciclo ficticio que consiste en ponderar los parámetros *batch* a todo lo largo del ciclo completo del reactor.

La figura 2 permite observar el diagrama de flujo de operación de la

planta THP-B6.2. La concentración del fango espesado mixto compuesto por fango primario y secundario se incrementa en posespesado antes de ser introducido en la planta de HT con objeto de rebajar el contenido de agua presente y disminuir el aporte energético que es necesario realizar en los reactores para alcanzar la temperatura de reacción establecida. Esta planta consta de tres partes fundamentales: *pulper*, reactores y *flash-tank*. La HT se produce en los reactores mediante el incremento de temperatura del fango por la aportación externa de vapor vivo saturado y la permanencia de un cierto tiempo de reacción a esta temperatura. A continuación, se realiza una despresurización súbita isentálpica casi instantánea desde los reactores al *pulper* para enviar a este los gases de proceso. Inmediatamente después, el fango sufre otra despresurización súbita isentálpica hacia el *flash-tank* y se forma vapor flash que es enviado al *pulper* y sirve para el precalentamiento del fango posespesado de este tanque antes de ser introducido en los reactores y disminuir la aportación energética a realizar en ellos. La concentración y la temperatura del fango una vez hidrolizado a la salida del *flash-tank* se disminuye mediante la inyección de agua de dilución y, posteriormente, se bombea hacia el intercambiador de fango hidrolizado para disminuir más la temperatura hasta alcanzar la adecuada de entrada al anillo de mezcla de los digestores.

El fango se introduce en el *flash-tank* desde el reactor a una velocidad aproximada de 700 m/s, impactando contra las paredes del tanque, donde hay una placa metálica de desgaste que proporciona una superficie adicional para que absorba el impacto del fango despresurizado (Moss, 2013; Loomis et al., 2018). Los gases de proceso abandonan el *pulper* hacia los digestores por su parte superior. La entrada de vapor flash al *pulper* procedente del *flash-tank* se introduce en el *pulper* por su parte superior y la entrada de vapor vivo en el reactor, aproximadamente, a 1/4 de la altura del depósito mediante varias toberas. El nivel de fango del *pulper* y del *flash-tank* varía constantemente, pero el flujo másico de fango de entrada al *pulper* y de salida del *flash-tank* son ambos siempre constantes, aunque no iguales. La concentración del fango va variando

Parámetros de diseño	Valores	Referencias
Capacidad del pulper (m ³)	15,2	EDARc, 2020
Capacidad de los reactores (m ³)	2 x 6,9	
Capacidad del flash-tank (m ³)	15,2	
Caudal de diseño ST fango HT (t ST/día)	35	
Caudal máximo ST fango HT (t ST/día)	42	
Concentración del fango entrada HT (%)	14-16,5-18	
Temperatura del fango entrada HT (°C)	5-25	
Temperatura del fango reactor (°C)	165-180	
Masa del fango por batch reactor (kg/batch)	6.300	
Masa dST por batch reactor (kg/batch)	776	
Masa agua por batch reactor (kg/batch)	5.524	
Concentración del reactor antes de la despresurización flash-tank (%)	12,8	
Masa de gases en el proceso pulper (kg/batch)	8	
Masa del vapor flash del reactor-pulper (kg/batch)	30	
Temperatura de los gases en el proceso de entrada a los digestores (°C)	55	

Tabla 3. Parámetros de diseño de la planta THP-B6.2.

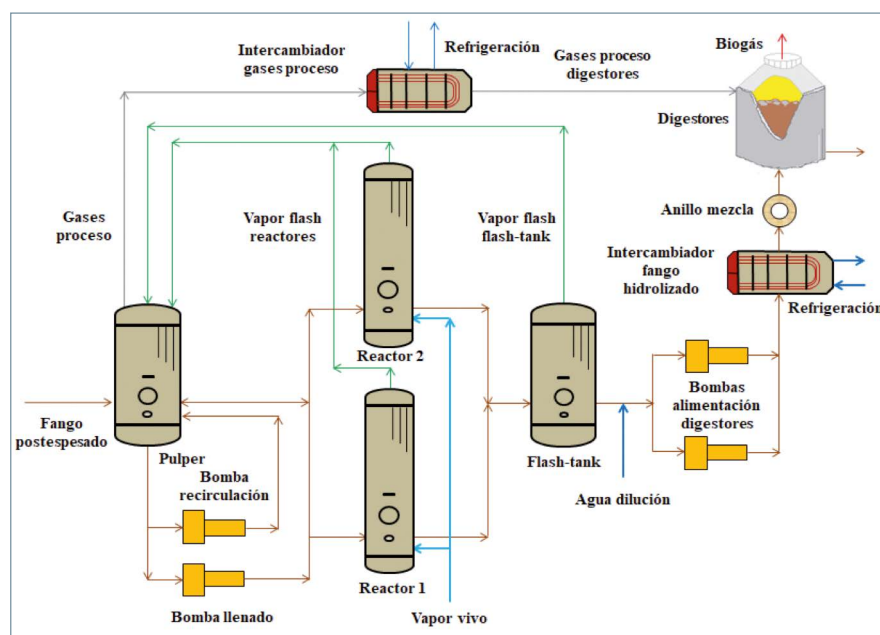


Figura 2. Diagrama de flujo de operación de la planta THP-B6.2.

según el tanque en el que se encuentre, pues la cantidad de agua se va modificando en función de la entrada de vapor vivo o de entrada-salida de vapor flash en cada tanque.

Ecuaciones de cálculo de la planta THP-B6.2

La figura 3 muestra el diagrama de flujo de la planta THP-B6.2 con la nomenclatura de todas las variables necesarias para efectuar el equilibrio

de masa y energía de la línea de fangos tanto del ciclo *batch* como del medio.

Las ecuaciones del ciclo *batch* son exactamente las mismas que para el ciclo medio, con la única diferencia de que el ciclo *batch* parte de los valores conocidos de ciertos parámetros de los reactores. Las letras minúsculas de los parámetros indican ciclo *batch* y las mayúsculas ciclo medio.

La ecuación (1) representa el balance de masa y la Ecuación (2) el de ener-

gía de la planta THP-B6.2 y ambas constituyen las denominadas “ecuaciones exteriores” para el ciclo medio. Para obtener estas ecuaciones, se ha aislado completamente la planta y se han considerado únicamente aquellas variables que interactúen con el exterior, sin tener en cuenta lo que ocurra en su interior. El sistema aislado creado debe estar en equilibrio de masa y energía.

$$M_{ST-pes} + M_{agua-pes} + M_{vv} = M_{ST-ft} + M_{agua-ft} + M_{gp} \quad (1)$$

$$M_{ST-pes} \cdot c_{p-ST} \cdot T_0 + M_{agua-pes} \cdot c_{p-ag} \cdot T_0 + M_{vv} \cdot h_{vv} = M_{ST-ft} \cdot c_{p-ST} \cdot T_{ft} + M_{agua-ft} \cdot c_{p-ag} \cdot T_{ft} + M_{gp} \cdot h_{gp} \quad (2)$$

donde M_{ST-pes} y M_{ST-ft} son los flujos máscos de ST del fango de entrada al pulper y de salida del flash-tank (kg/h), $M_{agua-pes}$ y $M_{agua-ft}$ los flujos máscos de entrada de agua del fango al pulper y de salida del flash-tank (kg/h), M_{vv} el flujo máscico de vapor vivo de entrada al reactor (kg/h), M_{gp} el flujo máscico de gases de proceso (kg/h), T_0 y T_{ft} las temperaturas de fango de entrada al pulper y del flash-tank (°C), h_{vv} la entalpía específica del vapor vivo de entrada a los reactores (kJ/kg.°C) y h_{gp} la entalpía específica de los gases de proceso (kJ/kg). Las incógnitas a despejar son M_{vv} y $M_{agua-ft}$ y todas las demás son datos conocidos de la planta.

La ecuación (3) muestra el balance de masa y la Ecuación (4) el de energía del flash-tank.

$$M_{ST-re} + M_{agua-re} = M_{ST-ft} + M_{agua-ft} + M_{vf-ft} \quad (3)$$

$$M_{ST-re} \cdot c_{p-ST} \cdot T_{re} + M_{agua-re} \cdot c_{p-ag} \cdot T_{re} = M_{ST-ft} \cdot c_{p-ST} \cdot T_{ft} + M_{agua-ft} \cdot c_{p-ag} \cdot T_{ft} + M_{vf-ft} \cdot h_{vf-ft} \quad (4)$$

donde M_{ST-re} es el flujo máscico de ST del fango de salida del reactor (kg/h), $M_{agua-re}$ el flujo máscico de salida de agua del reactor (kg/h), M_{vf-ft} el flujo máscico de vapor flash del flash-tank (kg/h), h_{vf-ft} la entalpía específica del vapor flash del flash-tank (kJ/kg.°C) y T_{re} la temperatura del fango de salida del reactor (°C). Las incógnitas a despejar son en este caso $M_{agua-re}$ y M_{vf-ft} .

La ecuación (5) muestra el balance de masa y la Ecuación (6) el de energía de los reactores.

$$M_{ST-pu} + M_{agua-pu} + M_{vv} = M_{ST-re} + M_{agua-re} + M_{vf-re} \quad (5)$$

$$M_{ST-pu} \cdot c_{p-ST} \cdot T_{pu} + M_{agua-pu} \cdot c_{p-ag} \cdot T_{pu} + M_{vf-re} \cdot h_{vf-re} = M_{ST-re} \cdot c_{p-ST} \cdot T_{re} + M_{agua-re} \cdot c_{p-ag} \cdot T_{re} + M_{vf-re} \cdot h_{vf-re} \quad (6)$$

donde M_{ST-pu} es el flujo másico de ST del fango de salida del pulper (kg/h), $M_{agua-pu}$ el flujo másico de salida de agua del pulper (kg/h), M_{vf-re} el flujo másico de vapor flash del reactor a pulper (kg/h) y h_{vf-re} la entalpía específica del vapor flash del reactor a pulper (kJ/kg). Las incógnitas a obtener son $M_{agua-pu}$ y T_{pu} .

La ecuación (7) muestra el balance de masa y la ecuación (8) el de energía del pulper.

$$M_{ST-pes} + M_{agua-pes} + M_{vf-ft} = M_{ST-pu} + M_{agua-pu} + M_{gp} \quad (7)$$

$$M_{ST-pes} \cdot c_{p-ST} \cdot T_0 + M_{agua-pes} \cdot c_{p-ag} \cdot T_0 + M_{vf-ft} \cdot h_{vf-ft} = M_{ST-pu} \cdot c_{p-ST} \cdot T_{pu} + M_{agua-pu} \cdot c_{p-ag} \cdot T_{pu} + M_{gp} \cdot h_{gp} \quad (8)$$

Todos los parámetros ya son conocidos, y estas ecuaciones son combinación lineal de las demás.

La ecuación (9) permite transformar cualquier parámetro del ciclo *batch* a ciclo medio mientras que la aplicación de la ecuación (10) es posible obtener el tiempo del ciclo de operación de los reactores.

$$Par_{ciclo,medio} = \frac{2 \cdot 60 \cdot Par_{ciclo-batch}}{t_{ciclo}} \quad (9)$$

$$t_{ciclo} = \frac{m_{ST-pu} \cdot N_{re} \cdot 60}{M_{ST-pu}} \quad (10)$$

donde $Par_{ciclo,medio}$ y $Par_{ciclo-batch}$ son cualquier parámetro del ciclo *batch* o medio, t_{ciclo} el tiempo del ciclo de operación de los reactores (min), m_{ST-pu} la masa de ST por *batch* introducida en el pulper (kg/batch) y N_{re} el número de reactores en operación (uds).

Resultados y discusión

Balance de masa y energía del ciclo batch y medio

La masa de fango introducida por *batch* en cada uno de los reactores asciende a 6.330 kg/batch, correspondientes a 776 kg ST/batch, agua 4.814 kg/batch y vapor vivo 740 kg/batch, con una concentración del fango del 12,8%. Por otro lado, la salida de vapor flash durante la despresurización isentálica súbita

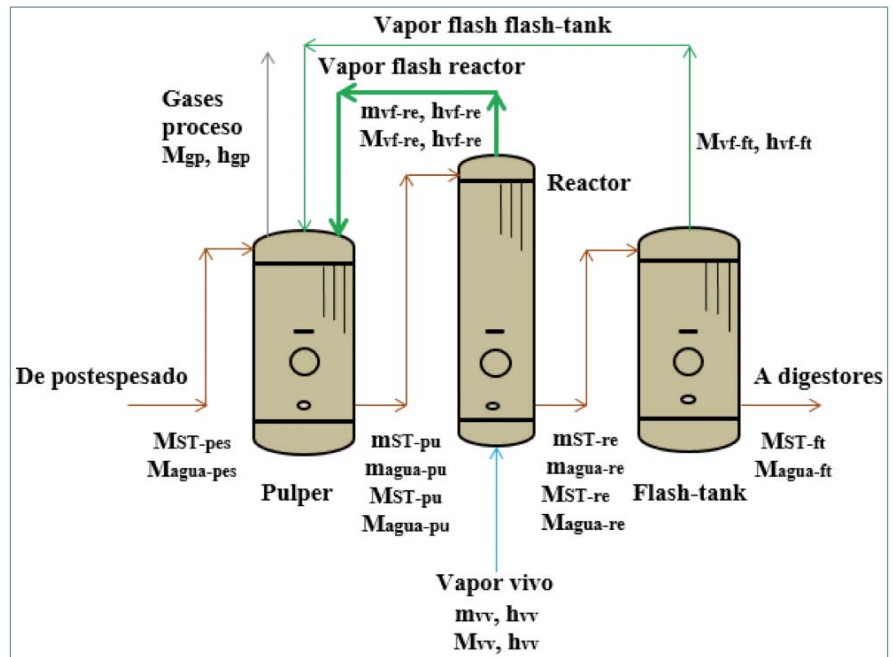


Figura 3. Diagrama de planteamiento de ecuaciones de cálculo de la planta THP-B6.2.

casi instantánea de los reactores hacia el pulper asciende a 30 kg/batch, compuestos por 8 kg/batch de ST (considerados únicamente SV) y 22 kg/batch de agua mientras que la salida de los gases de proceso del pulper hacia los digestores es de 8 kg/batch, correspondientes a estos SV anteriores procedentes del reactor. El flujo másico de fango enviado hacia el flash-tank desde cada reactor asciende a 6.300 kg/batch, ST 768 kg/batch y agua 5.532 kg/batch, con una concentración ahora del 12,7%. Se observa la pérdida en el reactor de 8 kg/batch de ST, que corresponden a SV exclusivamente y constituyen los gases de proceso. La figura 4a muestra el balance de masa y energía de THP-B6.2 para el ciclo *batch* de un reactor con los valores obtenidos de sus principales parámetros.

En la figura 4b se puede ver la aportación de 56 kg/h (11 kW) de vapor flash enviados desde el reactor hacia el pulper formados por 15 kg/h de SV (gases de proceso) y 41 kg/hora de agua. Asimismo, desde el pulper se envían 15 kg/hora (11 kW) de gases de proceso hacia los digestores. Se observa también el intercambiador de refrigeración de los gases de proceso encargado de enfriarlos desde 95 °C hasta 55 °C antes de ser introducidos en los digestores. Como consecuencia de esta refrigeración, parte de estos gases condensan y retornan al pulper por la

misma tubería formando un bucle. Sin embargo, estos condensados no se han tenido en cuenta en el balance de masa y energía del pulper.

El agua de dilución inyectada en el fango a la salida del flash-tank antes de las bombas de impulsión de fango hidrolizado a digestores tiene dos misiones importantes: reducir la concentración del fango del 14,1% hasta el 10% para introducirlo, posteriormente, en los digestores y reducir la temperatura del fango de 107 °C a 79 °C para proteger las bombas de tornillo de alimentación de fango hidrolizado a digestores. Una vez alcanzada la concentración del 10% y la temperatura de 79 °C, esta debe reducirse aún más hasta 50 °C con objeto de que los digestores mantengan su temperatura de funcionamiento de 41 °C teniendo en cuenta las pérdidas de potencia térmica asociadas a la transmisión de calor y pérdidas en tuberías e intercambiadores y biogás producido. Esta disminución de temperatura se realiza en el intercambiador de fango hidrolizado, cediendo 472 kW mediante la refrigeración con agua de servicios generales que presenta una temperatura de 15 °C.

Operación de la planta THP-B6.2

La tabla 4 muestra cada una de las etapas del ciclo de operación de llenado-vaciado de fango, vapor flash a pulper e inyección de vapor en los dos

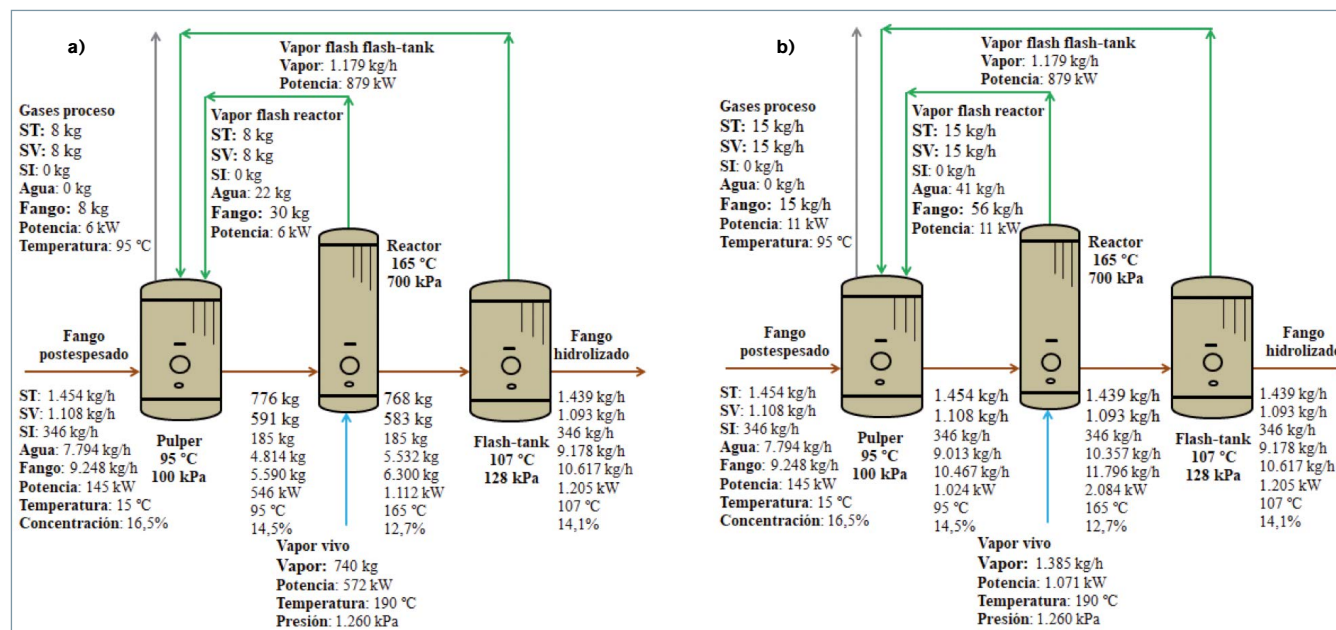


Figura 4. Balance de masa y energía. a) Ciclo batch. b) Ciclo medio.

Tarea	Tiempo parcial (min)	Tiempo origen (min)	Tiempo (min)					
			20	40	60	80	100	120
Reactor 1								
Tiempo ciclo reactor 1	64,1	64,1	Ciclo completo (64,1 min)					
Llenado	13,5	13,5	Llenado (13,5 min)					
Vapor vivo	10,6	24,1	Vapor vivo (10,6 min)					
Reacción	30	54,1	Reacción (30 min)					
Vapor flash a pulper	0	54,1	Vapor flash a pulper (0 min)					
Vaciado a flash-tank	10	64,1	Vaciado a flash-tank (10 min)					
Reactor 2								
Tiempo ciclo reactor 2	64,1	77,6	Ciclo completo (64,1 min)					
Llenado	13,5	27	Llenado (13,5 min)					
Vapor vivo	10,6	37,6	Vapor vivo (10,6 min)					
Reacción	30	67,6	Reacción (30 min)					
Vapor flash pulper	0	67,6	Vapor flash a pulper (0 min)					
Vaciado a flash-tank	10	77,6	Vaciado a flash-tank (10 min)					

Tabla 4. Ciclo de operación de los reactores.

reactores en función del tiempo y en el punto de diseño de fango espesado establecido. Cada reactor cuenta con un total de cinco etapas de operación y un desfase en el tiempo de funcionamiento equivalente al tiempo de llenado de un reactor, pues solo es posible llenar uno a la vez.

La figura 5a representa la evolución de la temperatura y la figura 5b de la presión del fango en los reactores 1 y 2, ambos en función del tiempo. Se ha representado el desplazamiento en el tiempo del funcionamiento de estos reactores que operan en discontinuo

conllelado de forma cíclica a incrementos considerables de temperatura y presión. Esto favorece la fatiga de los materiales involucrados e implica una elevación de los costes de mantenimiento de estas unidades. La temperatura de reacción alcanza los 165 °C, mientras que la presión debe aumentar hasta los 700 kPa. En la figura 5c se puede observar el diagrama formado por una serie de rectas que constituyen cada una de las cinco etapas de operación señaladas anteriormente en la tabla 4 y cuya pendiente se corresponde con el flujo másico de llenado o

vaciado de fango en los reactores. La figura 5d indica la evolución del flujo másico de entrada-salida de fango en los dos reactores en función del tiempo y que corresponde al valor de cada una de las pendientes de las rectas tratadas anteriormente en la figura 5c.

La figura 6a muestra el ciclo de operación de la evolución del llenado-vaciado de fango en el *flash-tank* en función del tiempo. El nivel del fango en el *flash-tank* está influido por la entrada de fango hidrolizado desde los reactores y por las salidas de vapor flash hacia el *pulper* y de fango hidro-

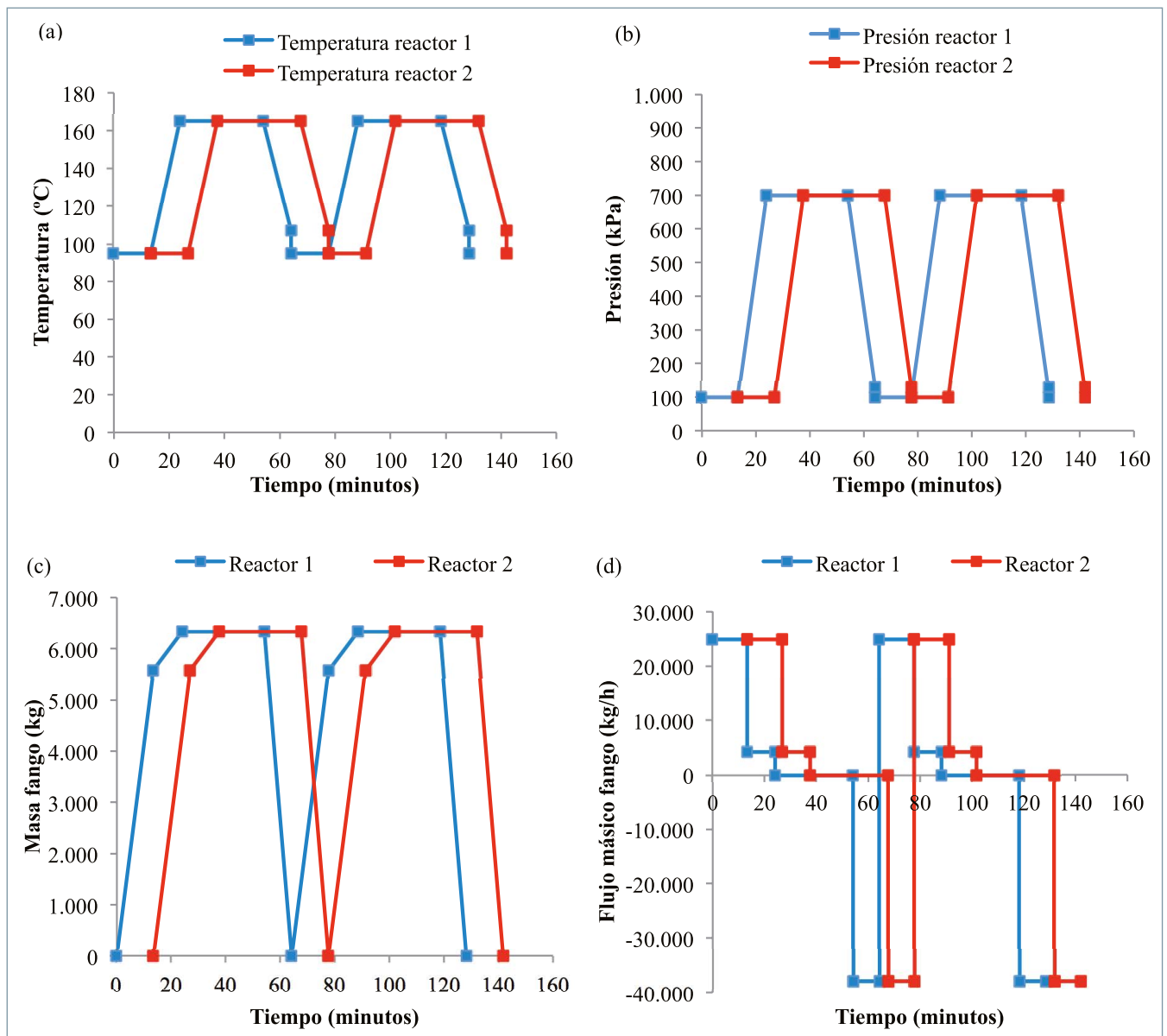


Figura 5. Evolución del fango en los reactores en función del tiempo. a) Temperatura. b) Presión. c) Llenado-vaciado. d) Flujo másico.

lizado a los digestores y es variable en función del tiempo. La capacidad máxima de llenado y vaciado en *flash-tank* y *pulper* es del 87% y el 20% de la capacidad del tanque (EDAR_p, 2020). La figura 6b representa el flujo másico de entrada y salida de fango que se origina en el *flash-tank* en función del tiempo, coincidente con las pendientes de las rectas anteriores de la figura 6.a. Se puede apreciar las cuatro etapas que conforman un ciclo completo de cada ciclo. La figura 6c representa el ciclo de operación de llenado-vaciado en el *pulper* en función del tiempo y la figura 6d representa el flujo másico de entrada-salida de fango que se produce en el *pulper* en función del tiempo y

se pueden observar las dos etapas que conforman un ciclo completo.

La figura 7a permite observar el diagrama de llenado-vaciado simultáneamente en los cuatro elementos que forman la planta: *pulper*, dos reactores y *flash-tank*. La figura 7b permite apreciar de forma aproximada los niveles en porcentaje sobre el total de cada uno de los tanques cuando el valor del tiempo del ciclo es de 27 minutos. La figura 7c visualiza la evolución de la concentración en el *pulper*, reactores y *flash-tank* en función del tiempo y la figura 7d muestra la variación del flujo volumétrico y másico de ST y SV en el *pulper*, reactores y *flash-tank* en función del tiempo.

La figura 8a indica la evolución del flujo másico de vapor vivo procedente de la caldera de recuperación inyectado en los reactores 1 y 2 en función del tiempo. A efectos del cálculo desarrollado, se consideran dos inyecciones de vapor vivo de los reactores 1 y 2 en un ciclo completo de 64,1 minutos como si fueran únicamente del reactor 1, lo que es totalmente equivalente al tratarse de reactores iguales y tener el mismo ciclo. El ciclo medio presenta un valor de 1.385,1 kg/hora de vapor correspondiente al 33% del inyectado en cada *batch*. La figura 8b representa el diagrama temperatura-entalpía específica del precalentamiento del fango en el *pulper* mediante vapor

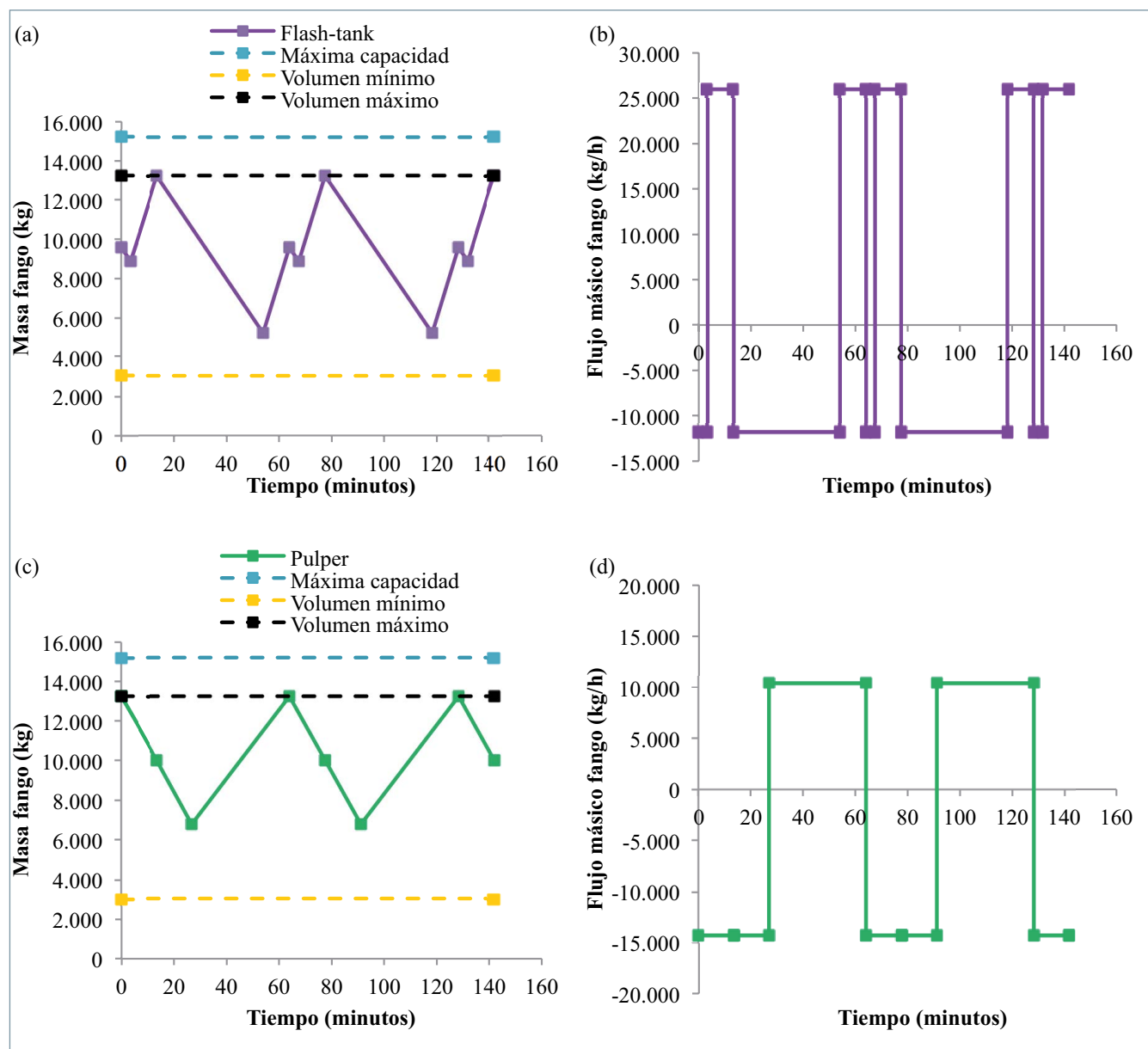


Figura 6. Evolución del fango en flash-tank y pulper en función del tiempo. a) Llenado-vaciado del flash-tank. b) Flujo másico del flash-tank. c) Llenado-vaciado del pulper. d) Flujo másico del pulper.

flash proveniente del *flash-tank* y reactores además del calentamiento del fango en los reactores mediante vapor vivo inyectado desde la caldera de recuperación.

El equilibrio de energía de los gases de proceso enviados desde el *pulper* hacia los digestores alcanza los 11 kW, lo que supone el 1% sobre la energía del vapor vivo introducido, que asciende a 1.071 kW (1.060 kW sin gases de proceso). Los gases de proceso abandonan el *pulper* hacia los digestores, donde son refrigerados en el denominado *foul gas skid* (Loomis, et al., 2018). Este proceso se realiza mediante agua del circuito de servicios generales, re-

bajando de esta forma su temperatura antes de la entrada en digestores. Los gases de proceso recolectados en el *pulper* se consideran gases contaminantes debido a toxicidad (mercaptanos), mal olor y el nivel de saturación de agua que poseen. En otras plantas Cambi, a diferencia de la de Burgos, los gases de proceso enfriados se comprimen para ser introducidos directamente en las tuberías del sistema de alimentación de fango hidrolizado a los digestores para su descomposición (Loomis, et al., 2018; Williams y Burrowes, 2017). La tabla 5 indica las pérdidas de energía asociadas a la acción de los gases del proceso.

Conclusiones

La planta de hidrólisis térmica de fangos analizada permite elevar la producción de biogás en digestores y de energía eléctrica en motogeneradores, además de disminuir la cantidad de fango deshidratado con respecto a la digestión anaerobia inicial. Sin embargo, la instalación de un proceso de hidrólisis térmica Cambi requiere una inversión importante y tiene como desventajas la elevación del consumo de polielectrolito, el consumo excesivo de biogás en la caldera mixta de recuperación al ser un proceso *batch* y desaprovechar gran cantidad de la energía de los gases de escape, el autocon-

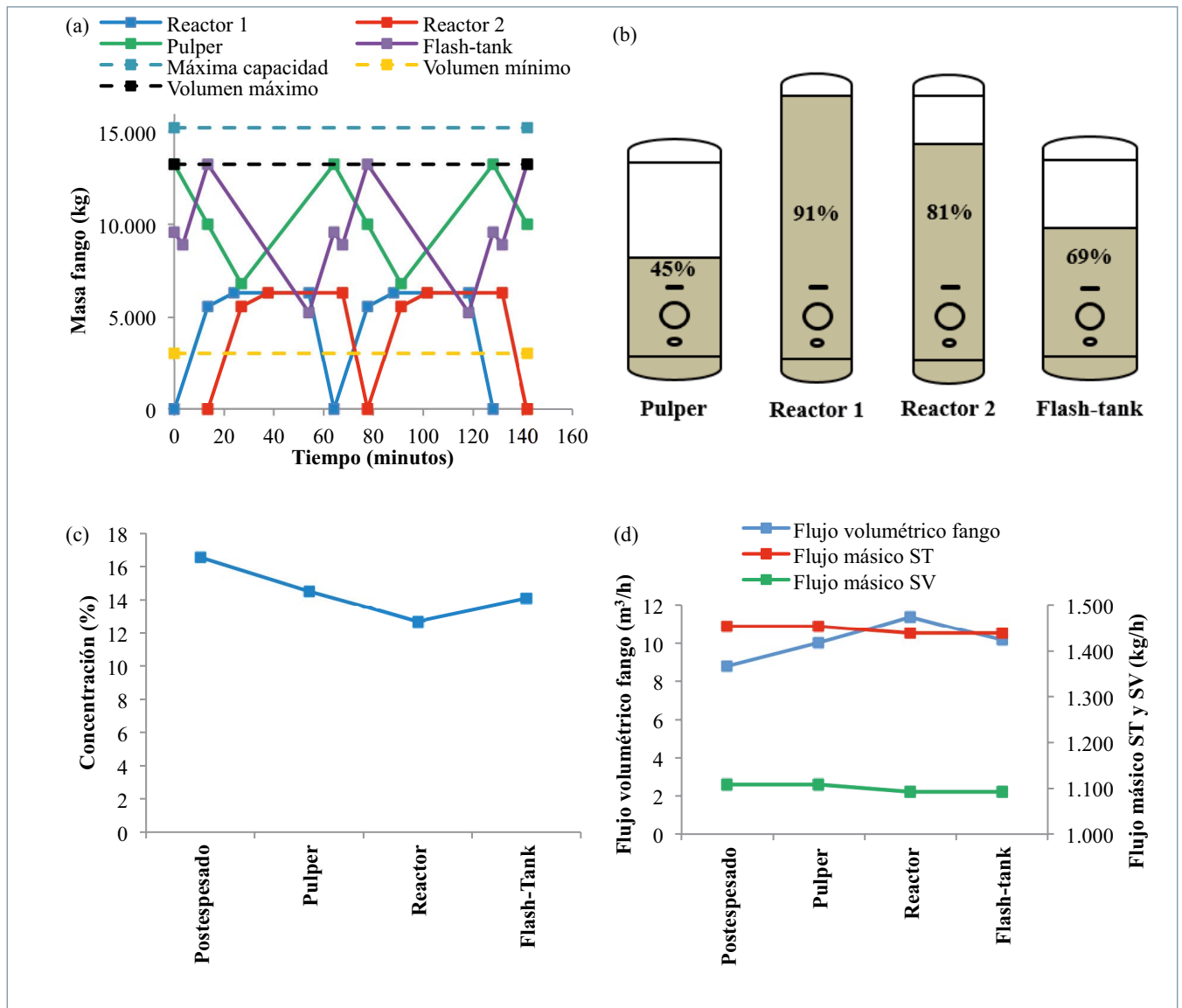


Figura 7. Evolución del fango. a) En función del tiempo. b) Nivel de los tanques a los 27 minutos del inicio del ciclo. c) Concentración. d) Flujos volumétrico y másico de ST y SV.

mo de energía eléctrica propia tras la inserción del nuevo proceso, la gran complejidad introducida y los costes de operación adicionales que se introducen en la planta. La gran ventaja de la hidrólisis térmica es la disminución del volumen de digestores al reducirse el tiempo de retención hidráulica, por lo que su aplicación óptima es para depuradoras de nueva construcción, y se desaprovecha esta importante ventaja en depuradoras ya en funcionamiento como es el caso. Esta tecnología desaprovecha una cantidad elevada de energía térmica que repercute negativamente en el equilibrio energético-económico de la planta. Con todos estos pros y contras, la forma de establecer la viabilidad de un proyecto de

hidrólisis térmica es realizar un minucioso balance económico del proceso completo.

Agradecimientos

El autor desea dar las gracias al apoyo recibido por la EDAR de Burgos y a la Universidad de León durante la redacción de este artículo.

Referencias

- Abelleira J, Pérez-Elvira S, Sanchez-Oneto J, Portela J, Nebot E. (2012). Advanced Thermal Hydrolysis of secondary sewage sludge: A novel process combining thermal hydrolysis and hydrogen peroxide addition. *Resources, Conservation and Recycling*, 59, 52-7. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.03.008>.
- Abelleira J, Pérez-Elvira S, Sánchez-Oneto J, De la Cruz R, Portela R, Nebot E. (2015). Enhancement

of methane production in mesophilic anaerobic digestion of secondary sewage sludge by advanced thermal hydrolysis pretreatment. *Water research*, 71, 330-40. https://www.researchgate.net/publication/272296616Enhancement_of_methane_production_in_mesophilic_anaerobic_digestion_of_secondary_sewage_sludge_by_advanced_thermal_hydrolysis_pretreatment.

Chae K, Kang J. (2013). Estimating the energy independence of a municipal wastewater treatment plant incorporating green energy resources. *Energy Conversion and Management*, 75, 664-72. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.08.028>.

EDAR. (2020). Estación de tratamiento de aguas residuales de Burgos.

Feng G, Ta W, Zhong N, Liu L. (2014). Effects of thermal treatment on physical and expression dewatering characteristics of municipal sludge. *Chemical Engineering Journal*, 247, 223-30. https://www.researchgate.net/publication/261184316_Effects_of_thermal_treatment_on_physical_and_expression_dewatering_characteristics_of_municipal_sludge.

Kleiven H, Soler L, Sanz M. (2007). La HT como pretratamiento de la digestión de fangos de

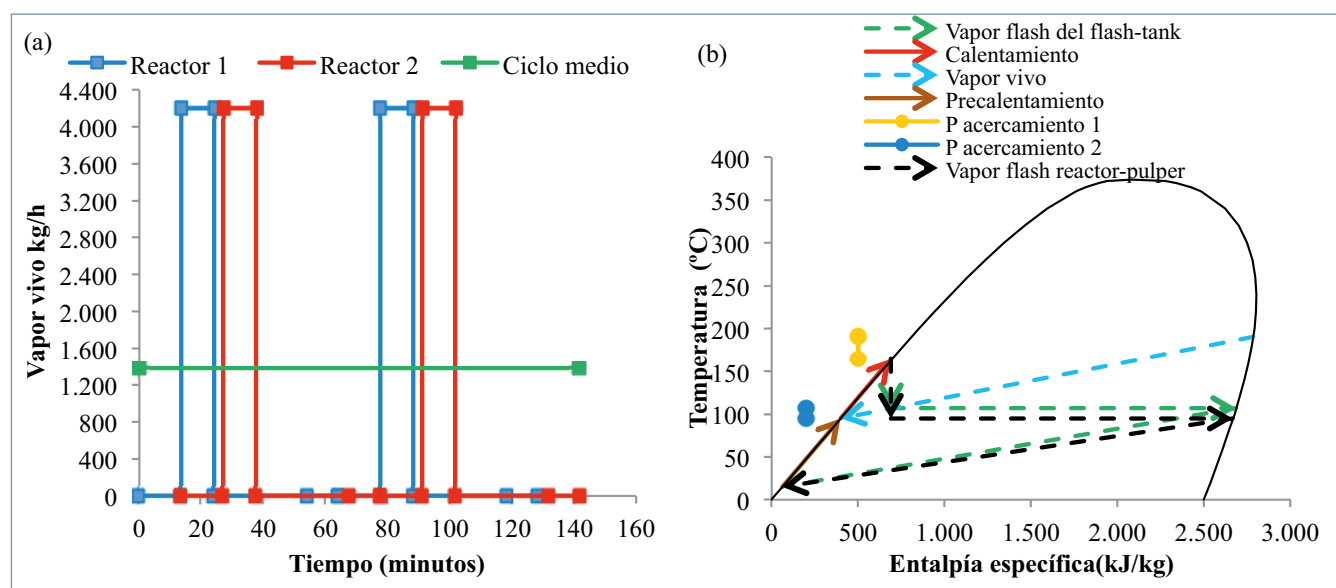


Figura 8. Evolución de la inyección de vapor. a) Flujo másico del vapor vivo y consumo medio de los reactores. b) Flujo másico del vapor del flash flash-tank hacia el pulper.

Parámetros	Valores obtenidos	Incremento (%)
Incremento del consumo de vapor vivo (kW)	11	1
Pérdida de potencia térmica por producción de biogás de los digestores (kW)	50	-1,4
Pérdida de potencia eléctrica motivada por pérdida de energía térmica al necesitar un 1% más de consumo vapor vivo (kW)	4	-0,4
Pérdida de potencia eléctrica por disminución de la producción de biogás de los digestores (kW)	24	-2,3

Tabla 5. Pérdidas de potencia térmica y eléctrica en los gases de proceso.

depuradora. Una alternativa madura. III Jornadas técnicas de gestión de sistemas de saneamiento de aguas residuales. https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/.../jornadatecnica003/volum_ponencias_es.p, acceso abril 2020.

Kleiven H. (2014). Presentation to Delegation from Poland. <https://docplayer.net/20745602-Presentation-to-delegation-from-poland>, acceso abril 2020.

Loomis P, Jacobs T, Samir Mathur S, Guven E, Hurtado, Christy P. (2018). Thermal Hydrolysis. The Next Generation. <https://www.cdmsmith.com/-/media/White-Papers/Thermal-Hydrolysis---The-Next-Generation---Loomis.pdf>, acceso abril 2020.

Moss L. (2013). Thermal Hydrolysis Pretreatment: Benefits and Challenges. http://www.tacwa.org/agendaandpresentations/presentation/2013_Nov_4_Lynne_Moss_THP.pdf, acceso abril 2020.

Neyens E, Baeyens J. (2003). A review of thermal sludge pre-treatment processes to improve dewaterability. *Journal of Hazardous Materials*, 98, 51-67. https://www.researchgate.net/publication/8023105_A_Review_of_Thermal_Sludge_Pre-Treatment_Processes_to_Improve_Dewaterability.

8023105_A_Review_of_Thermal_Sludge_Pre-Treatment_Processes_to_Improve_Dewaterability.

Peña K, Steinmetz H. (2012). Evaluation of pre-treatment on the first stage of an anaerobic digester for enhancing bio-hydrogen production and its associated energy balance. *Energy Procedia*, 29, 469-79. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.09.055>.

Phothilangka P. (2008). Sludge disintegration technologies for improved biogas yield. Doctoral Thesis, Faculty of Civil Engineering, University of Innsbruck, Österreich. https://www.researchgate.net/profile/Bernhard_Wett/publication/23425451, acceso abril 2020.

Sarwar R. (2015). Effect of Thermal Pretreatment on Digestibility of Thickened Waste Activated Sludge and Primary Sludge in Two-stage Anaerobic Digestion University of Waterloo, Canada. https://uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/10051/Sarwar_Rubaiya.pdf?sequence=1, acceso abril 2020.

Stelte W. (2013). Steam explosion for biomass

pre-treatment. http://www.teknologisk.dk/_root/media/52681_RK%20report%20steam%20explosion.pdf, acceso abril 2020.

Urrea J, Collado S, Laca A, Díaz M. (2015). Rheological behaviour of activated sludge treated by thermal hydrolysis. *Journal of Water Process Engineering*, 5, 153-9. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2014.06.009>.

Wilson C, Novak J. (2009). Hydrolysis of macromolecular components of primary and secondary wastewater sludge by thermal hydrolytic pretreatment. *Water research*, 43, 4489-98. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.07.022>.

Yenigun O, Demirel B. (2013). Ammonia inhibition in anaerobic digestion: A review. *Process Biochemistry* 48, 901-11. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2013.04.012>.

Zhang L, Zhang Y, Zhang Q, Verpoort F, Cheng W, Cao L, Li M. (2014). Sludge gas production capabilities under various operational conditions of the sludge thermal hydrolysis pretreatment process. *Journal of the Energy Institute*, 87, 121-6. <https://doi.org/10.1016/j.joei.2014.03.016>.

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

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

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

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

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

Técnica Industrial no asume necesariamente las opiniones de los textos firmados y se reserva el derecho de publicar cualquiera de los trabajos y textos remitidos (informes técnicos, tribunas, información de colegios y cartas al director), así como el de resumirlos o 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.

IV Barómetro Industrial: El sector reclama al Gobierno la creación de una “Mesa de la Industria”

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) ha presentado su IV Barómetro Industrial del COGITI-Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2020, que como ya hiciera en la edición anterior, ha contado de nuevo con la colaboración del Consejo General de Economistas de España (CGE), cuyo Servicio de Estudios (Cátedra EC-CGE) ha elaborado el informe *Una perspectiva económica de la situación de la industria en España: actualización 2020*, que se incluye en esta edición del Barómetro.

En la presentación y rueda de prensa, realizada de forma telemática el pasado mes de febrero, participaron representantes de ambas organizaciones. Por parte del COGITI, su presidente, José Antonio Galdón, y la coordinadora del Barómetro, Mónica Ramírez, que presentaron las principales conclusiones del informe nacional del IV Barómetro Industrial; y por parte del CGE, su presidente, Valentín Pich, y el director de la Cátedra EC-CGE y coordinador del Informe, Salvador Marín. En el acto también participó César Nicolás, secretario de la Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), que destacó la importancia de la industria para la actividad económica de un país.

Como explicó el presidente del COGITI, José Antonio Galdón, el Barómetro Industrial del COGITI –que también cuenta con la colaboración de la Fundación Caja de Ingenieros– es un estudio sociológico en el que, a través de las respuestas ofrecidas por cerca de 3.400 Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de todos los ámbitos productivos y de toda la geografía española, se valora la situación actual del sector en España. El Barómetro tiene por objeto ofrecer datos relevantes y que sean de interés en la toma de decisiones, tanto para los representantes del ámbito público como para el sector privado.

En este sentido, señaló que “estamos ante un momento trascendental para la modernización y mejora de la competitividad de nuestro tejido in-



El presidente de COGITI, José Antonio Galdón Ruiz, interviene en la presentación telemática del IV Barómetro Industrial - Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM).

dustrial, y que por tanto se debe elegir muy bien, y gestionar mejor, el uso de los fondos de recuperación, para que realmente consigan dinamizar el sector y, por tanto, la economía y el empleo. Siendo ambiciosos y confiando en nuestras posibilidades, un 30% de peso en el PIB para 2030 sería alcanzable si fuésemos capaces de creérselo y apostar fuertemente por ello, desde la unidad de acción y las políticas estables que generen confianza inversora”.

A lo que añadió que “es muy significativo que cerca de un 90% de los ingenieros encuestados consideren que es muy necesario crear una Mesa de la Industria, con todos los agentes que intervienen en la misma, para definir y hacer un seguimiento de los proyectos que deberían apoyarse con parte de los fondos europeos, lo que elevamos como propuesta y desde este momento nos ofrecemos, junto al CGE, a formar parte de ella”.

Tras la presentación de los resultados del Barómetro Industrial, intervinieron Valentín Pich, presidente del Consejo General de Economistas de España, y Salvador Marín, director de la Cátedra Economistas Contables del CGE, quienes resumieron los principales aspectos recogidos en el informe titulado *“Una perspectiva económica de la situación*

de la industria en España: actualización 2020”, elaborado por el Servicio de Estudios del Consejo General de Economistas, y que se incluye en esta edición del Barómetro.

A la vista de estos datos, el presidente del Consejo General de Economistas, Valentín Pich, señaló que “si bien en la actualización del análisis de la situación de la industria en España que hemos realizado, utilizando la última serie de datos oficiales disponible, adicional a la encuesta del Barómetro, aún no se reflejan al cien por cien los efectos de la Covid-19, sí que es cierto que se verán con claridad próximamente, y que su duración y calado dependerán de las medidas que se adopten, teniendo muy en cuenta cómo se utilicen los fondos europeos destinados a ello, si se aprovechan o no para generar economías de escala, y con un efecto tractor que financie reformas estructurales y actuaciones pendientes necesarias para la modernización de la industria española, así como de los otros sectores productivos”. “Cuanto antes conozcamos qué proyectos concretos van a poder ser financiados, más rápidamente se podrá actuar para implicar en ellos a las empresas industriales, sobre todo a las pymes; ahí va a estar la clave”, ha señalado Pich.



Presentación del informe del IV Barómetro Industrial correspondiente a Cantabria.



Presentación del informe del Barómetro Industrial Provincial 2020, correspondiente a la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

Por su parte, el director de la Cátedra EC-Consejo General de Economistas y coordinador de este informe, Salvador Marín, destacó que “si ya partíamos de una serie de retos pendientes, la actualización realizada en este informe nos ha vuelto a poner de manifiesto que aunque en España todas las regiones comparten la misma causa de la crisis citada, y en todas habrá consecuencias negativas, el impacto final total de la COVID-19 dependerá, al igual que ocurre a nivel nacional cuando comparas con sus homólogos europeos, de la situación económica de partida, de la especialización sectorial y de la propia gestión, ya que determinadas actividades económicas tienen una mayor sensibilidad a las medidas de restricción y confinamiento, incluso dentro del mismo sector industrial, así como por la diferente posición de partida en innovación, digitalización, educación o infraestructuras, entre otras”. Más información en www.cogiti.es.

Presentaciones en los Colegios de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales

Por otra parte, además del informe nacional, también se han elaborado informes provinciales y autonómicos, con las conclusiones y los datos específicos de la región en cuestión. En este sentido, algunos de estos Colegios han llevado a cabo actos de presentación de sus informes del IV Barómetro Industrial.

Cantabria

Los resultados de este Barómetro Industrial referidos a Cantabria han sido presentados, en conferencia de prensa, por los decanos-presidentes de los Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos Industriales y Economistas: Enrique González Herbera y Fernando García Andrés, res-

pectivamente. Ambos coincidieron en resaltar el interés y la oportunidad de este informe, dada la actual coyuntura de crisis generada por la pandemia y a la vista de los datos publicados el pasado 8 de febrero por el INE, que reflejan una caída del Índice de Producción Industrial de más de un 9% de media en 2020.

El 73,44% de los ingenieros técnicos industriales cántabros (frente a un 55% media nacional) califica como “mala” o “muy mala” la situación de la industria en Cantabria. Ni un solo encuestado cántabro la califica de “buena” o “muy buena”, frente al 11% que sí tienen esa percepción a nivel nacional. Estos resultados reflejan un empeoramiento respecto al anterior Barómetro de 2019. En aquella encuesta, el 60 % de los cántabros calificaba la situación industrial de “mala” o “muy mala”.

En líneas generales, en Cantabria, el 52,27% (62% media nacional) de los trabajadores por cuenta ajena considera que su situación laboral en la empresa donde trabaja es buena o muy buena, frente a un 9,09% (10% a nivel nacional) que la considera mala o muy mala. En el caso de los trabajadores por cuenta propia (empresario o autónomo), el 33,33% (un 26,92% media nacional) piensa que la situación económica actual de su empresa es buena y muy buena, y un porcentaje del 8,33% la consideran mala o muy mala (22,61% a nivel nacional). Esto evidencia una visión más optimista de los ingenieros técnicos industriales cántabros.

Santa Cruz de Tenerife

El Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Santa Cruz de Tenerife presentó el Barómetro Industrial Provincial 2020 el pasado 2 de marzo. La presentación tuvo lugar en la

sede de CEOE-Tenerife, ya que contó con la participación de su director general, Eduardo Bezares, así como de la directora general de Industria del Gobierno de Canarias, Yolanda Luaces, y del decano del Colegio de Economistas de Santa Cruz de Tenerife, José Luis Casajuana, que acompañaron al decano de COITIF, Antonio Miguel Rodríguez Hernández, en su exposición de los datos más destacados del Barómetro Industrial Provincial.

El acto de presentación se emitió también en *streaming*, a través del webinar “Barómetro Industrial Provincial 2020”, y entre las conclusiones más significativas, destacan las siguientes:

En la estimación que realizan los encuestados, a nivel nacional, acerca de su situación laboral actual, en el caso de ser trabajador por cuenta ajena, casi el 50% de ellos considera que es bastante buena, en concreto, un 46,02%. Asimismo, el 28,54% opina que es intermedia, e incluso un 15,64% la cataloga como muy buena. Tan solo alrededor de un 10% establece esta situación como negativa, exactamente un 9,81%, y de ellos, un 2,56% opinan que es muy mala. Respuestas muy similares a las del año anterior.

En el caso de los trabajadores por cuenta propia, los ingenieros de la provincia se muestran más negativos que a nivel nacional, al preguntarles cómo valoran la situación económica de su empresa: 25,64% de respuestas “mala y muy mala”, por un 22,61% en las mismas categorías para la totalidad de las respuestas obtenidas en todo el territorio español; mientras que las repuestas positivas son algo menores para los ingenieros de Santa Cruz de Tenerife, con respecto al conjunto de los españoles (25,64% frente a 26,92%, respectivamente).

Madrid

El Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM) y el Colegio de Economistas de Madrid (CEMAD) presentaron, el pasado 23 de febrero, el Barómetro Industrial de la Comunidad de Madrid 2020 del COGITI-Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM).

En la presentación participaron representantes de ambas organizaciones. Por parte del COGITIM, su decano, José Antonio Galdón Ruiz, y Fernando Blaya Haro, vicedecano; y por parte del Colegio de Economistas de Madrid, su decana, Amelia Pérez Zabaleta. A la rueda de prensa asistió el Consejero de Economía, Empleo y Competitividad, Manuel Giménez Rasero.

La importancia de este Barómetro, reside para Galdón Ruiz, en que "está elaborado por los profesionales que están en el día a día de lo que ocurre en el tejido industrial de la Comunidad de Madrid". Y aunque en el momento actual, los datos que arroja el informe no son buenos, el decano del COGITIM, destaca que nos encontramos ante "un momento clave, decisivo y estratégico, ya que nos hemos dado cuenta de que la crisis ocasionada por la Covid-19 ha puesto al descubierto muchas de las carencias que tenía nuestro tejido in-



Presentación del Barómetro Industrial de la Comunidad de Madrid 2020 del COGITI-Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM).

dustrial. Esta realidad tiene que ser la base para poder reactivar el tejido industrial y la economía, teniendo como punto de partida las deficiencias que hemos encontrado". En su opinión, el punto estratégico son los fondos europeos Next Generation UE, que tienen que servir para transformar el tejido industrial.

Por su parte, el consejero de Economía, Empleo y Competitividad de la Comunidad de Madrid, Manuel Giménez Rasero, destacó el papel fundamental que juega el sector industrial en la reactivación de la economía madrileña. Y recordó que el Gobierno regional invierte 514 mi-

llones de euros en estas empresas, a través del Plan Industrial de la Comunidad de Madrid 2020/25. También refirió los 34 millones que el Ejecutivo autonómico destina, mediante líneas extraordinarias de apoyo, a las empresas afectadas por el Covid-19.

Por otra parte, algunos Colegios optaron por hacer llegar directamente la información a los medios de comunicación, en lugar de celebrar actos de presentación de forma presencial, por lo que también han tenido una amplia repercusión mediática, como por ejemplo los Colegios de A Coruña y Sevilla. Más información en www.cogiti.es.

Simul AIR, una de las principales aplicaciones para luchar contra el coronavirus

El pasado mes de diciembre se presentaba la aplicación Simul AIR, desarrollada por el Comité de Expertos en climatización, ventilación y calidad del aire del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), creada con el fin de concienciar a la sociedad sobre la importancia de la calidad del aire y ofrecer una herramienta sencilla e intuitiva para luchar contra el riesgo de propagación del coronavirus mediante aerosoles.

La iniciativa se enmarca las actuaciones que desde el COGITI y los Colegios Oficiales están llevando a cabo para concienciar a la ciudadanía sobre los riesgos asumidos en determinadas situaciones, donde el virus SARS CoV-2 puede transmitirse a través de los aerosoles y, por tanto, contribuir a controlar la transmisión

de la COVID-19 por vía aérea en los espacios interiores. La aplicación, considerada una de las APPS imprescindibles en la lucha contra el coronavirus, es gratuita y está disponible para dispositivos móviles (Android, iPhone/iPad).

Desde su puesta en marcha, la aplicación ha ido evolucionando con varias actualizaciones y la introducción de mejoras, hasta tal punto de que ya va por su tercera versión. La APP realiza análisis de riesgos cuantitativos, basados en el modelo probabilístico de Wells y Buonanno.

El uso de esta aplicación es sencillo e intuitivo; basta con indicar el número de personas que se encuentran en un espacio interior, el tiempo de exposición, y la superficie y altura de dicho espacio, para realizar la simulación. El analizador inclu-

ye la posibilidad de modificar los datos referentes a diversos parámetros.

Una vez realizada la simulación, la aplicación nos indicará los datos relativos a la probabilidad de infectarse cada persona expuesta, junto al promedio de infectados esperados entre todas las personas expuestas, analizando todas las situaciones más extremas en un espacio interior: sin mascarilla y sin ventilación, con mascarilla y sin ventilación, sin mascarilla y con ventilación, y por último, en la situación más aconsejable, con mascarilla y con ventilación. Información sobre la APP:

SimulAIR (App Store-Dispositivos iPhone).

Simul_AIR (Google Play-Dispositivos Android).

Incluye un acceso durante un año a **CISSLAB (Prevención de Riesgos Laborales)**, Base de Datos que incluye especialización en PRL valorada en 779€.



PLAZAS LIMITADAS

Formación

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

La Prevención de Riesgos Laborales continúa siendo una materia imprescindible en todas las empresas. Por este motivo la demanda de profesionales orientados y formados en PRL es cada vez mayor en el mercado.

Consigue el título máster y obtén tu gran ventaja competitiva.

Metodología

Una metodología didáctica online cuyo objetivo es que dispongas de tu propio ritmo de estudio, decidiendo cuándo y cómo estudiar y, por tanto, totalmente compatible con tu actividad profesional. Podrás acceder desde cualquier lugar al aula virtual, donde encontrarás el temario del máster y la documentación de soporte.

Contarás con un seguimiento y atención personalizados proporcionados por los tutores en la misma plataforma y también por correo electrónico y vía telefónica.

Tendrás un aprendizaje activo y colectivo, a través del intercambio de conocimiento y experiencias en los foros.

Contarás además, con el apoyo de sesiones sincrónicas.

La evaluación será continua y formativa y se adaptará al carácter de las asignaturas y las competencias a evaluar. La nota final será la media, según la ponderación establecida de la calificación de las distintas actividades de cada asignatura: test de evaluación, casos prácticos, cuestionarios de preguntas cortas, test de seguimiento y participación en las diferentes actividades del aula virtual.

Programa

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

Incluye las 3 especialidades:

- Seguridad
- Higiene
- Ergonomía

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales por la Universidad Francisco de Vitoria con **3 especialidades**: Seguridad, Higiene y Ergonomía.

Precio del Máster Completo

2.950€

Descuento por inscripción anticipada del 10% sobre honorarios de matrícula

2.704€

Antes del 8 de Abril

Condiciones especiales para colegiados que ya poseen el título de Técnico Superior en PRL*

Alumnos que ya poseen el título de TSPRL con 1, 2 o 3 especialidades



Beca

36,60%

Precio total Máster

1.870€

*Se concederán siempre que acrediten poseer el título de Técnico de Nivel Superior en PRL (conforme al artículo 37.2 del Real Decreto 39/1997).



Créditos: 60 ECTS



Modalidad: e-learning



Fecha inicio: **27/05/2021**
Fecha final plazo admisión: Abril/2021
Fecha fin: **Marzo/2022**



Con el apoyo docente de reconocidos **expertos en la materia**



Precio total del Máster: 2.950€ (Posibilidad de pago fraccionado)
Precio por inscripción anticipada: 2.704€
(Antes de 08 de Abril de 2021 supeditado a plazas disponibles)



Programa **bonificable** en los seguros sociales (Fundación Estatal para la Formación en el Empleo- FUNDAE).



Acceso a la base de datos **CISS Prevención Riesgos Laborales**



Potencia tu Networking



Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales por la **Universidad Francisco de Vitoria**. Verificado por la ANECA.

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**

Miguel Sánchez Pinto

Presidente de la AERRAAITI (Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de ámbito Industrial)

“Es necesario adaptar los contenidos de los planes de estudios a las necesidades de la industria”

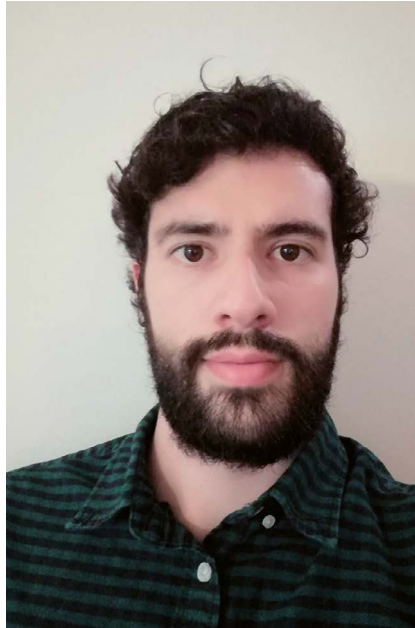
Mónica Ramírez

La representación estudiantil juega un papel destacado en la vida universitaria; tanto es así que en 1983, con la aprobación de la Ley de Reforma Universitaria (LRU), quedó establecida de forma oficial en dicho ámbito. En consecuencia, a finales de la década de los 80, los estudiantes comenzaron a agruparse en función de sus titulaciones y zonas geográficas o sectores. Se creó entonces el germen de lo que posteriormente sería la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de ámbito Industrial (AERRAAITI), que desarrolla su actividad como asociación sectorial. Está integrada por representantes de estudiantes de las titulaciones que conducen al ejercicio de la profesión de ingeniero técnico industrial, impartidas en las diferentes universidades de todo el Estado, y que han ido evolucionando a lo largo de los años.

Uno de los objetivos de la asociación es fomentar las relaciones con el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) y con los Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos Industriales. Miguel Sánchez Pinto, estudiante de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, es el actual presidente de la AERRAAITI.

El pasado mes de octubre tuvo lugar el LXIV Congreso de la AERRAAITI, celebrado de forma telemática, donde se llevó a cabo la renovación de los cargos de la Junta de Gobierno de la Asociación. Son momentos complicados debido, entre otras cosas, a la pandemia global que estamos sufriendo, ¿cómo afrontas tu nuevo cargo?

A pesar de no poder realizar ninguna asamblea presencial debido a la pandemia, gran parte el trabajo de Presidencia ya se desarrollaba de forma telemática. El reto principal es evitar que la falta de



Miguel Sánchez Pinto

“Tener escuelas de Ingeniería cerca de los tejidos industriales favorece las relaciones con la sociedad y la universidad”

asambleas presenciales haga decaer el trabajo que habitualmente desarrollamos, y adaptarnos a un formato de asambleas telemáticas.

¿Cuáles van a ser tus principales líneas de actuación, en el marco de la asociación, en los próximos meses?

En marzo iniciamos una serie de asambleas extraordinarias para presentar proyectos que se empezaron con la Junta anterior. Además, renovar el horizonte estratégico de la asociación para los próximos tres años. En vista de que el Gobierno de España va a modificar el Real Decreto 1393/2007 por el que se establece la ordenación de enseñanzas

universitarias oficiales, aportar la visión de los estudiantes de ingeniería de ámbito industrial.

Una de las principales reivindicaciones que lleváis a cabo es la necesidad de que haya una mayor relación entre las universidades y las empresas. ¿En qué medida os afecta? ¿Cómo se podría mejorar esta situación?

Por un lado, el Plan Bolonia contempla que una parte de la financiación universitaria la aporte el Estado, y otra las empresas privadas colaborando, en nuestro caso, con las escuelas de ingeniería. En caso de que estas dos partidas no lleguen a cubrir el coste por estudiante, este se cubrirá mediante matrículas. Por lo tanto, sin una relación suficiente, nos veremos avocados a ver las tasas aumentar continuamente en nuestro ámbito.

Por otro lado, tener escuelas de ingeniería cerca de tejidos industriales favorece las relaciones con la sociedad y la universidad. Las empresas se nutren de investigación pública e ingenieros en prácticas y egresados, mientras que las universidades obtienen recursos privados, y los estudiantes una formación de mayor calidad y más adaptada a las necesidades reales de la industria.

La solución pasa por hacer conscientes a los gobiernos de España y de las autonomías de esta realidad. Junto con una serie de acciones como vincular las asignaturas a ejemplos reales y visuales de la industria, incorporar profesores asociados inmersos en el tejido industrial local, y la adaptación de los contenidos de los planes de estudios a las necesidades de la industria incorporando software técnico usado actualmente por la misma.

¿Qué otras cuestiones os preocupan?

Durante los últimos años hemos visto aumentar el número de Grados de ámbito industrial que corresponden a profesiones no reguladas, y la aparición de nume-

rosos másteres especialistas que, a su vez, tampoco están regulados. El sistema de regulación de profesiones de ámbito industrial sólo reconoce a los ingenieros industriales con la Orden CIN 311, es decir, cursando el máster de Ingeniería Industrial; y a los ingenieros técnicos industriales con la Orden CIN 351, es decir, los Grados de Ingeniería Eléctrica, Electrónica Industrial, Mecánica, Química Industrial y Textil.

Los nuevos grados incluyen automática, mecatrónica, diseño, organización, materiales, energía y cada vez más variantes. Estos grados pertenecen al ámbito industrial y constituyen especializaciones del ámbito industrial que, sin embargo, la ley no cubre como profesiones reguladas. En la AERRAITI consideramos imprescindible reformar el sistema de profesiones reguladas en el ámbito general de la ingeniería, para que cualquier ingeniero titulado pueda trabajar y firmar proyectos en función de las competencias que se requieran para cada situación. Es decir, no depender de si una profesión está regulada o no; teniendo en cuenta para esto la formación académica y la experiencia laboral obtenida a lo largo de su carrera.

Los planes de estudios se han de adaptar de tal forma que garanticen una formación básica de ingeniero industrial a nuestros estudiantes, y posteriormente tengan la posibilidad de especializarse con másteres especialistas de uno o dos años.

Desde el COGITI y los colegios profesionales siempre se intenta transmitir a los alumnos que cuando finalicéis vuestros estudios no estaréis solos al iniciar vuestra carrera profesional, ya que contaréis con los Colegios de vuestra demarcación para ayudaros y asesoraros. ¿Cómo percibís los alumnos la labor que se realiza desde los colegios profesionales?

La gran mayoría de los estudiantes de ámbito industrial no suelen relacionarse con los colegios principalmente por desconocimiento. Los colegios nos brindan apoyo durante nuestra carrera profesional y pueden aconsejarnos para tomar distintas decisiones y caminos. Además de ofrecernos la posibilidad de continuar nuestra formación en aspectos que la industria demanda en cada época.

En este sentido, hace algún tiempo se puso en marcha la plataforma Comu-

“Es necesario adaptar los planes de estudios a los avances de la industria, para que la formación sea completamente de calidad”

“La pandemia nos ha obligado a adaptarnos a un modelo de estudio muy diferente al anterior, a la docencia telemática”

nidad de Ingenieros 4.0, que el COGITI ha apoyado desde el primer momento, ¿qué contenido se puede encontrar en este portal? ¿Qué tal está funcionando?

Por ahora el contenido es muy básico, debido principalmente a la pandemia. Sin embargo, estamos estableciendo conversaciones con diferentes agentes para dotar a esta plataforma de grandes oportunidades para los estudiantes. Como prácticas en empresas de diferentes sectores, cursos de formación básicos para asignaturas de sus planes de estudios, y cursos más avanzados que expidan certificados requeridos en muchas empresas.

Además, la idea de este portal es que cualquier estudiante de ingeniería pueda encontrar información sobre los estudios de ámbito industrial, se encuentre en la etapa en la que se encuentre (es decir, para estudiantes preuniversitarios, estudiantes de ingeniería y egresados), como información sobre atribuciones profesionales, orientación hacia másteres, posibilidades de trabajo fuera de España, y demás temas de interés.

Actualmente estás estudiando Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid. ¿Qué fue lo que te animó a estudiar ese grado?

Lo que más me motivó fue que fuese una Universidad “joven”, pues las estructuras internas de la Escuela se adaptan mejor a una formación de esta época. Sumado a la renovación continua que hacen en los laboratorios técnicos, adaptados a la instrumentación real que existe en la industria. Cada vez más, la electrónica y la automática se imponen sobre el resto

de las ramas, y se acercan a los estudios de telecomunicaciones. Este Grado está directamente relacionado con la próxima revolución industrial: la Industria conectada 4.0 y el Internet de las Cosas.

¿Qué opinas de la profesión de ingeniero de la rama industrial en el momento actual?

Está demasiado limitada a una especialidad en concreto. Las especialidades evolucionan a un ritmo mayor del que se podría regular, de forma que todas las ramas se están empezando a mezclar unas con otras, y no solo entre las de ámbito industrial, sino también con ramas de la ingeniería biomédica, de telecomunicaciones, informática y demás. Considero imprescindible desregularizar estas profesiones tan concretas y abrir más el espectro.

¿Y de la formación que se imparte en las Escuelas, en líneas generales?

La formación respecto a la adquisición de las competencias transversales características de un ingeniero de ámbito industrial es adecuada; sin embargo, están integradas en asignaturas cuyos contenidos técnicos se encuentran cada vez más anticuados. Es necesario adaptar los contenidos de los planes de estudios según avance la industria, para que la formación sea completamente de calidad.

¿Cómo estás viviendo estos cursos lectivos, tanto el año pasado como éste, con motivo de la pandemia del coronavirus?

La pandemia nos ha obligado a adaptarnos a un modelo de estudio muy diferente al anterior. Por suerte, mi Universidad fue capaz de adaptarse a la docencia telemática tan solo una semana después del confinamiento dictado por la Comunidad de Madrid, y posteriormente por el Gobierno de España. La falta de docencia presencial limita la adquisición y comprensión de conocimientos, y la cercanía con los profesores y compañeros.

¿Dónde te gustaría verte trabajando cuando finalices tus estudios y te incorpores al mercado laboral?

Este año acabo el Grado y estoy aplicando a algunos másteres de Industria conectada 4.0 y Sistemas Autónomos. Cuando los finalice me gustaría dedicarme a la integración de tecnologías inalámbricas en edificios, industrias y hogares. Lo que se conoce comúnmente como Smart Homes y Smart Cities.

Estudiantes de Ingeniería nos cuentan cómo han vivido el último año marcado por la pandemia

El mes de marzo de 2020 supuso un cambio trascendental en la forma de concebir la vida cotidiana para la mayor parte de la población. La pandemia originada por la COVID-19 provocó una disrupción masiva global, a la que hubo de adaptarse precipitadamente, sin apenas tiempo para reaccionar y diseñar un plan efectivo. Los estudiantes universitarios también lo sufrieron en primera persona, y tuvieron que adaptarse a una situación, junto a sus profesores, que aún hoy perdura



Almudena Gómez Vives



Francisco Mamajón Méndez



José Francisco Maqueda Díaz

Técnica Industrial ha hablado con tres estudiantes de Ingeniería, de diferentes Universidades, para conocer cómo han sido sus experiencias y el modo en que han afrontado la necesidad de seguir la vida universitaria a pesar de la incertidumbre. Los retos y problemas que plantea la gestión de la pandemia son múltiples y complejos, y llevan a reflexionar acerca de la oportunidad que puede suponer esta situación para mejorar la docencia en la Universidad y apostar por una mejor formación para los estudiantes.

Almudena Gómez Vives

Estudiante del Máster en Ingeniería Química, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante.

Tanto el curso pasado como el actual, están siendo años complicados debido a la pandemia global en la que estamos inmersos. ¿Cómo lo viviste el año pasado en tu Universidad? ¿Cuáles fueron las principales dificultades y retos a los que tuviste que enfrentarte a la hora de llevar a cabo las clases, los exámenes, los trabajos, las prácticas, etc.?

El año pasado fue complicado, ya que debido a la pandemia por la COVID-19 el modo de funcionar de la universidad tuvo que cambiar radicalmente en muy poco tiempo, acarreado con ello que algunas asignaturas se quedaran atrás en esta adaptación, debido a la dificultad de adaptar el material, la necesidad de usar nuevas plataformas que hasta ahora no habían sido usadas, la edad de algunos docentes que dificultaba que se adaptaran a los nuevos tiempos...

Adicionalmente, como representante de estudiantes, vi que nuestra figura adquirió importancia, ya que hubo que realizar una gran labor de intermediación entre el estudiantado y el profesorado; teniendo que llevar a cabo periódicamente videoconferencias con todos los delegados de cada curso para recopilar la información de cómo se estaba desarrollando la docencia, reuniones con el subdirector de la carrera para hablar de aquellos problemas que surgían y realizar informes.

El principal reto fue adaptarse a la nueva forma de recibir la docencia, hacer los trabajos y realizar las prácticas de la noche a la mañana con herramien-

tas que nunca antes habíamos usado y comunicándonos con los docentes y los compañeros de clase exclusivamente por Internet.

¿Y cómo se está desarrollando el curso este año?

Mejor que el año anterior, aunque todavía se producen cambios de última hora, de los cuales nos enteramos por la prensa y las redes sociales. Esto, como representantes de estudiantes (vicepresidenta interna de la AERRAITI), consideramos que sería conveniente que cambiase y que se nos informara previamente de las decisiones que se pretendan tomar, teniendo en cuenta con ello a nuestro colectivo.

¿Crees que se podrían introducir mejoras en la gestión de la Escuela con los alumnos?

Sí, ya que como estudiantes vivimos en primera persona el modo de funcionar de la universidad en la que estudiamos, lo cual nos permite detectar aquellas cosas que son necesarias mejorar. En el caso particular de mi centro, la Escuela Politécnica de la Universidad de Alicante, se

mantiene desde hace años una buena relación con la dirección de la misma. Esto ha permitido que siempre haya un intercambio fluido de información sobre aquellos problemas o cosas que veíamos los estudiantes que se podían mejorar, dando lugar a la aplicación de nuestras propuestas y la consecuente mejora en la gestión de la Escuela.

¿Qué es lo que más te gusta de tus estudios?

Los docentes con los que cuenta tanto el grado como el máster en Ingeniería Química. Se nota la pasión con la que imparten las diferentes materias y siempre están dispuestos a realizar las tutorías que sean necesarias para resolver las dudas que tengas. Además, desde el primer momento nos inculcan la importancia de comprender lo que hacemos, y que siempre debemos razonar el sentido de los resultados que vamos obteniendo.

¿Y lo que te resulta más complicado?

La carga de cálculo asociado a una carrera de ingeniería. Personalmente, cuando la resolución de un problema se torna en algo puramente matemático, hace que el problema para mí se vuelva aburrido, ya que lo que más me apasiona es razonar.

¿Cuáles son tus aspiraciones profesionales cuando finalices tus estudios?

Me gustaría trabajar en una gran empresa en la que pueda desarrollarme profesionalmente y paralelamente investigar o colaborar de alguna forma con la Universidad de Alicante. Todo ello, motivada por mi involucración desde el principio de mi andadura en la universidad en la representación estudiantil, habiendo puesto mi granito de arena para que todo funcione mejor. Lo cual, ha hecho que desarrolle un fuerte sentimiento de pertenencia a la Universidad de Alicante y desee no perder mi vinculación con esta institución.

Francisco Mamajón Méndez

Estudiante de Ingeniería de Materiales e Ingeniería Mecánica en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura.

¿Cómo viviste el año pasado el inicio de la pandemia en tu Universidad? ¿Qué dificultades encontraste?

Sin lugar a dudas estamos viviendo una situación para la que no estábamos pre-

parados, denotando la brecha digital, especialmente al inicio de la misma, con la falta de material tecnológico al que tenían acceso los estudiantes. Un aspecto positivo visto durante el curso pasado es el incremento del peso de la actividad continua, dejando de lado el arcaico concepto que se tiene de la misma de exámenes parciales y desarrollando las competencias transversales de los estudiantes.

Por desgracia, durante el segundo cuatrimestre del curso pasado no pudimos desarrollar prácticas, debido al alto grado de experimentalidad en laboratorios que presentan nuestros grados. También cabe destacar el sentimiento de frialdad causado al interactuar a través de una cámara, llegando a desembocar en una falta de confianza mutua entre estudiante y docente.

¿Está siendo diferente el curso actual?

Este curso lo estamos viviendo con total normalidad gracias a las medidas tomadas por el equipo directivo de la Escuela. Contamos con aforos limitados en las diversas instalaciones de la Escuela, con la posibilidad de retransmisión en vivo de la clase en otras aulas al completar el aforo, itinerarios marcados o geles hidroalcohólicos que, junto a las ventanas abiertas durante todo el curso universitario, se suman los recientemente instalados detectores de concentración de CO₂.

¿Qué mejoras piensan que se podrían introducir en la gestión de la Escuela con los alumnos?

La posibilidad de elegir grupo de actividad ante asignaturas de segunda matrícula o atrasadas facilitaría la integración del estudiante en dichas asignaturas, sin la necesidad de tener que estar a expensas de una resolución que se puede demorar casi tres semanas desde el inicio del plazo de solicitud. Junto a esto, también sería interesante que se ofrecieran turnos de prácticas comunes para todos los estudiantes, independientemente de su grupo de actividad, haciendo posible que estos pudieran compaginar las prácticas con el resto de su horario.

¿Qué es lo que más te gusta de tus estudios?

Una de las características más atrayentes son las prácticas de laboratorio, donde se ponen en práctica parte de los conocimientos adquiridos en las clases magis-

trales junto a los trabajos y proyectos que se desarrollan en los cursos superiores.

Y por el contrario, ¿qué que te resulta más complicado?

Dentro de la dificultad propia de las ingenierías de ámbito industrial, destacaría la de aquellas asignaturas con grandes clases teóricas en las que el estudiante no llega a ver su aplicación práctica, pero que son la base para superar satisfactoriamente competencias específicas de tu grado.

Una vez hayas finalizado tus estudios, ¿qué aspiraciones profesionales tienes?

Como egresado, me gustaría incorporarme al mundo laboral dentro de una empresa que me permita desarrollar mis competencias y un desarrollo profesional dentro de la misma, ayudando a la mejora de sus procesos productivos y otorgando una calidad que haga posicionar a sus productos en el mercado.

José Francisco Maqueda Díaz

Estudiante de Ingeniería Electrónica Industrial en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Almería.

¿Cómo fue tu experiencia el curso pasado, debido a la pandemia que estamos viviendo a nivel global? ¿A qué dificultades tuviste que enfrentarte?

Principalmente la adaptación al formato online por parte del profesorado, en el cual se notó una falta de aprendizaje autónomo para pasar al formato online. Por dicho tema, la parte práctica de varias asignaturas perdió gran parte de la calidad de enseñanza, optando por mi parte volver a cursarlas este año.

¿Cómo se está desarrollando el curso este año?

El formato online se ha implantado, con sus ventajas y desventajas, pudiendo sacar lo mejor de él y a su vez mejorando la enseñanza, dando más variedad y puntos de vista para el aprendizaje. Aun así, creo que no se está preparado para realizar unos estudios 100% no presenciales, quitando claramente la rama puramente práctica, la cual está siendo la más afectada.

En tu opinión, ¿se podrían introducir mejoras en la gestión de la Escuela con los alumnos?

Sí, siempre hay margen de mejora y funcionalidades a implementar/mejorar. Per-

sonalmente, en mi escuela se han adaptado bastante bien a las circunstancias, aunque siempre quedan algunos casos aislados de docentes que no siguen las guías o pautas implantadas.

¿Qué es lo que más te gusta de tus estudios?

La gran variedad de ramas impartidas, predominando la rama Electrónica clara-

mente. Por encima de todo, estos estudios dotan de unas habilidades para la resolución de problemas en la vida diaria y la capacidad de tener varios puntos de vista de un mismo caso.

¿Y lo que te resulta más complicado?

La velocidad de aprendizaje, teniendo que captar algunos conceptos muy extensos en un periodo de 4 meses, lo

cual suele resultar muy agobiante y, desde mi punto de vista, bastante escueto.

¿Has pensado en tus aspiraciones profesionales cuando finalices tus estudios?

Me encantaría poder formar parte del sector industrial, principalmente en la industria digital y de nuevas tecnologías.

Presentación del libro “10001 amigas ingenieras”, para despertar vocaciones tempranas en Educación Primaria

Con motivo del Día internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, el pasado 10 de febrero se celebró una jornada telemática para divulgar esta publicación, una iniciativa de AMIT-Aragón (Asociación de Mujeres investigadoras y tecnólogas) y la Universidad de Zaragoza, que pretende fomentar las vocaciones científico técnicas a una edad temprana.

El proyecto está apoyado, además, por el Instituto Aragonés de la Mujer, el Gobierno de Aragón, Instituto de las Mujeres y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, dentro del proyecto “Una ingeniera en cada cole”.

Esta iniciativa comenzó en el mes de febrero de 2016 como una prueba piloto, en la que unas 10 ingenieras de AMIT-Aragón se propusieron recorrer cinco colegios de la Comunidad Autónoma con actividades adaptadas a los alumnos/as de Primaria para demostrar que la Ingeniería puede ser divertida.

En el año 2017, “Una ingeniera en cada cole” recibió el premio Tercer Milenio del Herald de Aragón en la categoría de Divulgación, y un año después, hubo una participación de más de 100 ingenieras y tecnólogas que acudieron a más de 50 colegios de Aragón, dentro de este proyecto, llegando con sus mensaje hasta 3.000 niños y niñas.

En la cuarta edición, ya en el año 2019, había 200 ingenieras y tecnólogas participantes, y en 2020, debido a la pandemia y a la imposibilidad de trasladar el proyecto a los colegios, fue cuando se realizó esta publicación.

Sinopsis

La historia y trayectoria de 17 ingenieras socias de AMIT-Aragón se acerca con un lenguaje sencillo, divertido y comprensible para la edad de las niñas y niños de Primaria, con una narración en forma de cuento para acercarlas estas vivencias, ante la necesidad de hacer ya actividades a una edad temprana, para que no se alejen de este ámbito de conocimiento y, en especial, de asignaturas como la de Matemáticas, que son básicas para estas carreras técnicas.

Cada una de las ingenieras cuenta, por ejemplo, por qué le gustaban las matemáticas o se interesaban por entender el funcionamiento de elementos que tenían alrededor, además de dar a conocer en qué consiste su trabajo y aspectos más concretos.



AMIT-Aragón y la Universidad de Zaragoza, creadoras del cuento “10001 amigas ingenieras”, idearon esta “magnífica iniciativa” a la que se sumaron también Instituciones como el Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España (INGITE) y el Colegio y la Asociación de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Aragón (COGITIAR).

La presentación del libro contó con la participación del presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) e INGITE, José Antonio Galdón Ruiz, que estuvo acompañado en la jornada telemática por Enrique Zaro Giménez, decano de COGITIAR; Luis Forcano Obón, director de la Cátedra COGITIAR; María del Mar Castellón García, secretaria de la Cátedra y vocal de la Junta de Gobierno de COGITIAR; y por parte de AMIT, María Villarroja Gaudó, coordinadora del libro; Lola Mariscal Masot, defensora universitaria y autora, y Manuela Delgado Cruz, autora y colegiada del COGITIAR. La jornada comenzó con las palabras del anfitrión del acto, el decano Enrique Zaro, que presentó a las personas que iban a participar en el mismo.

Durante su intervención, José Antonio Galdón destacó que “hay que eliminar los estereotipos hacia la mujer en determinados ámbitos”, y expresó que le había encantado la forma en la que está escrito el libro, “de una forma tan sencilla y tan bonita”. Además, señaló la importancia de fomentar las vocaciones a una edad temprana, cuando los niños y niñas están en la fase de aprendizaje y se interesan por comprender el porqué de las cosas y la ciencia. “Afortunadamente, ahora hay más mujeres ingenieras que cuando yo era estudiante, y entre todos tenemos que fomentar el acercamiento de los jóvenes a las ramas técnicas”.

TODO LO QUE DESEAS PARA ESTAR Y SENTIRTE SEGURO LO TENEMOS EN MUPITI



▶ SEGURO DE ACCIDENTES



Si un accidente te produce un fallecimiento tus beneficiarios tendrán el dinero que hayas contratado, y si te causa una invalidez podrás seguir adelante económicamente.

▶ SEGURO DE VIDA



Por si un accidente o una enfermedad te causan un fallecimiento o una invalidez. En estos casos, podrás disponer tú o tus beneficiarios del dinero que hayas seleccionado. También puedes contratar el doble o el triple del capital principal.

▶ SEGURO DE PROTECCIÓN POR ACCIDENTE DE CIRCULACIÓN



Puede suceder en coche, moto o medio de transporte terrestre. Como conductor, pasajero o peatón. Si el accidente te causa una invalidez que no te permite hacer ningún tipo de trabajo, podrás cobrar el dinero que hayas elegido. Y gratis: Defensa por multas de tráfico, asesor jurídico telefónico y entrega a domicilio de medicamentos 24h/365 días al año, allí donde estés.

▶ SEGUROS MULTIRRIESGO Y DIVERSOS



¿Necesitas seguro para tu coche, casa, dron, o teléfono? ¿De salud, decesos, incapacidad temporal, etc.? Pues tenemos acuerdos preferentes con las mejores compañías. ¡Pregúntanos!

▶ SEGUROS PARA TU JUBILACIÓN



Tenemos varias opciones para que ahorres a tu ritmo y te asegures cobrar una pensión cuando te jubiles. Con ventajas fiscales o con liquidez, tú eliges. Y con una rentabilidad garantizada, sin riesgos, pues es un seguro.

▶ PLAN DE PREVISIÓN ASEGURADO MUPITI (PPA)



Planifica tu futuro ahorrando a tu ritmo y asegúrate un dinero para cuando te jubiles. Incluye un seguro de vida en caso de fallecimiento. Con ventajas fiscales y una rentabilidad garantizada, sin riesgos, pues es un seguro. Y puedes movilizar el dinero de otros planes de pensiones al PPA y viceversa, sin ningún coste.

▶ INVIERTE EN EL SEGURO BAMBÚ



¿Tienes dinero para invertir, pero no quieres arriesgarte a perderlo? Este es tu producto. Es un seguro con liquidez y rentabilidad garantizada. Tu aportación o inversión la podrás retirar sin penalización a partir del primer año, pero también puedes mantenerla y retirarla cuando lo necesites. Tú eliges.



Más Info: 900 820 720 o virginia@mupiti.com

mupiti.com

Elena Mayoral Corcuera

Directora de Planificación y Medioambiente de Aena

“Plan Fotovoltaico de Aena: en 2026 podremos generar el 100% de la energía consumida”

Mónica Ramírez

Se podría decir que Elena Mayoral ha tenido una carrera profesional de “altos vuelos”, pues ha sido directora de varios aeropuertos, entre los que se encuentra el más grande de España, el Adolfo Suárez Madrid-Barajas, convirtiéndose así en la primera mujer al frente de su dirección, desde su apertura en 1931. Aunque nació de Torrelavega (Cantabria), estudió y vivió en Logroño, de donde su familia es originaria, hasta que se trasladó a la capital para estudiar Ingeniería Superior Aeronáutica en la Universidad Politécnica de Madrid.

Elena Mayoral 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 Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE), y que incluye la exposición itinerante “Mujeres ingenieras de éxito”.

“Trabajo y constancia” son las cualidades que a su juicio es necesario tener para llegar a alcanzar un puesto de responsabilidad, “independientemente del género”. En su caso, lo ha aplicado a la perfección, como demuestra su brillante carrera profesional.

¿Por qué decidió estudiar una Ingeniería?

Realmente, mi vocación era la Medicina. Llegó el momento de decidir qué carrera universitaria estudiar y me di cuenta de que no era posible compatibilizar ciertas aprensiones, lo que lo convertía en inviable. Mi padre es ingeniero industrial, le admiro profundamente, y su permanente entusiasmo y dedicación hacia su profesión fueron concluyentes: si no era médico, sería ingeniero.

Inició su trayectoria profesional en la empresa privada y se incorporó a Aena



Elena Mayoral Corcuera

en 2002 como técnico en la Dirección de Planes Directores, ¿cómo fueron sus inicios en el ámbito profesional?

El último año de carrera simultanéé estudios y trabajo con una beca en Initec, en la división aeroportuaria. Posteriormente, trabajé dos años en Ineco; participé entonces en el proyecto de las “nuevas” pistas del Aeropuerto de Madrid-Barajas. Me atraía, especialmente, saber qué se hacía fuera de España y el tiempo que trabajé en la empresa americana CH2MHill, que desarrollaba proyectos en prácticamente todo el mundo, me permitió aprender y trabajar en bases aéreas estadounidenses en Europa. En los primeros años en Aena estuve dedicada a las previsiones de tráfico y a los Planes Directores, la herramienta de planificación a medio-largo plazo de los aeropuertos.

Ha sido directora de los aeropuertos de Valladolid, entre 2007 y 2011; Ibiza (2011-2013), y Adolfo Suárez Ma-

drid-Barajas (2013-2019), siendo la primera mujer al frente de su dirección desde su apertura en 1931. ¿Qué destacaría de estas experiencias?

Terminas la carrera con una inmensa base teórica y te das cuenta de que hay que bajar a la arena, enfrentarte a la realidad. Siempre digo que en Valladolid hice el Máster, en Ibiza aprendí la singularidad de un aeropuerto muy estacional, que requiere una ajustada planificación en el desarrollo de las operaciones y de las actuaciones, y en Madrid participé en la gestión de un aeropuerto *hub*, que en el año 2019 ocupaba el quinto puesto en la Unión Europea y es uno de los 25 principales aeropuertos del mundo.

De toda esta experiencia destaco una convicción: los equipos con los que he tenido el privilegio de trabajar son los que me han enseñado y me han ayudado a evolucionar profesional y personalmente.

¿Cuáles fueron sus principales satisfacciones?

La gestión de un aeropuerto conlleva aspectos netamente técnicos, pero también innumerables cuestiones de ámbito económico, legal, comercial, relacionadas con las personas. Para un ingeniero y también desde un punto de vista personal, es muy enriquecedor.

Pero lo que realmente entusiasmo es el día a día. Ser capaces de coordinar la actividad de más de 80 compañías aéreas, el paso de más de 160.000 pasajeros por las terminales, la actividad de más de 200 empresas... proporcionando una buena puntualidad y unas instalaciones y servicios de calidad, esa es mi principal satisfacción.

¿Y si tuviera que destacar algún momento complicado que vivió en esos años?

En el transporte aéreo, uno de los factores más condicionantes es la meteorología, que siempre ralentiza los procesos,

especialmente el tráfico, al igual que ocurre, por ejemplo, con el tráfico rodado. La niebla, la nieve, una tormenta fuerte suponen la activación de procedimientos operacionales y de atención a pasajeros que alteran la normalidad, pero afortunadamente son ocasionales.

Desde 2016 es miembro, en representación de Europa, del Consejo de Dirección de Airports Council International, el foro de encuentro, debate y toma de decisiones del que forman parte 2.500 aeropuertos de 180 países del mundo. ¿Cuál es su labor en esta organización?

Más que una labor individual, es un interés colectivo determinado por la diversidad (experiencias de diferentes tipos de aeropuertos de todos los continentes), pero con el denominador común de una actividad, la aeroportuaria, que dentro de esa pluralidad es realmente similar en sus procesos y necesidades en cualquier parte del mundo. En definitiva, nuestra tarea es adoptar decisiones colegiadas dirigidas a un solo objetivo: promover la excelencia en la gestión de los aeropuertos, tanto desde el punto de vista de las operaciones, como desde el de la atención a nuestros pasajeros.

En la actualidad es Directora de Planificación y Medio Ambiente de Aena, ¿cómo son los proyectos que se están llevando a cabo y los que está previsto realizar?

Uno de los retos más importantes que se están afrontando en la actualidad es el de nuestro nuevo marco regulatorio para los años 2022-2026, un verdadero plan estratégico en el que, además, tenemos que participar todas las Direcciones de Aena y por el que somos auditados.

Asimismo, aunque el impacto de la COVID-19 ha frenado el crecimiento de la movilidad, del tráfico, tenemos que seguir trabajando en el desarrollo futuro de los aeropuertos, ya que una nueva infraestructura, como una terminal, o la ampliación de una existente, es un proceso que requiere años, no sólo por la redacción del proyecto y la ejecución de las obras, sino también por la complejidad de las tramitaciones que conlleva y, entre ellas, las medioambientales.

Finalmente, uno de los proyectos más atractivos es el Plan Fotovoltaico de Aena, gracias al cual, en el año 2026 seremos capaces de generar el 100% de la energía que consumimos.

¿Qué es lo que más le gusta de su trabajo?

Tener la oportunidad de planificar cómo queremos que sean las infraestructuras aeroportuarias en los próximos 15 o 20 años, no sólo para dotarlas de la capacidad necesaria para satisfacer los incrementos de tráfico previstos, sino también para que sean lo más sostenibles posibles y estén medioambientalmente integradas en su entorno. Al tiempo, esto supone que continuamente surjan temas diferentes, que mantienen despierta mi curiosidad y favorecen un aprendizaje continuo y eso es sumamente enriquecedor.

¿Qué les diría a los alumnos de Educación Secundaria, y especialmente a las chicas, para animarles a estudiar y dedicarse profesionalmente a la ingeniería?

En primer lugar, que nunca deben condicionar ninguna de sus decisiones a una cuestión de género, y tampoco la de su carrera profesional. También, que la ingeniería es una alternativa que te abre multitud de posibilidades profesionales, no sólo por el conocimiento técnico que adquieres, sino por cómo te ayuda a encontrar soluciones, "te ayuda a amueblar la cabeza" ante las dificultades.

¿Queda todavía mucho camino por andar para que las mujeres ocupen puestos de responsabilidad en determinados ámbitos?

Con trabajo y constancia, creo que se puede lograr cualquier objetivo que uno se proponga, independientemente del género. Ahora bien, cualquier hombre o mujer que quiera acceder a un puesto de responsabilidad tiene que ser consciente de sus exigencias y plantearse si está dispuesto a la dedicación que eso conlleva.

¿En algún momento ha sentido algún tipo de discriminación?

Sinceramente, no. Desde hace 18 años trabajo en Aena, donde existe la igualdad de oportunidades en todos los ámbitos.

Con motivo de su brillante carrera profesional, ha sido reconocida con premios como "Mujer Directiva" en la "International Madrid Woman's Week" o "Mujer y Aeronáutica" a la mejor trayectoria profesional en el 2019. ¿Qué suponen estos premios para usted?

Estoy muy agradecida por esos recono-

cimientos, pero siempre desde el deseo de que ayuden a conocer el trabajo de mujeres en puestos de responsabilidad, para convencer a quienes hoy son niñas o adolescentes de que sus metas profesionales, con mucho trabajo y esfuerzo, como he comentado, son alcanzables.

Cambiando de tema, el transporte aéreo se ha resentido considerablemente debido a la pandemia de la COVID-19, ¿cómo se está viviendo esta situación en los aeropuertos?

La crisis actual está suponiendo el reto más importante para todos los sectores, para todos los países, desde la II Guerra Mundial. Los aeropuertos se han adaptado para mantener el transporte aéreo, esencial como hemos visto en los primeros meses de la pandemia, en carga sanitaria, de abastecimiento alimentario o para transportar a las personas a sus países de residencia.

Asimismo, en todos los aeropuertos de la red se han implantado los protocolos de seguridad siguiendo las recomendaciones de la Comisión Europea y de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), en colaboración con el Centro Europeo para la Prevención y el Control de Enfermedades (ECDC). El Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas fue el primero en España, el pasado mes de enero, en recibir la certificación AHA (Airport Health Accreditation) del programa de Acreditación de Salud Aeroportuaria del Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI), que evalúa el cumplimiento de las medidas sanitarias.

El compromiso continuo de los aeropuertos de Aena con las medidas adoptadas para la seguridad de empleados y pasajeros a raíz de la pandemia obliga a unos planes de eficiencia mayores, si cabe.

¿Los aviones y los aeropuertos han tenido que recurrir a la tecnología emergente para responder a la pandemia del coronavirus y garantizar viajes más seguros?

Así es. Por ejemplo, la instalación de cámaras termográficas como un recurso más en los aeropuertos y no sólo vinculado a temas específicos de seguridad aeroportuaria, es algo que ha tenido que plantearse para dar respuesta a la situación actual.

La apuesta por la formación, una gran aliada para los ingenieros

La formación continua de los profesionales del sector de la ingeniería siempre ha sido la máxima para el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI). Por ello, hace casi 9 años decidió apostar por un proyecto innovador en este campo. Así nació **Cogiti Formación** (www.cogitiformacion.es), una Plataforma que ofrece la posibilidad de cumplir con las demandas formativas que se exigen al colectivo en la actualidad, en el ámbito profesional.

Una formación especializada de calidad y al alcance de todos y, cómo no, en constante adaptación y renovación, son las claves de su éxito. Pero, quizá, su característica más reseñable sea el hecho de que se realiza completamente *online*. Con tan solo un par de clics, cualquiera puede continuar mejorando su perfil profesional de la mano de formadores especializados, que cuentan con el sello de garantía de calidad de una entidad como COGITI y los colegios profesionales que lo integran.

Durante estos años, cerca de 45.200 personas han apostado por mejorar su currículum en alguna de las casi 2.700 convocatorias lanzadas. Con el objetivo de que todos los colegiados tuviesen acceso a dicha formación, se creó un programa de becas, de las cuales se han concedido un total de 7.351.

Encaminados hacia una constante mejora y perfeccionamiento, y avalados por su experiencia en este campo, el COGITI apostó por presentar un nuevo proyecto formativo a la **convocatoria para la concesión de subvenciones públicas de cara a la ejecución de programas de formación de ámbito estatal**, dirigidos prioritariamente a personas ocupadas. La resolución a dicha convocatoria, con fecha de 18 de enero de 2019, resultó ser favorable, por lo que pronto pusieron en marcha toda la maquinaria.

Programa formativo gratuito: Ingenieros Formación

El alcance del programa formativo gratuito, denominado **Ingenieros Formación** (www.ingenierosformacion.es) es de 4.200 alumnos, distribuidos en 70 gru-



Normativa y aspectos fundamentales de mantenimiento en líneas de alta tensión es uno de los cursos que se imparten en el programa de formación gratuito Ingenieros Formación.

pos de 60 alumnos cada grupo, respetando siempre la modalidad *online*. Con el objetivo de aumentar la competitividad del colectivo de Ingenieros Técnicos Industriales y del resto de trabajadores del sector de las empresas de ingeniería y oficinas de estudios técnicos, el equipo de **Ingenieros Formación** lleva más de un año trabajando día a día por y para este proyecto.

El público objetivo que puede beneficiarse de esta formación, de manera totalmente gratuita, está formado por los siguientes colectivos: **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 (MUPI-TI), incluyendo trabajadores en situación de ERE o ERTE, con motivo del estado de alarma todavía vigente, y desempleados.

Cada una de las acciones formativas englobadas dentro de este proyecto está dedicada a cumplir con las mayores demandas del sector de la ingeniería en materia de formación, con temas tan actuales como el diseño y mantenimiento de instalaciones de energía solar fotovoltaica o la eficiencia energética.

Objetivos generales y específicos de las acciones formativas

Respetando la estructura clásica en los cursos ofertados, el equipo de **Ingenieros Formación** ha establecido unos objetivos, en cada uno de ellos, tanto generales como específicos, con los que se han planteado cada una de las acciones formativas. Llegar a cumplirlos depende no solo de la indudable calidad y preparación del temario y de los formadores, sino también de que las personas inscritas superen exitosamente cada curso, cumpliendo con las horas de formación estipuladas, mientras disfrutan de esta adquisición de nuevos conocimientos.

Para poder entender a qué nos referimos, es necesario analizar cada una de las características particulares de dichas acciones formativas.

- Diseño y mantenimiento de instalaciones de energía solar fotovoltaica

Este curso nació con el objetivo general de que sus 60 participantes lograsen dominar las partes que integran una instalación de energía solar fotovoltaica, así como los métodos de dimensionamiento de los distintos tipos de instalaciones. Para llegar a ello, los/as asistentes virtuales deberán haber logrado, al finalizar las 100 horas de formación, ciertos objetivos específicos, como conocer el estado actual del sistema energético español y los objetivos de los Pla-

nes de Energías Renovables, conocer el marco normativo de las instalaciones solares fotovoltaicas (ISF), saber diseñar una instalación completa y conocer la energía producida por la misma o valorar cada uno de los elementos que forman una instalación para poder hacer un presupuesto de la misma.

- Eficiencia energética

Siempre girando en torno a la temática energética, este curso pretende que los/as participantes aprendan a realizar una gestión eficiente de la energía en todas sus variantes, lo que supone identificar y establecer la estructura de usos y consumos, los indicadores de desempeño energético, las oportunidades de mejora de la eficiencia energética y los objetivos de mejora.

En este caso, la formación tiene una duración de 70 horas, tras las cuales, los/as inscritos conocerán la situación energética actual y futura, así como el marco normativo relativo a la gestión eficiente de la energía.

- AutoCAD 3D

En este caso, esta formación *online* va dirigida a aquellas personas que posean el programa Autocad o lo adquieran en el portal oficial (www.autodesk.es), y deseen explorar todas sus funcionalidades.

Tras las 70 horas con las que ha sido planteada esta acción formativa, los/as participantes serán capaces de crear y modificar piezas del programa de dibujo informático Autocad en 3D, conociendo los ficheros en tres dimensiones y las herramientas de trabajo más potentes y actuales en los procesos de diseño, una vez que ya se tienen nociones básicas de modelado en 2D.

- Certificación medioambiental de edificios

Identificar las características principales de los diferentes sistemas de evaluación de la sostenibilidad en edificación, sus requisitos técnicos y documentales, así como su metodología de trabajo, es el objetivo principal de esta formación de 60 horas lectivas. Tras finalizar el temario, los/as alumnos/as conocerán las características que de-

finen una edificación sostenible e identificarán los sistemas de medición y las herramientas de evaluación de la sostenibilidad en edificaciones.

- MS Project

Los/as asistentes virtuales de esta formación aprenderán algo tan básico y necesario como administrar un proyecto de manera óptima en todas sus fases. La herramienta que aprenderán a utilizar y les ayudará a ello será Microsoft Project. Desde la planificación de tareas a realizar, los equipamientos y los materiales con los que se va a contar, pasando por la asignación de recursos y el análisis de costes y desviaciones, esta formación tendrá una duración de 50 horas.

- Introducción a las Energías Renovables

El que los/as alumnos consigan identificar las características y las diferencias de las distintas energías renovables es el objetivo principal de esta formación de 50 horas. Para ello, analizarán cada tipo de energía, tanto las renovables como las no renovables, así como el consumo que se hace en España y los principales impactos medioambientales de cada una de ellas.

- Energía solar térmica y termoelectrica

Este es uno de los cursos que, junto al de Diseño y mantenimiento de instalaciones de energía solar fotovoltaica, más duración tiene, un total de 100 horas. Y es que aprender a diseñar instalaciones de energía solar térmica y termoelectrica es una materia que requiere de un temario de calidad amplio y detallado.

Desde una breve introducción a la energía solar, en general, y la solar térmica, en particular, hasta llegar a conocer los aspectos medioambientales de la energía solar termoelectrica, los/as asistentes virtuales deberán hacer un recorrido provechoso por los 12 grandes bloques y todos los apartados que componen, a su vez, cada uno de ellos.

- Cálculo de estructuras de hormigón con CypeCAD

Con el objetivo principal de que las personas inscritas en este curso de 80

horas aprendan a calcular las estructuras de hormigón necesarias para los proyectos de edificación, utilizando la aplicación CYPECAD, así como generar cálculos y planos en distintos formatos, desde Ingenieros Formación se ha preparado un temario dividido en 15 grandes bloques.

Esta formación no solo está diseñada para personas que ya hayan trabajado con esta aplicación, sino también para aquellas que no hayan tenido ocasión de tener contacto con ella, ya que el módulo 2 lo dedican a presentarla.

- Normativa y aspectos fundamentales de mantenimiento en líneas de Alta Tensión

Con otras 80 horas de formación, el equipo de Ingenieros Formación ha diseñado este curso con el objetivo de que los ingenieros inscritos adquieran conocimientos y habilidades en la aplicación de las técnicas necesarias para el mantenimiento de líneas aéreas de alta tensión, actuando según normativa y procedimientos establecidos.

Es más, el primer módulo se dedica exclusivamente al marco normativo que regula esta materia, ya que no solo es importante la parte técnica en una formación dedicada a esta temática.

Energías renovables: especialidad Biomasa

Por último, pero no menos importante por ello, encontramos este curso de 70 horas dedicado a que los/as asistentes virtuales conozcan tanto los recursos biomásicos de una zona determinada para realizar una zona de estudio, como los diferentes sistemas de aprovechamiento de la biomasa y cómo obtener energía a través de la misma.

Al finalizar los 6 bloques que componen esta formación, los/as alumnos/as habrán aprendido a entender la composición y características de los residuos sólidos urbanos, y los diferentes efectos que pueden ocasionar al medio ambiente.

Además, un mismo participante puede realizar, como máximo, tres cursos que no sumen más de 180 horas de formación, en total.

Y, ¿ahora qué?

Luis Francisco Pascual Piñeiro

Pasamos la *primera*, hemos pasado la *segunda*, “¿Y, ahora qué?”; ¿vamos a pasar esta *tercera*?; ¿habrá una *cuarta* y sucesivas más?

Estas son las preguntas que hoy todos nos hacemos, aunque no queremos exteriorizarlas por temor a unas respuestas afirmativas; porque claro está que la solución aún no es efectiva, y los cálculos más favorables nos sitúan en el horizonte de finales de 2023; y la inmensa mayoría nos preguntamos a nosotros mismos si llegaremos, o mejor en plan subjetivo, “¿yo, llegaré?”

Negros nubarrones se ciernen sobre nuestras mentes, básicamente por la falta de información clara, completa, contrastada y fidedigna; porque, además, los cambios de “mando” en estas situaciones no favorecen en nada a la confianza en el órgano rector, sino por el contrario, lo que crean es incertidumbre e inseguridad.

Y con toda esta negra perspectiva dijeron “no pasa nada, esto ya está vencido”; y aquí estamos de nuevo ahora en la *tercera*, que ya nadie cree que sea la última, en la que hemos superado los desfavorables índices de la primera y la segunda, por las nuevas variantes o sin ellas, pero superándolas con creces en contagios, en ocupaciones en las unidades de cuidados intensivos (las UCI), y lo que es peor, en número de fallecidos, aquellos que ya se nos han ido.

Porque el problema continúa estando, además de en la ciudadanía, bastante más en los profesionales del sector que, lamento decirlo, pocos creen ya que sepan por dónde va esto, y se limitan a proponer soluciones contundentes, drásticas y radicales, que tampoco han demostrado su eficacia, para tratar de atajarlo, pero sin tener demasiada confianza en ello.

Aparecen variantes del virus, nuevas “cepas”, y nuestros “sabios” quedan atónitos y perplejos, sin saber cómo y por dónde atajar, dando “palos de ciego” que, aunque hayan salvado bastantes vidas, resulta a estas alturas que “se han ido” al menos entre 70.000 y 75.000

compatriotas, ahora de todas las edades.

Y es que, ya lo hemos defendido en otros foros, la ciencia está muy bien, es necesario un mayor apoyo, ese al menos 2% del PIB, pero es que sin la tecnología, a la que habría que apoyar con un 1% del PIB, aplicada en la industria, nada será posible de los descubrimientos científicos, que se convierten en logros cuando con la tecnología llegan a los ciudadanos de nuestra sociedad a la que servimos.

Lo hemos visto sobradamente hace muy poco tiempo con una industria sobrepasada con la demanda mundial de vacunas, e interviniendo el poder económico sobre el necesario raciocinio de la necesidad humana en el mundo, haciendo de este mercado humano “un mercado persa” o mejor “un rastrillo”, en el que cada uno va a la suya, a sacar el mayor beneficio, el posible y el imposible o impresentable de “la subasta”; mírese el avance de beneficios de las farmacéuticas.

Como decíamos en la anterior parte II. *Tras la demia*, la actual, fundamental y verdadera carestía que tenemos hoy, es que nos falla “el mando”, quien tiene la obligación de saber mandar y hacerlo con conocimiento, razón y sabiduría, virtudes que “brillan por su ausencia” y, es más, son hoy llana y simplemente desconocidas o, lo que es peor, ignoradas por la clase “mandante” en todos los niveles de nuestra sociedad; así nos luce al final, en todo ámbito, campo y territorio geográfico.

Aunque debemos así mismo decir que algo bueno ha traído a la humanidad esta situación de *pandemia*, con excepciones poco honrosas por cierto, solidaridad de multitud de hombres y mujeres con sus semejantes, ayudando a aquellos más desfavorecidos de esta lamentable situación, que ha hundido la economía de la mayoría de los países, en la que bastantes países han ayudado a sus ciudadanos afectados por la situación económica; que no es nuestro caso, desafortunadamente.

Estamos todavía, y lo que estaremos, en el “vagón de cola”, esperando “como agua de mayo” unas ayudas de fuera, que

no hemos demostrado haber hecho algo para lograrlas y que, evidentemente, no van a regalarnos. Esta *pandemia*, activa en su tercer ciclo, etapa u ola, está haciendo que, además de pensar en una cuarta, una quinta u otras más a continuación, pensemos que más de un siglo después de aquella otra *demia* que asoló Europa en el primer cuarto del siglo pasado puede quedar como una “gripecilla”, en cuanto al número de fallecidos que puede alcanzarse.

La realidad actual de esta situación enquistada nos ha cambiado a todos la vida, pero no solamente en cuanto al aspecto familiar y de relación social, sino en el aspecto de cómo vivirla y para qué, pues hoy por hoy creo que los amantes del “money” ante todo ya habrán comprendido que de poco les sirve si no pueden llegar a gastarlo ni utilizarlo como fuerza del poder económico; economía que, por cierto, han logrado nos hunda a todos, me refiero a los ciudadanos normales, no a los muchos “enchufados” y “pelotas” de todo tipo que ganan 8, 10 o más veces el salario mínimo profesional, aparte de los que multiplican por 30 o más aquél.

Recordando lo dicho en partes anteriores a ésta, hagamos memoria de los muchos que nos han dejado, que ya no están con nosotros, cercanos y no tanto, familiares y amigos, vecinos y conocidos, por causa no sólo de esta *pandemia*, que también, sino además por otras causas naturales o por enfermedad, de quienes no hemos podido despedirnos; es necesario reconfortarnos y, bueno, recordar aquí y ahora la conocida frase máxima de Marco Tulio Cicerón (106-43 a.C.): *La vida de los muertos está en la memoria de los vivos*.

Y, es que al final, da mucho para pensar la situación actual, porque puede incluso llegar a decirse que no saben por dónde dar, o como dice el léxico popular, parece que “han perdido los papeles”; sí, y lo digo porque deberían muchos de ellos “volver a clase”, para aprender lo que no aprendieron; para entender, de una vez por todas, que no hay dos personas iguales, esa es la gran ventaja y

el gran reto de la especie humana; que no pueden programarse, ni preverse las reacciones, pues cada uno de nosotros, por fortuna, somos distintos, como en léxico popular se dice, “de nuestra madre y nuestro padre”.

Sí, porque aunque algunos piensen que he equivocado el orden, sigo el lógico y natural, como dicen los portugueses “la madre es cierta, el padre puede”; por eso su primer apellido es el de la madre y el segundo el del padre, un camino mucho más sensato; contrariamente al nuestro.

Pues sí, así es, no han entendido todavía, tras muchos siglos de distintas medicinas, que cada cuerpo tiene reacciones distintas ante la entrada de “extraños”, las bacterias y virus lo son (primero las “fémicas”), y cada uno reacciona diferente, según sus defensas (calidad y cantidad), es lo que dicen y llaman “carga viral”; pero esto, en consecuencia, no significa que toda persona reaccione igual, sino muy al

contrario, reacciona diferente, lo vemos todos los días.

Por ello, unas personas tienen unos síntomas externos, que pueden o no asimilarse a la enfermedad de que se trate, otras tienen otros distintos y otras más no tienen siquiera; pero también las hay que, aunque tengan los mismos, los tienen en distinto grado o intensidad, esto es porque las defensas de su cuerpo han creado un número de “anticuerpos” distinto de unos individuos a otros, lo cual es lógico toda vez que, como ya dicho, intrínsecamente por naturaleza todos somos diferentes.

Unos dan positivo en las pruebas, los más negativo, y otros muchos más aun dando positivo primero, al poco tiempo ya dan negativo, justificación inequívoca que los positivos están todavía en fase de crear suficientes defensas, y los que luego dan negativo, que su cuerpo ya ha conseguido generar suficientes defensas

como “anticuerpos” del patógeno de que se trate, bacterias o virus.

Por ello, el “chocolate para todos” es una aberración y un error que solamente se justifica por el muy aparente desconocimiento total de la situación, su origen, desarrollo y difusión o dispersión; sin hablar de las “mutaciones”, que esas sí que son completamente desconocidas; por lo que nos encontramos en la actual situación de espera a la cuarta, la quinta y quién sabe cuántas más.

Cuando hace ya un año de conocerse que algo nuevo había médicamente, que reclamaba una atención especial, por su desconocimiento total y novedad.

Fuentes: Red Internet, El Confidencial, El Periódico, Libertad Digital, News Medical y Nueva Tribuna.

Luis Francisco Pascual Piñero es Perito Industrial e Ingeniero Técnico Industrial.

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.



Cosme García, del fusil de retrocarga al primer submarino español

El Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de La Rioja (COGITIR) quiere recordar la vida de uno de los inventores más prolíficos que ha dado La Rioja: Cosme García Sáez, quien con su ingenio e imaginación, por la falta de estudios, supo crear artefactos de diversa índole sin ajustarse a ningún patrón. Desde imprentas a fusiles de retrocarga, pasando por el primer submarino español que se conoce

Eduardo Negueruela

Estamos en la época del técnico universal o polivalente, preocupado por la práctica o experiencia, pero sobre todo por la capacidad de crear. Su máxima era pensar, diseñar y construir. Los técnicos diseñan inclusive las máquinas que utilizarán en la obra. Son artistas que se interesan por las máquinas, por su mantenimiento y conservación, y su perfeccionamiento. La vida de Cosme García Sáez es el clásico ejemplo del técnico español que sin profundos estudios era capaz, gracias a su experiencia e imaginación, de provocar grandes avances técnicos.

La mayor parte de documentos posteriores a Cosme García llegaron gracias al trabajo de sus hijos, Enrique y Juan, quienes conservaron una partida escasa de documentación de su padre. Gracias a ese contacto han llegado hasta nosotros fundamentales testimonios escritos que conservaron los descendientes del genial inventor.

Cosme García Sáez nace en Logroño el 27 de septiembre de 1818, hijo de Andrés García y de Andrea Sáez. Notorio inventor, fue el primer español en desarrollar un sumergible adelantándose a otros inventores españoles, como fueron Isaac Peral o Narciso Monturiol.

Cosme tuvo que vérselas solo desde muy joven, ya que tuvo que ejercer de cabeza de familia, manteniendo a su madre y a su hermano menor, debido a la prematura muerte de su padre, cuando Cosme apenas tenía 15 años.

El 30 de octubre de 1837, Cosme contrae matrimonio con Úrsula Porres, hija de un curtidor, en la iglesia de Santiago el Real de Logroño, cuando acababa de cumplir 19 años. El nacimiento del primer hijo de Cosme tuvo lugar el 12 de enero de 1838, a los dos meses y pocos días de la boda, de ahí la premura de la ceremonia.

El primogénito de Cosme se llamó Vicente Benito, figurando Vicente como



Retrato de Cosme García Sáez.

primer nombre recordando el de su suegro, aunque después apenas lo utilizó, firmando siempre como Benito García Porres. Fue bautizado en la misma iglesia el 13 de enero de 1838. Año y medio después, el 13 de julio de 1839, nacía Juana, siendo su padrino Manuel Pérez, y testigos Nicolás García y un tal Bernabé Gurruchaga. Así, antes de cumplir los 21 años, Cosme ya se encontraba casado y padre de una creciente familia, a la que no tardó en añadirse un tercer hijo, Sotero, nacido algún tiempo después y cuya partida de nacimiento no se ha podido encontrar.

En las partidas de nacimiento de sus dos primeros hijos, Benito y Juana, la profesión de Cosme es la de guitarrero, sin más indicaciones. En cambio, en la partida de nacimiento de su cuarto hijo, Enrique, ya no figura la profesión del padre.

Se desconoce, por tanto, el periodo de formación que hizo de él el eminente inventor que luego llegó a ser, pero no parece probable que siguiera estudios

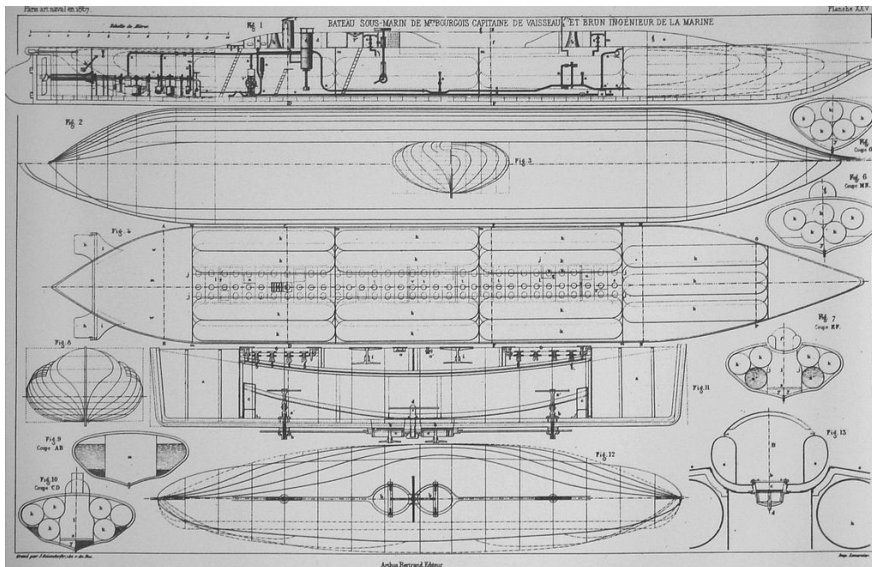
superiores ni de especialidad en algunas materias técnicas. Lo único que se sabe con seguridad es que su servicio en la Milicia Nacional Urbana se prolongó durante estos años, al menos hasta el 29 de enero de 1843, y siempre como simple soldado de la compañía de granaderos o como corneta de la cuarta compañía de tiradores del batallón de Logroño.

Cosme García, en cuestiones de oficios era un "todoterreno", habiéndose iniciado en varios de ellos. Era apodado "El Pinche" en su localidad natal, Logroño, y "García el Riojano" en Madrid. Como muestra de la versatilidad de los oficios con los que trabajó Cosme, podemos indicar algunas obras suyas, siendo las más conocidas la imprenta, la máquina de sellar, el fusil. Y posteriormente el submarino.

El 16 de mayo de 1856 patentó sus tres primeros inventos: un fusil de retrocarga (entonces toda una primicia), una imprenta portátil y de sencillo manejo, y una máquina para toda clase de timbres en tinta. Desgraciadamente, aunque en el Archivo de la Oficina de Patentes y Marcas constan las tres patentes, han desaparecido las preceptivas memorias descriptivas y los planos de los tres artefactos, por lo que poco podemos saber de los dos primeros, excepto que el fusil fue rechazado por el Ejército por tener unas características un tanto revolucionarias, como ser de aguja, es decir, eliminaba la percusión y utilizaba una aguja percutora llevando incorporados los fulminantes en los cartuchos.

Máquina de Correos

La máquina de timbres representó todo un éxito, al ser adquirida por el recién estrenado servicio de Correos como máquina de franquear. Fue la primera máquina de sellar que resultó práctica y fiable, con cambio automático de fecha. Una máquina para sellar en las oficinas



Plano de Le Plongeur (submarino), de 1867, prototipo ideado por el almirante Bourgois (1815-1887) y el ingeniero Brun (1821-1897). Foto: Museo Virtual de la Oficina Española de Patentes y Marcas - Universidad Autónoma de Madrid (OEPM-UAM).

de Correos ofreciendo mejoras para el correo postal. Siendo Cosme regente de la Imprenta Nacional, ideó mejoras en la fundición de los caracteres de imprenta.

No solo representó el éxito como inventor, sino una fuente saneada de ingresos, pese a que tuvieron que fabricarla en Bélgica, pues la industria nacional no podía suministrar las piezas con buen acero necesarias para los ajustes correspondientes. Llegó a ser el proveedor oficial de estas máquinas para la administración de Correos de España y, además, se le contrató para enseñar su manejo y su conservación. Obtuvo un gran éxito con ellas estando en servicio desde 1856 a 1878.

La máquina de correos consistía en una máquina de pequeñas dimensiones, que se componía de armadura de hierro, un émbolo y varios rodillos que recogían y distribuían la tinta contenida en el bote sobre una platina de bronce. En 1849 y gracias a la gestión del entonces Ministro de la Gobernación Luis José Sartorius, del que dependía la Dirección General de Correos, se creó el sello adhesivo en España, el cual justificaba el pago por el envío del objeto postal.

La imprenta

La única descripción que existe de esta máquina se debe al informe realizado por el oficial 1º del Gobierno Civil de Madrid. De ahí se deduce que la imprenta constaba de un tintero o receptáculo para la tinta, un cilindro, y varios rodillos tomadores y distribuidores de la tinta sobre la platina

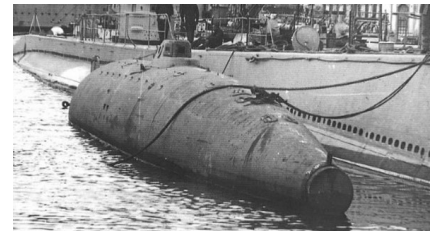
donde se hallaba fijada la forma con la letra. Era tan fácil hacerla funcionar que, según testigos del momento, se conseguía con sólo la fuerza de un niño, dando vueltas siempre en una misma dirección a una rueda con un manubrio que tenía dicha máquina en uno de sus costados.

De la imprenta sabemos que un ilustre catedrático de griego de la Universidad Complutense le encargó una imprenta con caracteres griegos, lo que permitió editar la primera gramática de griego en la España de la época. Cosme construyó también las máquinas de timbrar de la Casa de la Moneda.

Carabina de retrocarga

Inventó también una carabina de retrocarga, de la que se llegaron a fabricar 500 unidades en la fábrica de armas de Oviedo, con destino a dos batallones de cazadores. El certificado oficial reflejaba que podían realizar más de 3.000 disparos sin que fallara el mecanismo y sin necesidad de limpiar el arma. Estas armas fueron robadas en 1868 durante la revolución denominada La Gloriosa, que destronó a Isabel II, momento en el que desaparecieron la mayoría de ellas.

La característica fundamental del arma se basaba en que la carga de la munición se hacía por la parte inferior de su mecanismo, no como se hacía entonces, cuando la carga de todas las armas largas se hacía por avancarga, es decir, cargándolas por la boca del fusil ayudado con una baqueta. La carabina contaba con un tambor en el que iba alojada la carga.



El primer submarino del mundo fue testado en el puerto de Alicante, en 1860, presentado por Cosme García ante autoridades españolas y extranjeras.

El funcionamiento del fusil consistía en que para cargar el arma, se giraba el tambor hasta que quedaba libre; alineándola con la recámara, se volvía luego hasta que el eje del proyectil encajaba con el del cañón, y se cerraría apretando el tambor. La falta de pericia de las fábricas españolas hizo que algunas de sus piezas tuvieran que hacerse en Bélgica y que el fusil de Cosme se quedara sin calificación.

Enrique fue el hijo que más se aproximó en afición a su padre. Juntos, padre e hijo, habían participado en la prueba oficial del submarino, y le había acompañado a la fábrica de armas de Oviedo cuando se hacían allí los fusiles que Cosme había diseñado.

El submarino

Los primeros pasos que se dieron sobre la navegación bajo el agua los dio Cosme con el sumergible ideado por él. Cosme no solo era el diseñador y constructor de las máquinas, sino que debía desplazarse por toda España para enseñar su manejo y conservación a los funcionarios. Así llegó a Barcelona, donde vio por primera vez el mar y donde concibió la idea de navegar por debajo de su superficie.

La construcción del artefacto la llevó a cabo la Maquinista Terrestre y Marítima de Barcelona, al igual que el segundo submarino construido por Cosme. El inventor se planteó la construcción del submarino en dos fases; construyendo primero un pequeño prototipo, que serviría de banco de pruebas y del que saldrían las enseñanzas para el verdadero intento.

Este primer prototipo tenía las siguientes medidas:

- Eslora 3 metros.
- Puntal máximo 2,25 metros.
- Manga 1,5 metros.

La dotación del pequeño buque no podía ser superior a dos personas, al igual que en el segundo prototipo.



Sellos de la máquina fechadora inventada por Cosme García, en 1856. Foto: Museo Virtual de la Oficina Española de Patentes y Marcas - Universidad Autónoma de Madrid (OEPM-UAM).

El segundo submarino era más grande que el primero, y tenía estas medidas:

Eslora 6 metros.

Puntal máximo 1,6 metros.

Manga 1,75 metros.

El casco estaba construido en chapa de hierro y tenía forma de tonel apuntado hacia la proa o hacia la popa. Fue sorprendente que decidiera hacerlo de metal cuando la mayoría de la gente pensaba que no se podría hacer porque simplemente no flotaría. Contaba con un acceso en la parte superior que se cerraba herméticamente desde el interior. En los costados estaba dotado de remos metálicos para hacer girar el barco.

Cerca de la proa había otros dos remos para sostener el barco y hacer que emergiera o se sumergiera. En la popa se encontraba una hélice movida manualmente para hacer avanzar el barco. En los lados y en otras partes del casco contaba con distintas escotillas para ver el exterior y, finalmente, en el interior del barco, formando un segundo fondo, se encontraban dos tanques para sumergir o hacer emerger el ingenio, llenándolos de agua o vaciándolos, mediante una bomba, según la maniobra a realizar. Cosme patentó el "aparato-buzo" el 8 de mayo de 1860 en Madrid, y el 25 de abril de 1861 en Francia. Ante la posibilidad de utilizarlo como arma de guerra, ideó un cañón de retrocarga que podía disparar por aberturas situadas en los extremos de proa y popa.

Las pruebas definitivas, exigidas por la Ley de Patentes, se realizaron en Alicante el 4 de agosto de 1860, participando sus hijos en la inmersión, y siendo estas pruebas certificadas ante notario.

Así, en el acta que levantan los observadores, el día 3 de agosto de 1860, ponían de manifiesto que haciendo referencia a la prueba realizada, expusieron:

Fuimos invitados por D. Cosme García, de profesión mecánico, para

asistir, a las siete de la mañana, en el puerto de Alicante, a las pruebas y experimentos de un ingenio submarino de su invención. Completado el número considerable de personas que se congregaron, el inventor señor García se introdujo en el artefacto con uno de sus hijos y cerró herméticamente su entrada por medio de una tapa o puerta colocada en la parte superior de aquél.

El aparato se hizo visible varias veces entre dos aguas, permaneciendo inmóvil. Después se movió en todas direcciones, caminó y dio vueltas o giros completos.

Que con el inventor y su hijo dentro, el ingenio permaneció sumergido por un tiempo de cuarenta y cinco minutos.

Poco se sabe de los últimos años del inventor, época en la que sufrió una crisis familiar provocada por tantos reveses, esperanzas defraudadas, con cambios constantes de domicilio, continuos viajes, gastos e inversiones, sin la compensación adecuada, por no hablar del trabajo, con largas horas ideando y probando artefactos a menudo peligrosos, arriesgando la propia vida y la de sus hijos, colaboradores del padre. Todo ello tuvo como consecuencia una ruptura conyugal, que se resumió en que el inventor abandonó a su mujer e hijos, ya todos mayores de edad excepto Juana, para irse a vivir con la sirvienta de la casa, María Egaña, de la que tuvo aún dos hijos, Juan y Vicente. El primero emigró pronto a América, mientras que el segundo, Vicente, se trasladó a Tolosa, y allí pudo conocer a Enrique, tercero de los hijos varones de Cosme.

No regularizó nunca su situación civil, posiblemente porque su mujer Úrsula Porres le sobrevivió, con lo que sus dos últimos hijos no heredaron el apellido de

su padre. No se sabe a qué se dedicó estos últimos años de su vida, pero hay que reconocer que su salud no debía ser buena, ni física ni psicológica, y según referencias de sus hijos, su situación económica llegó a ser tan precaria como para necesitar de la caridad de un poderoso mecenas, nada menos que José de Salamanca y Mayol, marqués de Salamanca.

Como se puede observar, la falta de fondos públicos o privados será la causa del fracaso de este proyecto. Posteriormente será Narciso Monturiol, de profesión ingeniero, quien en 1859 construirá un sumergible que se llamará Ictineo, aunque después de muchas pruebas en aguas de Barcelona y posteriormente en el puerto de Alicante, en 1861 el proyecto será abandonado por falta de fondos.

En 1884 será Isaac Peral el que retomará el proyecto, al construir en Cádiz el primer sumergible de 22 metros de eslora y equipado con dos motores eléctricos de 30 CV alimentados por baterías de acumuladores diseñadas por el propio Peral, y armado con tubos lanza-torpedos y dos torpedos Schwartzhof, de 450 mm.

En 1874 Cosme García fallece en Madrid a los 55 años de edad, desilusionado y sumido en la pobreza, hasta el punto de que alguno de sus hijos tuvo que recurrir a la mendicidad por las calles de Madrid.

- En 1985 se inauguró en Logroño un instituto de enseñanza secundaria con el nombre del inventor.

- En 2026 se prevé que un submarino S-80 Plus de la Armada lleve su nombre, el Cosme García (S-83).

Bibliografía

En agradecimiento a D. Agustín Ramón Rodríguez González, autor del libro "Cosme García, un genio olvidado". IER Instituto de Estudios Riojanos. Ayuntamiento de Logroño.

Homenajes

En 1917 se construyeron en Italia tres submarinos para la Armada Española de la serie F Laurentti. Uno de ellos, el A2, fue rebautizado como «Cosme García A2». Fue dado de baja en 1931.

Eduardo Negueruela es Ingeniero Técnico Industrial colegiado en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de La Rioja (COGITIR).

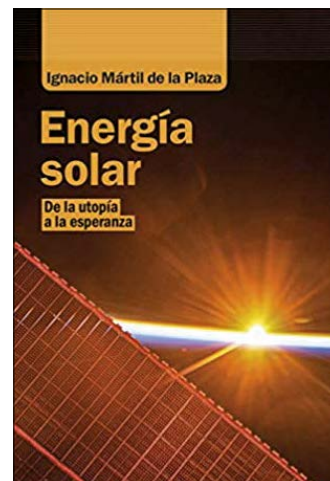
10001 amigas ingenieras.
Descubre a 17 ingenieras y
diviértete con sus experimentos
María Villarroya Gaudó (coord.)
Sonia Sanz Escudero (ilustraciones)
 Editorial Prensas de la Universidad de
 Zaragoza. 120 págs.
 ISBN 978-84-1340-234-5



Este libro es el resultado del proyecto «Una ingeniera en cada cole» de la Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas de Aragón (AMIT-Aragón). Las mujeres profesionales que escriben estos textos participan activamente en las distintas actividades de la Asociación, pero especialmente en la más querida, la que se dedica a mostrar su pasión por su trabajo en las escuelas, a la vez que proponen actividades creativas y experimentos científicos. El fin último no es aumentar los conocimientos científicos, sino dejar un mensaje de mucho mayor calado para todos, pero especialmente a las niñas: ¡tú puedes! En este mundo cada vez más tecnológico, por el bien de toda la sociedad, necesitamos que la ingeniería en todas sus vertientes sea hecha por equipos diversos, en particular que cuenten con mujeres y hombres. Este libro va dirigido al alumnado de educación primaria porque queremos aportar nuestro trabajo y ser modelos referentes reales de estas profesiones alejados de los estereotipos, a la vez que intentamos transmitir la ilusión por la ciencia, la observación, el descubrimiento y las aplicaciones de la tecnología.

Energía solar: De la utopía a la esperanza
Ignacio Mártel de la Plaza
 Editorial Escolar y Mayo. 176 págs.
 ISBN 9788418093180

La Tierra necesita una transición energética que permita eliminar totalmente los combustibles fósiles en un plazo no superior a 20-30 años. Solo así se podrán mitigar los efectos del calentamiento global. Una de las principales fuentes llamadas a esta revolución energética es la energía solar fotovoltaica. Esta fuente energética, impulsada en sus inicios por el programa espacial de EEUU, ha pasado de ser una tecnología marginal a convertirse en global, y en la actualidad se está extendiendo por todo el mundo. Junto con otras fuentes renovables, su despliegue generalizado permitirá eliminar el uso masivo de los combustibles fósiles, el paradigma energético dominante. Este libro está dedicado a describir, en un lenguaje didáctico y accesible para cualquier público, la historia, las bases científicas, el desarrollo y la actualidad de la energía solar fotovoltaica. Frente a los negacionistas del cambio climático, pero también contra los que lamentan anticipadamente el apocalipsis, este libro invita al optimismo: hay alternativas al cambio climático que no pasan por desandar el progreso de la humanidad.



Figuras ocultas
Margot Lee Shetterly
 Editorial HarperCollins. 432 págs.
 ISBN 9788491390343

Esta narración, adaptada en los últimos años también a la gran pantalla, cuenta la historia de cuatro mujeres matemáticas afroamericanas trabajadoras de la NASA, cuyos cálculos impulsaron uno de los mayores logros espaciales de Estados Unidos. Todo ello durante unos años en los que comenzaba a tener protagonismo el movimiento feminista y la defensa de los derechos civiles. Antes de que John Glenn orbitara alrededor de la tierra o Neil Armstrong caminara sobre la luna, un grupo de mujeres matemáticas comprometidas conocidas como «computadoras humanas» utilizaban lápices, reglas de cálculo y sencillas calculadoras para realizar los números que lanzarían cohetes, y astronautas, al espacio.

Figuras ocultas relata la vida de Dorothy Vaughan, Mary Jackson, Katherine Johnson y Christine Darden, comenzando por la Segunda Guerra Mundial y extendiéndose a lo largo de la Guerra Fría, el movimiento por los derechos civiles y la carrera espacial. A través de sus páginas se puede seguir la carrera profesional de sus protagonistas durante casi tres décadas, conocer los desafíos a los que se enfrentaron, las alianzas que forjaron y cómo utilizaron su intelecto para cambiar sus vidas y el futuro de su país.



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.

Ante la gran incertidumbre económica e industrial de nuestro país, la UAITIE, junto a la AITIC, han lanzado este nuevo reto en Engineidea.es, con el principal objetivo de acelerar los cambios industriales y tecnológicos que están por venir, con nuevos modelos de gestión, reconversión y adaptación de industrias existentes, mejoras en la eficiencia energética industrial, tecnologías digitales para la optimización de la productividad industrial, implementación de nuevas industrias 4.0 y soluciones industriales, aprovechamiento de los recursos y economía circular.

Nuevo reto en Engineidea: "La Ingeniería en la evolución de la industria española"

Este reto está promovido por la Asociación de Ingenieros Técnicos Industriales de Cáceres (AITIC), y junto con la UAITIE, determinarán cuál es la solución, proyecto industrial y plan estratégico más innovador, eficaz y viable para reconvertir el tejido industrial y relanzar la industria española. El ganador seleccionado recibirá un premio de hasta 2.000 €. Desde el pasado 21 de septiembre, si eres un usuario registrado en Engineidea.es, podrás acceder a todos los detalles del reto:

- Detalles técnicos del reto e *insights* de qué es lo que buscan los promotores.
- Entregables de cada proyecto.
- Criterios de evaluación de proyectos.
- Cronograma con los principales hitos del reto.
- Herramientas interactivas para presentar tu proyecto.



La Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE) lanza un nuevo reto en Engineidea.

Innovación social para hacer frente a las consecuencias del COVID-19



Imagen del proyecto adjudicado, del Ayuntamiento de Madrid, sobre retos público-sociales en Madrid para hacer frente a las consecuencias de la COVID-19.

El pasado 17 de diciembre de 2020, el Ayuntamiento de Madrid estimó un proyecto para Engineidea.es, que permitirá renovar y actualizar los funcionamientos y sistemas de la plataforma de innovación abierta colaborativa de UAITIE, Engineidea.

Además, apostamos por un "Concurso de ideas de innovación social en Engineidea: Retos público-sociales participativos para hacer frente a las consecuencias del COVID-19", un proyecto de concurso de ideas y retos público-sociales abiertos, enfocados a la ciudadanía madrileña.

Los ciudadanos y ciudadanas madrileños, podrán elegir hasta 2 problemas principales a los que tienen que hacer frente por la situación derivada a consecuencia del COVID-19, para que nuestro colectivo de ingenieros dé respuestas y soluciones. Las mejores propuestas y soluciones serán elegidas por un tribunal de expertos del Ayuntamiento de Madrid y la UAITIE. Además la ciudadanía madrileña tendrá opción de votar las mejores propuestas en nuestra plataforma de retos. Próximamente en Engineidea.es.



COGITI

Formación
e-learning



Campus Virtual: Oferta formativa - Selección de cursos

Adaptación a la nueva Norma ISO 9001:2015

Finanzas empresariales para técnicos

Aplicación práctica del nuevo Reglamento de Almacenamiento de
Productos Químicos R.D. 656/2017

Electricidad Industrial

Diseño y cálculo de instalaciones de almacenamiento y distribución de
gases combustibles

Diseño y cálculo de estructuras de acero según EAE

Especialización de Ingenieros en el sector de la Automoción

Autoempleo. Plan de Empresa desarrollado

Autómatas programables PLC en aplicaciones de automatización industrial

Inglés

Alemán

Automatismos eléctricos industriales. Elementos y simulación práctica.

Avanzado de instalaciones eléctricas industriales. Industria 4.0.

PLCs, programación lineal y estructurada (Step7 Siemens)

*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



COGITI

Consejo General de Colegios Oficiales
de Graduados e Ingenieros Técnicos
Industriales de España

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.