

Técnica Industrial 334

Ingeniería militar

USO DE LA FABRICACIÓN 3D

En la fabricación de prótesis de mano

ORIGAMI. ESTRUCTURAS DESPLEGABLES

SEGURIDAD EN ACCIDENTES DE COCHES ELÉCTRICOS

PÉRDIDA DE CARGA Y ENERGÍA

En impulsiones de fango deshidratado: análisis como fluido no newtoniano

ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA INCIDENCIA DE LA INFLACIÓN

En la relación salario vs. beneficios empresariales con aplicación en Argentina 2016-2022

REPORTAJE

Biocombustibles avanzados, un vector estratégico en el actual escenario energético

BARÓMETRO INDUSTRIAL

La situación de la industria en España

ENTREVISTA

Fernando de Aragón, director general del Catastro

¡COLÉGIATE!

Numerosas ventajas,
¡conócelas!



¡INFÓRMATE!

->En tu Colegio Profesional
->En <https://cogiti.es/colegiacion>

Ventajas de la Colegiación

- 1.- Acceso a la **Bolsa de empleo de ProEmpleo Ingenieros.**
- 2.- **Plataforma de Formación del COGITI.**
- 3.- **Accreditación Desarrollo Profesional Continuo.**
- 4.- **COGITI ToolBox:** Portal de gestión de licencias software.
- 5.- **Portal de Licitaciones Europeas del COGITI** (<https://cogiti.es/licitaciones>).
- 6.- **Portal La Ley Digital** (Contenidos de interés para la profesión y su ejercicio).
- 7.- **Normativa Técnica de AENOR.**
- 8.- **Visado de Proyectos, Visado electrónico, Libro de Incidencias Electrónico (LIE) y Libro de Órdenes Electrónico (LOE).**
- 9.- **Ventanilla única** (<https://cogiti.es/ventanilla-unica>).
- 10.- **Portal de tramitación industrial telemática Asesoría Jurídica, Técnica, Fiscal y Laboral.**
- 11.- **MUPITI**, (Mutualidad de Previsión Social de Peritos e Ingenieros) **Alternativa al RETA. Seguros de salud y de Responsabilidad Civil y Profesional.**
- 12.- **Prestaciones sociales** a través de la Mutualidad.
- 13.- Servicio de **préstamo de equipos técnicos de medida.**
- 14.- **Seguros de accidente y de invalidez.**
- 15.- **Convenios de colaboración** con organizaciones y Convenios con Universidades: fomento de formación y empleo.
- 16.- **Ejercicio Libre, ayudas, asesoramiento y defensa profesional.**
- 17.- **Club COGITI** con descuentos en tecnología, ocio, alimentación, etc.
- 18.- **Cuotas colegiales** reducidas en condiciones particulares y gratuitas para precolegiados.
- 19.- **Ventajas fiscales.**
- 20.- **Accreditación EURO INGENIERO**, para reconocimiento en la UE.



EN PORTADA Ingeniería militar

- 14 Escuela Naval Militar de Marín** La Armada lleva formando a sus oficiales desde hace más de 300 años. Durante ese tiempo, ha cambiado la localización del centro de formación o el formato y las características de la enseñanza, pero no su esencia: la formación integral del oficial. **Mónica Ramírez.**
- 16 ENTREVISTA Pedro Cardona Suanzes** Capitán de Navío y Comandante-Director de la Escuela Naval Militar de Marín (Pontevedra): "Varios países nos confían a alumnos para formarlos completamente aquí, cursando la totalidad de currículo y no sólo un intercambio temporal". **M. R.**
- 18 ENTREVISTA José Martín Davila** Director del Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar: "En el CUD-ENM se imparten el grado en Ingeniería Mecánica y el máster universitario en Dirección TIC para la Defensa" **M. R.**
- 20 Academia General del Aire de San Javier** En el año 1920, la Aeronáutica Naval propuso la creación de una base aérea que estuviera próxima a Cartagena por motivos esencialmente estratégicos. **M.R.**
- 22 ENTREVISTA Pascual Soria Martínez** Director de la Academia General del Aire y del Espacio (AGA) de San Javier: "Se ha dado un gran paso en el uso de la realidad virtual o la inteligencia artificial en los procesos de aprendizaje" **M. R.**
- 26 ENTREVISTA Nicolás Madrid García** Director del Centro Universitario de la Defensa (CUD) de San Javier: "Desde 2010, ya han egresado ocho promociones del Grado en Ingeniería en Organización Industrial" **M. R.**
- 28 Academia General Militar del Ejército de Tierra** La Armada lleva formando a sus oficiales desde hace más de 300 años. Durante ese tiempo, ha cambiado la localización del centro de formación o el formato y las características de la enseñanza, pero no su esencia: la formación integral del oficial. **M.R.**
- 30 ENTREVISTA Francisco José Gómez Ramos** Director del Centro Universitario de la Defensa (CUD) de San Javier: "Desde 2010, ya han egresado ocho promociones del Grado en Ingeniería en Organización Industrial" **M. R.**
- 32 ENTREVISTA Gerardo Sánchez Revenga** Presidente de AESMIDE: "La industria de la Defensa tiene unas capacidades de tecnología e innovación superiores a otros sectores industriales" **M. R.**
- 34 ENTREVISTA Óscar Navarro** Director de ciberseguridad industrial en S2 Grupo: "Los especialistas en ciberseguridad son todavía un recurso escaso, comparado con la magnitud de la amenaza" **M. R.**
- 36 Clúster de la Industria de la Defensa** La Armada lleva formando a sus oficiales desde hace más de 300 años. Durante ese tiempo, ha cambiado la localización del centro de formación o el formato y las características de la enseñanza, pero no su esencia: la formación integral del oficial. **M.R.**
- 38 ENTREVISTA Manuel Vila** Presidente del Clúster de la Industria de Defensa: "La invasión de Ucrania ha puesto de relieve la necesidad de incorporar profesionales con conocimientos específicos en determinadas tecnologías" **M. R.**

Foto de portada: Shutterstock.

ACTUALIDAD

- 04 Los biocombustibles avanzados, un vector estratégico en el actual escenario energético** Los biocombustibles avanzados son una nueva generación de combustibles no fósiles, que ofrecen una serie de beneficios, como menores emisiones de gases de efecto invernadero y un mayor respeto por las regiones donde se cultivan. **Marita Morcillo**
- 08 ENTREVISTA Álvaro Mitjans** Presidente de la Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA Biocarburantes): "Los biocarburantes avanzados son un hecho en el sector del transporte por carretera, y comienza a apostarse por ellos en el sector aéreo y el marítimo" **Marita Morcillo**
- 10 VI Barómetro Industrial: La situación de la industria en España** Como cada año, la situación de la industria en España vuelve a ser analizada en una nueva edición del informe del Barómetro Industrial del COGITI – Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2022. **Mónica Ramírez**

ARTÍCULOS

- 40 ORIGINAL**
Use of 3D printing in the manufacture of prosthetic hands
Uso de la impresión 3D en la fabricación de prótesis de mano
Christian Pérez Fernández, María del Mar Espinosa, Manuel Domínguez
- 50 ORIGINAL**
Origami. Deployable structures
Origami. Estructuras desplegadas
Paula Álvarez-García, Manuel Domínguez
- 58 ORIGINAL**
Safety in electric car accidents
Seguridad en accidentes de coches eléctricos
Dr. Pablo Zapico Gutiérrez, José Alonso de Linaje Aguirre, José Alejandro Alonso de Linaje Díez, Ángel Carlos Rodríguez Llamas, María Zapico Gómez-Collantes
- 64 ORIGINAL**
Pérdida de carga y energía en impulsiones de fango deshidratado: análisis como fluido no newtoniano
Pressure and energy loss in dewatering sludge drives: analysis as a non-Newtonian fluid
José García Cascallana
- 76 ORIGINAL**
Clinical study on inflation incidence in salary vs. business benefits relationship with application in Argentina 2016-2022
Estudio clínico sobre la incidencia de la inflación en la relación salario vs. Beneficios empresariales con aplicación en Argentina 2016-2022
José Luis Infante

INGENIERÍA Y HUMANIDADES

- 94 INGENIEROS EN LA HISTORIA Isaac Peral, el ingeniero español que revolucionó el mundo con la invención del submarino eléctrico**
Laura Álvaro

96 Publicaciones

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

Directora: Mónica Ramírez Helbling

Secretario de redacción: Enrique Soriano Heras (Universidad Carlos III de Madrid). Consejo de redacción: Alessandro Ruggiero, Petr Valášek, Juan Antonio Monsoriu, Rubén Puche Panadero, Roberto D'Amato, Manuel Islán Marcos, Jesús Manuel García Alonso, Higinio Rubio Alonso y Fernando Blaya Haro. Consejo asesor: Jorge Arturo Ávila Rodríguez (México), Manuel Campo Vidal (España), Nuria Martín Chivelet (España), Sara Nauri (Reino Unido), Jerry Westerweel (Holanda).

Redacción, administración y publicidad: Avda. Pablo Iglesias, 2, 2º. 28003 Madrid. Tel: 915 541 806 / 809. revista@tecnicaindustrial.es

Impresión: Monterreina. C/ Cabo de Gata, 1-3, Área empresarial Andalucía 28320 Pinto, Madrid.

Depósito legal: M. 167-1958 **ISSN:** 0040-1838. **ISSN electrónico:** 2172-6957.

PROFESIÓN

03 Editorial Y la Función Pública cada vez más alejada de la sociedad

José Antonio Galdón Ruiz

82 El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España renueva su Junta Ejecutiva, con José Antonio Galdón reelegido como presidente



82 El presidente de COGITI e INGITE participó en el Foro de Alto Nivel de la Industria española



83 Presentado el VI Barómetro Industrial del COGITI- Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM)



83 Unión Profesional, de la que forma parte el COGITI, celebró su III Congreso Nacional de las Profesiones



84 ENTREVISTA Franciso Marqués Aranda Ingeniero Técnico Industrial y CEO de NOVALITY, aparcamiento seguro para bicicletas: "Novality pretende ser un actor principal en la transformación de las ciudades y la movilidad sostenible" M.R



86 ENTREVISTA Fernando de Aragón Director general del Catastro: "El Catastro es un registro administrativo completo y actualizado de casi 80 millones de inmuebles" M.R



90 ENTREVISTA Dubra Rodríguez López Ingeniera técnica industrial y experta en diseño de procesos de seguridad y salud en Siemens Gamesa: "Seguiremos evolucionando de forma progresiva, haciendo las construcciones más seguras para las personas y el medioambiente" M.R



92 TRIBUNA El viento, principal problema al que se enfrentan las plantas fotovoltaicas

Ayim Manuel de la Fuente y Miguel Cordero



93 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 Colegios de Graduados 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 Alejandro Sotodosos Fernández
Vocales Diego Pérez Muñoz y Mar López Almagro
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** Antonio Ruiz Saiz
- Cáceres** Fernando Doncel Blázquez
- Cádiz** Domingo Villero Carro
- Cantabria** Luis Miguel Muñoz González
- Castellón** José Luis Ginés Porcar
- Ciudad Real** José Carlos Pardo García
- Córdoba** Francisco López Castillo
- Garraf i l'Alt Penedès** Mar López Almagro
- 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** José Antonio Cuba Cal
- Lleida** Ramón Grau Lanau
- Lugo** Jorge Rivera Gómez
- Madrid** José Antonio Galdón Ruiz
- Málaga** José B. Zayas López
- Manresa** Jordi Valiente Prat
- Región de Murcia** César Nicolas Martínez
- Navarra** Luis Maestu Martínez
- Ourense** Santiago Gómez-Randulfe Álvarez
- Palencia** Jesús de la Fuente Valtierra
- Principado de Asturias** Diego Pérez Muñoz
- Salamanca** José Luis Martín Sánchez
- S. C. Tenerife** Antonio M. Rodríguez Hernández
- Segovia** Gabriel Vallejo Álvarez
- Sevilla** Ana M^a Jáuregui Ramírez
- Soria** Levy Garjo Tarancón
- Tarragona** Antón Escarré Paris
- Toledo** Ángel Carrero Romero
- Valencia** Angélica Gómez González
- Valladolid** Rafael Álvarez Palla
- Vigo** Jorge Cerqueiro Pequeño
- Zamora** Jose Luis Hernández Merchán

Y la Función Pública cada vez más alejada de la sociedad

Las administraciones deberían ser un reflejo de la sociedad a la que tienen que servir y ayudar, pero tristemente cada vez que se plantea una reforma de la misma, lejos de ser ejemplar en el cumplimiento y aplicación de las directrices de progreso que nos marcamos como sociedad, se siga involucionando e impidiendo la necesaria competitividad.

En esta ocasión, se trata del Proyecto de Ley de Función Pública de la Administración del Estado, que acaba de ser remitido a las Cortes Generales, y que si nada ni nadie lo impide, se convertirá en otra Ley fallida anclada al siglo XX, justo lo contrario de lo que supuestamente persigue y se describe en la exposición de motivos de la misma.

Pero esto es totalmente lógico cuando lo que se pretende en realidad es simple y llanamente cumplir el hito 148 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia elaborado por el Gobierno de España, y así continuar recibiendo los Fondos Next Generation, y eso explica, a su vez, el procedimiento de "urgencia" con el que se está tramitando dicho Proyecto de Ley.

No en vano, esta Ley debe cumplir el Estatuto Básico del Empleado Público, Ley 7/2007 y R.D. Legislativo 5/2015, que sería realmente lo que deberían haber modificado y que, por tanto, afectaría a todas las administraciones públicas y no solo a la del Estado, lo cual, y como pueden imaginar, tendría otros tiempos y otras negociaciones muy diferentes, para las que no se dan las circunstancias adecuadas.

Por tanto, hablamos de una reforma que no afecta a lo esencial, y en modo alguno soluciona los problemas reales de competitividad y modernidad en la Función Pública, y mucho menos refuerza los principios de mérito, capacidad e igualdad.

De hecho, hace poco más de un año, el Gobierno de España firmó la declaración de Estrasburgo sobre los valores y los retos comunes de las Administraciones Públicas Europeas, donde, entre otros, la Secretaría de Estado de Hacienda se comprometía a la democratización del acceso al empleo público o la adaptación de los procesos de selección al siglo XXI.

Pues bien, la Administración del Estado sigue manteniendo los mismos cuerpos en el ámbito de las Ingenierías de principios del siglo XX, con la misma regulación y exigencias, pese a los numerosos cambios sociales, económicos, universitarios y tecnológicos que ha experimentado nuestro país, lo cual debería propiciar como mínimo una reflexión al respecto, que hasta la fecha se ha obviado.

Y es que no se puede hablar de una Función Pública del siglo XXI, que restrinja el acceso al Grupo A1 a los actuales titulados universitarios de Grado en Ingeniería, al contrario de lo que ocurre en la empresa privada, donde no tenemos límites. Pero lo más preocupante es la falta de coordinación y coherencia, entre la maraña normativa a la que estamos sometidos, que lejos de guiarnos, nos genera indefensión e incertidumbre, y me explico.

Se trata de un proyecto de Ley que utiliza de forma recu-



Sede del Ministerio de Hacienda y Función Pública

rente competencias, carrera profesional, aprendizaje permanente, etc., pero, sin embargo, obvia por completo todo lo que ya está legislado en esta materia, y me refiero al Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) y su correspondencia con el marco europeo EQF (cualificaciones profesionales), que resulta totalmente válido para la empresa privada y que, sin embargo, para la Función Pública es invisible.

Se siguen manteniendo dos niveles dentro del Grupo A (A1 y A2), algo que no encaja con lo existente en el ámbito privado, donde existe el Grupo de Cotización 1 para todos los titulados universitarios.

Se obvian por completo legislaciones esenciales en el marco de las actividades profesionales, como son la Ley 17/2009 sobre el libre acceso a las actividades profesionales y su ejercicio, o la Ley de Garantía de Unidad de Mercado, introduciendo restricciones de acceso totalmente injustificadas y, por tanto, limitando los derechos del resto de ciudadanos, e impidiendo la tan manida, pero a su vez denostada competitividad.

Por tanto, estamos hablando de un proyecto de Ley nada ejemplarizante, improvisado por las necesidades del guion y que en nada se ajusta a las necesidades del sector público, que continua muy necesitado de modernizarse y mejorar la productividad, para lo que es imprescindible elegir a los mejores entre muchos y no entre unos pocos.

Y dicho todo lo anterior, ni perdemos la esperanza ni bajamos los brazos, seguiremos demostrando y reivindicando todo aquello que entendamos sea beneficioso para la sociedad, con la esperanza de no solo de ser oídos, sino escuchados, algo que por desgracia, nuestros dirigentes, no tienen muy arraigado.

José Antonio Galdón Ruiz

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

Biocombustibles avanzados, un vector estratégico en el actual escenario energético

Los biocombustibles avanzados son una nueva generación de combustibles no fósiles, que ofrecen una serie de beneficios, como menores emisiones de gases de efecto invernadero y un mayor respeto por las regiones donde se cultivan. Estas nuevas fuentes de energía contribuyen a que sectores de difícil electrificación, como el transporte pesado o el agrícola, puedan hacer frente a los retos de la descarbonización



Cepsa ha probado con éxito su biocombustible avanzado en el buque Montestena.

Marita Morcillo

La crisis energética mundial causada por la disminución de las reservas de combustibles fósiles de extracción rentable, junto a las crecientes distorsiones en el precio y distribución de gas (GNL), ha hecho saltar las alarmas, hasta el punto de que expertos y organismos mundiales, incluida la Agencia Internacional de la Energía (IEA), califiquen la situación actual como "la primera crisis energética global". A esto hay que sumar los problemas medioambientales que genera el uso de los combustibles fósiles. Se calcula que estos satisfacen el 67% de la demanda mundial de energía, demanda que sigue aumentando a medida que crece la población y los avances tecnológicos ligados a los procesos industriales.

El transporte, junto a la calefacción y la industria, son los sectores con mayor consumo de energía y, en consecuencia, los mayores emisores de gases de efecto invernadero. De los tres, el que mayor dependencia tiene de los combustibles fósiles es el transporte. Se calcula que este sector representa casi el 30% del consumo mundial de energía y es responsable del 37% de las emisiones globales de CO₂.

En este contexto, las políticas energéticas que persiguen la descarbonización del transporte están apostando por la electrificación de los vehículos. De hecho, la Unión Europea ya ha anunciado que prohibirá la venta de vehículos de combustión ligeros más allá de 2035. Pero esta medida es inviable a corto y medio plazo

en sectores como el transporte marítimo, la aviación y vehículos de gran tonelaje por carretera o gran parte de la maquinaria de uso agrícola.

Ante la acuciante necesidad de buscar alternativas a los combustibles fósiles en sectores donde a día de hoy la electrificación no es factible a corto plazo, es donde se pone el foco para la implementación de soluciones que, al menos, complementen la demanda de combustibles fósiles de estos procesos.

A principios de siglo surgieron combustibles vegetales como el biodiésel y el bioetanol, por considerar que sus emisiones de CO₂ eran inferiores a las emisiones de los combustibles fósiles. Pero, con el paso de los años, la sostenibilidad de estos biocarburantes ha quedado en

entredicho, ya que ambos biocombustibles requieren de alimentos de consumo humano para su producción. El bioetanol, por ejemplo, procede de caña de azúcar, remolacha o maíz, mientras que el biodiésel se produce a partir de aceites vegetales comestibles como la colza o la palma. En un mundo en el que millones de personas tienen dificultades para acceder al suministro de comida o agua, utilizar combustibles a partir de alimentos no es una opción realista.

Muchos expertos en ámbitos como el medioambiental o el económico, pronto alertaron de los graves daños que los biocombustibles estaban provocando, no sólo al medio ambiente, sino a las regiones donde se llevaban a cabo estos cultivos, señalándolos como causantes del encarecimiento de muchos alimentos o de la deforestación de los bosques. Ante esta realidad, la ingeniería química propuso alternativas más sostenibles basadas en aceites no comestibles. Así surgieron los biocombustibles de segunda generación o avanzados, que se derivan de biomasa lignocelulósica, materias primas para cultivos no alimentarios, residuos agrícolas y forestales y desechos industriales, incluyendo aceites de cocina usados y la fracción orgánica de los residuos urbanos.

Hasta el momento, los biocombustibles de primera generación son los más utilizados por las compañías petrolíferas mezclados con diésel fósil. Cabe destacar que, en cumplimiento de la reglamentación vigente, el combustible que se suministra en las estaciones de servicio contiene un 10% de biofuel, pero no cumplen los requisitos ambientales, tal como lo hacen los biocombustibles avanzados. Los primeros reducen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) entre un 19% y un 48% en comparación con la gasolina. Mientras que los avanzados ofrecen al menos una reducción del 50% en las emisiones de gases de efecto invernadero, incluso algunos de ellos pueden llegar a ofrecer una reducción del 80% o el 90%.

Hay, asimismo, biocombustibles de tercera generación que se producen a partir de materias primas de cultivo acuático, es decir, algas y microalgas que, cuando son sometidas a modificaciones genéticas, dan lugar a biocombustibles de cuarta generación. Las ventajas que ofrecen los microorganismos es que no compiten con la alimentación –animal ni humana–, pudiendo ser cultivados en terrenos no aprovechables por la agricultura. De momento, estos biocombustibles se encuentran en

fase de investigación y experimentación.

En principio, como se ha visto, el objetivo de los biocombustibles avanzados es la descarbonización de aquellos sectores donde la electrificación no es posible, como el aéreo, el marítimo o el transporte pesado por carretera.

En Europa, la Directiva de Energías Renovables de 2018, denominada RED II, establece que el 14% de los combustibles utilizados en el transporte deben proceder de fuentes renovables para 2030. Los biocombustibles procedentes de cultivo se limitan a los niveles de 2020, pero no pueden exceder el 7%. Asimismo, se establecen unos objetivos mínimos para los biocombustibles avanzados que serán de un 0,2% en 2022, 1% en 2025 y 3,5% en 2030. Además, los cultivos alimentarios (como el aceite de palma) que supongan un alto impacto de cambio indirecto de utilización de la tierra (ILUC, por sus siglas en inglés) serán suprimidos de manera gradual, a través de un proceso de certificación para biocombustibles con ILUC bajo. Los países de la UE deben establecer una obligación para los proveedores de combustible que garantice el logro de estos objetivos.

Por tanto, la apuesta ahora está centrada en los biocombustibles avanzados, y en España existen varios proyectos en marcha, como la planta de Cepsa en Palos de la Frontera (Huelva) o la de Repsol en Cartagena; esta última se encuentra en construcción y se espera que pueda empezar a producir combustible a escala comercial este mismo año.

Empresas españolas en la vanguardia de los biocombustibles avanzados

El pasado mes de septiembre, Cepsa comenzó a producir estos combustibles sostenibles en su Parque Energético “La Rábida”, de Palos de la Frontera, mediante la incorporación de aceites usados de cocina.

Este hito se enmarca en el plan estratégico 2030 de Cepsa, “Positive Motion”, mediante el que la compañía impulsa la reducción de emisiones del transporte pesado (marítimo, aéreo y por carretera), a través de la producción de moléculas verdes, principalmente biocombustibles e hidrógeno verde. El objetivo de la compañía es alcanzar en 2030 una producción anual de 2,5 millones de toneladas en España y Portugal.

“La producción de biocombustibles de segunda generación nos permite, por

ejemplo, seguir aportando valor en el suministro de combustibles para el sector aéreo, donde la demanda irá en aumento en los próximos años”, apunta Carlos Barrasa, director de Commercial & Clean Energies de Cepsa.

Cepsa ha querido probar la eficacia de este biocombustible, producido a partir de aceites usados (con certificado de origen sostenible de ISCC) y combustible de muy bajo azufre (VLSFO, por sus siglas en inglés), en su propia flota, antes de comenzar a comercializarlos a sus clientes. El pasado mes de octubre, realizó con éxito la primera prueba en España de biocombustibles avanzados en uno de los barcos que utiliza la compañía, el Monttestena, propiedad de Ibaizabal, durante varias semanas de navegación.

El biofuel utilizado en la prueba fue cargado en la planta de Bioenergía de Cepsa, situada en el Parque Energético San Roque (Cádiz), y suministrado por una de las embarcaciones que la compañía utiliza en sus operaciones de bunkering en la bahía de Algeciras. Previamente, la compañía había sometido este biocombustible a análisis y ensayos en su Centro de Investigación para verificar que cumple con todas las especificaciones y estándares de calidad.

Según la compañía, los resultados de esta prueba han demostrado un óptimo funcionamiento y rendimiento de los motores, y confirman la seguridad y viabilidad técnica del empleo de biocombustibles avanzados en el transporte marítimo.

Javier Antúnez, director de Biocombustibles de Cepsa, señala que “esta solución demuestra al mercado que los biocombustibles de segunda generación se pueden usar como combustible directo para ayudar a la industria a cumplir sus objetivos de reducción de emisiones, y que su implementación es viable en el corto y medio plazo. Supone un paso importante en el avance del biocombustible marino y el transporte de vehículos respetuosos con el medio ambiente; el objetivo ahora es analizar las posibilidades de aumentar lo de forma sostenible y competitiva”.

El biocombustible, libre de óxido de azufre, se puede utilizar en los buques sin realizar modificaciones, explican desde Cepsa, y su uso reduce las emisiones a lo largo de todo el ciclo de vida, desde su producción hasta su uso a bordo de la embarcación.

Pero los estudios de Cepsa relacionados con el biofuel de segunda generación no se quedan aquí. La compañía está par-

ticipando en un proyecto europeo, denominado Life Superbiodiésel, que busca producir biocombustibles avanzados a partir de residuos animales. Recientemente, la Comisión Europea ha otorgado al proyecto el sello "Key Innovator", a través de la iniciativa "Innovation Radar", dedicada a identificar innovaciones con alto potencial en los programas marco de investigación financiados por la UE.

Junto a Cepsa, participan en el proyecto AIJU (Instituto Tecnológico del Producto Infantil y del Ocio), Organovac, IMDEA Energía, el Centro Tecnológico del Calzado (INESCOP), la Universidad de Murcia y el Instituto de Tecnología Química.

Mediante el proyecto, las organizaciones pretenden producir biodiésel avanzado a partir de grasas de vacuno, buscando dar un segundo uso a este material y fomentando la economía circular. El escalado de la planta piloto con la que se producirá este tipo de biocombustible de segunda generación se está llevando a cabo en Lorca (Murcia).

Desde Cepsa indican que el objetivo del proyecto es lograr para este mismo año una producción de cinco toneladas al año de dos tipos de combustible: en primer lugar, biodiésel con glicerol como subproducto y, en segundo lugar, biodiésel avanzado con glicerol, con una importante minimización de subproductos no deseados. De esta forma, el proceso de fabricación conseguiría minimizar su impacto medioambiental, ya que mediante la aplicación de esta tecnología se podría

reducir hasta en un 35% la huella de carbono en comparación con la producción convencional de biodiésel. Asimismo, se produciría una reducción de, al menos, un 96% en el consumo de agua utilizando el proceso enzimático desarrollado. A esto, además, se sumaría una mejora de la calidad del biocombustible producido cuando se incorporan los derivados del glicerol.

Por su parte, Repsol está construyendo en su refinería de Cartagena su primera planta de biocombustible avanzado en España, desde la que suministrará 250.000 toneladas de hidrobiodiésel, biojet, bionafta y biopropano para barcos, aviones, camiones y coches, sin necesidad de modificar los motores actuales.

La nueva instalación, cuya construcción ha supuesto una inversión cercana a los 200 millones de euros, incluirá la puesta en marcha de una planta de hidrógeno, que alimentará a una nueva unidad de hidrot ratamiento dotada con tecnología de vanguardia.

Los biocombustibles avanzados producidos en la refinería de Cartagena permitirán una reducción de 900.000 toneladas de CO₂ anuales. Al mismo tiempo, se les da un nuevo uso a materias primas recicladas, consistentes en residuos de la industria agroalimentaria y aceites de cocina usados.

Las obras, que comenzaron en el primer trimestre de 2022, se desarrollan en cuatro áreas diferentes. Tres de ellas se ubican en el interior del complejo indus-

trial: la unidad de producción de hidrógeno, el área de depósitos para el almacenamiento de los biocombustibles y la unidad de hidrot ratamiento. Esta última área contará con dos reactores, una columna fraccionadora y otra columna absorbedora, equipos que destacan por sus grandes dimensiones. Uno de los reactores tiene una altura de 19 metros y un peso de 64 toneladas. El segundo alcanza los 35 metros y pesa 180 toneladas.

De forma paralela, se avanza en la instalación de las tuberías para las interconexiones necesarias, y en la adecuación de las instalaciones del puerto donde opera Repsol, para receptionar las 300.000 toneladas de residuos que llegarán por vía marítima.

Un mix energético diversificado

De todo lo visto hasta aquí, se puede deducir que los biocombustibles son una alternativa a los combustibles fósiles. Pero no sería una afirmación exacta. En un escenario convulso como el que estamos viviendo, marcado por conflictos bélicos, geopolíticos, climáticos o económicos, se pone de manifiesto que la energía es el sector más susceptible de acusar estas tensiones. La solución a corto y medio plazo no pasa por encontrar sustitutos a la energía fósil, sino por ampliar el mix energético con todas las tecnologías que la ingeniería pone a nuestra disposición porque, sin ellas, sectores como el transporte o el agrícola no podrían funcionar. En este sentido, los biocombustibles,

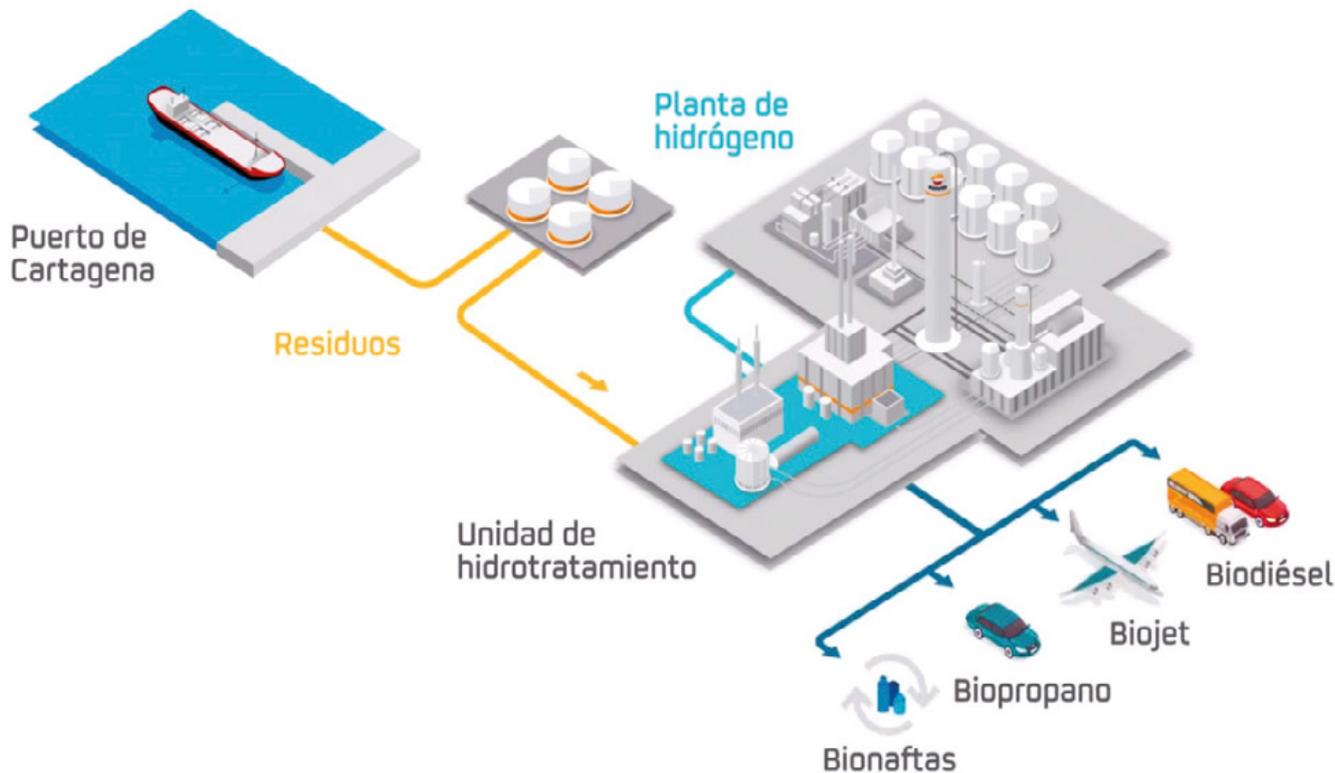


Obras de construcción de la primera planta de biocombustibles avanzados de Repsol en España.

con sus pros y sus contras, se presentan como una solución más, que se suma a las tecnologías disponibles para garantizar la soberanía energética de los países y su desarrollo industrial.

De todo lo visto hasta aquí, se puede deducir que los biocombustibles son una alternativa a los combustibles fósiles. Pero no sería una afirmación exacta. En un escenario convulso como el que estamos

viviendo, marcado por conflictos bélicos, geopolíticos, climáticos o económicos, se pone de manifiesto que la energía es el sector más susceptible de acusar estas tensiones.



La nueva planta de Repsol tendrá capacidad para producir 250.000 toneladas al año de biocombustibles avanzados, como biodiésel, biojet, bionafta y biopropano, que se podrán usar en aviones, barcos, camiones o coches, y que permitirán reducir 900.000 toneladas de CO2 al año.

ENVIRONMENTAL BENEFITS

- Contributes to the transition to a low emission economy:** Fuels from renewable sources have lower carbon emissions than fossil fuels.
- Improves the process yield:** Simplified process that does not require costly purification steps.
- Minimises the energetic consumption of the process:** The bio-diesel yield increases up to 10%. Lower viscosity and improved cold-flow properties.
- Reduces the generation of polluting effluents:** 80% reduction of carbon footprint on conventional diesel. 35% reduction on first generation biodiesel.
- Feedstock diversification:** Increasing the volume available for processing in biodiesel production plants from a low added-value waste.
- Sustainability vs Competitiveness:** Potential drop in prices of feedstock, bigger profitability of production plants & increase their business.
- Limit to the minimum the resources used in the process:** To reduce at least 96% water consumption using the enzymatic process for recovery free amino acids from protein fraction.
- CO2 Emissions reduction:** 35% reduction of the global warming potential in the recovery of amino acids by a resource-efficient enzymatic process vs conventional alkali-thermal.

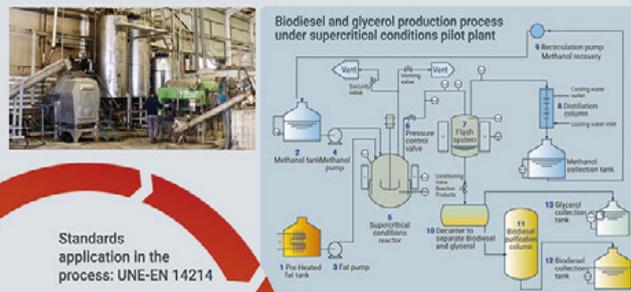
PROCESS STEPS



Animal feedstock: Determination of the process to separate the fats from the proteins



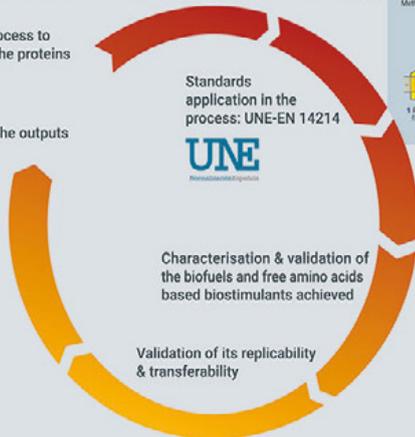
Exploitation and commercialisation of the outputs



Biodiesel and glycerol production process under supercritical conditions pilot plant



Pilot plant



Standards application in the process: UNE-EN 14214

Characterisation & validation of the biofuels and free amino acids based biostimulants achieved

Validation of its replicability & transferability

El objetivo global del proyecto Life Superbiodiesel es implementar un proceso avanzado, sostenible y ecológico para conseguir un biodiésel ecoeficiente, que cumpla con las directivas y regulaciones vigentes a partir de materia prima derivada de residuos animales, aplicando de esta forma los principios de economía circular.

Álvaro Mitjans

Presidente de la Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA Biocarburantes)

“Los biocarburantes avanzados son un hecho en el sector del transporte por carretera, y comienza a apostarse por ellos en el sector aéreo y el marítimo”

Marita Morcillo

Desde marzo de 2021, Álvaro Mitjans es el presidente de la sección de biocarburantes de la Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA). Mitjans es actualmente director de marketing y ventas de la empresa Campa Iberia (Masol), que opera tres plantas de producción de biodiésel situadas en Castellón, Ferrol y Cartagena. En esta entrevista, el presidente de APPA Biocarburantes nos explica cuál es la situación del sector en España, especialmente de los biocombustibles avanzados, los cuales son ya una realidad en el transporte por carretera.

¿A cuántas empresas representa APPA Biocarburantes?

APPA Biocarburantes agrupa actualmente a once empresas o grupos empresariales productores de biocarburantes en España, con un total de quince plantas de fabricación de biodiésel o bioetanol, que suman más del 75% de la capacidad instalada en nuestro país.

¿Qué número de empleos genera el sector? ¿Qué importancia tiene para la economía española?

De acuerdo con el último estudio realizado por APPA, el número total de empleos directos e indirectos generados por el sector del biodiésel y del bioetanol en España en 2020 fue de 4.066, realizando una contribución conjunta al PIB de 673GF millones de euros.

¿Qué porcentaje de la producción de biocombustibles se exporta fuera de España?

Estimamos que el 55% de la producción de biocarburantes realizada en España en 2021 fue destinada a la exportación.

Hablemos ahora de los biocombustibles avanzados, ¿qué ventajas ofrecen respecto a los de primera generación?

Desde un punto de vista legal, son biocarburantes avanzados todos aquellos que



Álvaro Mitjans

se fabrican a partir de las materias primas incluidas en el anexo IX de la Directiva de Energías Renovables (DER II), que consisten básicamente en residuos domésticos, industriales, agrícolas y forestales, siendo equiparables a los mismos otros residuos como los aceites de cocina usados y las grasas animales. Las principales ventajas que presentan estos biocarburantes es que permiten el aprovechamiento de residuos, y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en mayor medida que los biocombustibles de primera generación.

¿En qué estado se encuentra la tecnología de los biocombustibles avanzados en España? ¿Qué capacidad de producción tiene nuestro país?

Las tecnologías utilizadas para la producción de biocarburantes avanzados son muy diversas, ya que varían en función de la materia prima utilizada y del biocarburante que se quiera producir. Así, las tecnologías para producir biodiésel a partir de aceites y grasas residuales son ya completamente comerciales, lo mismo

que las que producen bioetanol a partir de residuos del sector vitivinícola. En cambio, las tecnologías para procesar residuos lignocelulósicos aún no han llegado a una fase comercial plena. Estimamos que la capacidad de producción de biocarburantes avanzados en España supera ya el millón de toneladas/año, y va aumentar rápidamente en los próximos años.

“En 2021, el 55% de la producción de biocarburantes se destinó a la exportación”

¿Cuáles son los retos y dificultades a los que se enfrentan los biocombustibles avanzados para su desarrollo? ¿Existe apoyo político y regulatorio? ¿Las empresas encuentran atractiva la inversión en esta tecnología?

Los retos que plantean las tecnologías para producir biocarburantes avanzados, que aún no son comerciales, son de diversos tipos: por un lado, hay retos logísticos de acopio de materias primas y, por otro lado, retos tecnológicos relativos a la preparación y procesamiento de los residuos utilizados. La utilización de biocarburantes avanzados en España se está impulsando mediante el establecimiento de obligaciones de venta o consumo, así como de incentivos como el del doble cómputo a efectos del cumplimiento de los objetivos, en línea con lo establecido a nivel comunitario.

¿Qué papel juegan estos biocombustibles en la descarbonización del transporte?

Los biocarburantes avanzados juegan un papel importante en la descarbonización del transporte, ya que reducen las emisiones de GEI más de un 80%-90% con respecto a los combustibles fósiles que sustituyen.

¿Qué sectores del transporte están apostando más por estos biocombustibles?

La utilización de biocarburantes avanzados es ya un hecho en el sector del transporte por carretera, y está empezando a apostarse por ellos también en el sector aéreo y el marítimo, en los que se prevé un importante crecimiento del uso de estos biocarburantes en los próximos años.

“Los biocarburantes serán competitivos cuando tengan una fiscalidad justa”

Uno de los aspectos que preocupa es el precio. ¿En qué plazo pueden llegar a ser competitivos respecto al petróleo?

Los biocarburantes serán competitivos con respecto a los derivados del petróleo cuando tengan una fiscalidad justa, que considere adecuadamente su carácter renovable y sus menores emisiones de GEI, aspectos que actualmente no se tienen en cuenta a la hora de fijar sus respectivos tipos fiscales.

¿Existe ya un mercado de biocombustibles avanzados? ¿Cuándo alcanzarán su potencial comercial completo?

Los biocombustibles avanzados propia-

mente dichos están en el mercado desde hace varios años, y su peso va a seguir creciendo a lo largo de toda esta década, en paralelo con el de los objetivos obligatorios de consumo, que seguirán aumentando más allá de 2030, lo que hace difícil precisar cuándo alcanzarán estos biocombustibles su potencial comercial completo.

Algunas organizaciones no gubernamentales ponen en duda la sostenibilidad de los biocombustibles de primera generación. ¿En qué medida pueden afectar las teorías de los detractores al desarrollo de un mercado de los de segunda generación?

Dichas teorías, que nosotros rechazamos, no deberían afectar negativamente a los biocarburantes avanzados, sino todo lo contrario, debiendo impulsar su desarrollo aún más.

A día de hoy, los combustibles llevan un 10% de biocombustibles. ¿Se prevé un aumento de esta proporción? ¿Hasta qué punto puede aumentar esta proporción sin necesidad de modificar los motores?

El objetivo de venta o consumo de biocarburantes en el transporte por carretera en España está fijado para este año en el 10,5%, y llegará al menos al 12% en 2026. Son objetivos que creemos que habría

que aumentar para acelerar la penetración de las energías renovables en el transporte, para lo que los motores actuales ya están preparados. Hay mucho margen para ello si pensamos, por ejemplo, que prácticamente todos los vehículos de gasolina en circulación pueden funcionar con hasta un 10% de bioetanol, cuando actualmente las gasolineras que se venden en España sólo llevan un 5%. Con el gasóleo pasa algo parecido, los actuales motores aceptan hasta un 10% de biodiésel, pero sólo se está añadiendo un 7%, ello sin considerar que muchos camiones o máquinas agrícolas podrían funcionar incluso con un 100% de biodiésel sin problemas.

“El peso de los biocombustibles seguirá creciendo a lo largo de toda esta década”

En una situación como la de ahora, con dependencia energética e inestabilidad geopolítica, ¿hasta qué punto se considera que este sector es estratégico para Europa y para los estados miembros?

En la medida en que los biocarburantes sustituyen combustibles fósiles y diversifican el suministro energético, deberían ser considerados, sin ninguna duda, como estratégicos para la UE.

El Instituto de Procesos Sostenibles de la Universidad de Valladolid busca obtener precursores de biocombustibles para la industria petroquímica

El Instituto de Procesos Sostenibles de la Universidad de Valladolid (UVa) ha recibido un proyecto Marie Curie (proyecto de intercambio e investigación), con el que pretende desarrollar una plataforma de biorrefinería para obtener precursores de biocombustibles o materias primas destinadas a la industria petroquímica, y todo ello a partir de residuos procedentes fundamentalmente de la poda de bosques.

El proyecto Syn2Value “Bioconversión de gas de síntesis en compuestos carboxilados de cadena media en fase gaseosa en biorreactores de alta transferencia con extracción de producto in situ” va en la línea de las investigaciones que se están desarrollando en el instituto de la UVa con microorganismos, procesos biotecnológicos de valorización de residuos para la bioeconomía. Y, además, va en consonancia con el impulso que se está dando para la transición a las energías renovables, con el fin de descarbonizar la economía de la Unión Europea y consolidar el modelo circular de economía. Para ello, se requiere el desarrollo de rutas alternativas y sostenibles para la producción de combustibles, productos químicos e intermedios.

En el proyecto se tratan los residuos no biodegradables con un paso previo termoquímico para transformarlo en gas de síntesis y, posteriormente, en compuestos carboxilados, precursores de biocombustibles o materias primas para la industria química (petroquímica). Estos residuos proceden fundamentalmente de la poda de bosques, de madera. Para esta transformación se utiliza una biotecnología basada en microorganismos anaerobios, que son capaces de transformar el monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrógeno, procedentes de los residuos, que son convertidos en etanol o ácido acético y, posteriormente, en otros compuestos.

El proyecto se va a llevar a cabo mayoritariamente en el Instituto de Procesos Sostenibles, aunque la optimización de los microorganismos se desarrollará en una estancia en la Universidad de Wageningen (Países Bajos), mientras que su validación se hará en la empresa española Greene, con objeto de comprobar si ese gas puede ser viable económicamente en el ámbito industrial (biocombustibles o productos para la industria química).

VI Barómetro Industrial: La situación de la industria en España

Como cada año, la situación de la industria en España vuelve a ser analizada en una nueva edición del informe del Barómetro Industrial del COGITI – Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2022



M.R. Se trata de la sexta edición de este Barómetro, que tiene como objetivo conocer la percepción del colectivo sobre el sector industrial. El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) puso en marcha esta iniciativa en 2017 y, poco después, decidía hacerlo 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 (2022)”, incluida como es habitual en el informe nacional del Barómetro, que cuenta también con la colaboración de la Fundación Caja de Ingenieros.

A través de este informe, se pretende ofrecer datos relevantes y que sean de interés en la toma de decisio-

nes, 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 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 mediante la realización de una encuesta por vía telemática, 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 2022, y a ella contestaron un total de 3.500 ingenieros de la rama industrial, con una media de edad entre 45 y 54 años (39%), de los cuales el 88% eran hombres, frente a un 12% de mujeres. Hay un alto porcentaje de empleabilidad (89%) y la gran mayoría son trabajadores por cuenta ajena (61,65%), seguidos de trabajadores por cuenta propia (27,36%) y funcio-

narios (11%). La mayoría trabaja en el sector de servicios de Ingeniería (33%), seguido del sector industrial (24%).

Situación actual de la industria en España

Cabe destacar que la última encuesta del Barómetro Industrial se ha realizado en un contexto sensiblemente diferente al de los dos últimos años, que estuvieron plenamente marcados por la pandemia del Covid-19, y que afectó de forma muy considerable, como no podía ser de otra manera, tanto a la situación económica como social y laboral de nuestro país. En este sentido, la percepción de los ingenieros/as encuestados es algo más positiva que en 2020 y 2021, cuando se refieren al momento actual, pero se muestran algo más pesimistas cuando se les pregunta por la situación de cara a los próximos meses, debido principalmente a la incertidumbre económica.

Con respecto a la situación actual de la industria en España, la respuesta mayoritaria corresponde a la escala intermedia, con un 51,60%, mientras que el 31,6% considera que es mala o muy mala, frente al 16,8% que opina que es buena o muy buena. Estas respuestas son más positivas que en la edición anterior, cuando el 40% consideraba la situación mala o muy mala, y el 11% opinaba que era buena o muy buena.

En cuanto a la situación de la industria en sus respectivas regiones, el 32,57% la califica como mala o muy mala, mientras que el 40,49% se decanta por el nivel intermedio, y el 27% restante considera que es buena o muy buena (en 2021 este porcentaje supuso el 22%).

Continúa el descontento con las Administraciones

Por otra parte, un año más cabe destacar que existe un cierto descontento con las Administraciones nacional y regional, en lo que respecta a las medidas tomadas para desarrollar y fomentar el sector industrial. Un 51,59% considera que los incentivos a la industria promovidos en su región son insuficientes, y alcanza el 55% de descontento cuando se traslada esta misma pregunta al ámbito nacional. Estos datos reflejan una desconfianza prácticamente similar a la de 2021, ya

que fueron del 52% y del 57,74% respectivamente.

Asimismo, en lo que respecta a las actuaciones llevadas a cabo por la Administración de España en materia económica, los ingenieros técnicos industriales lo tienen claro, un 74% de los encuestados considera que no son suficientes o apropiadas.

En lo que atañe a la evolución de la situación del sector industrial en los próximos 6 meses en España, la perspectiva es mala o muy mala para el 47% de los encuestados, aunque seguida muy de cerca de la opción intermedia (37,2%). En la parte positiva se sitúa el 15,8% de los ingenieros encuestados.

Situación laboral

El Barómetro Industrial 2022 refleja también la valoración que realizan los trabajadores sobre la empresa donde trabajan. En líneas generales, casi el 70% de los trabajadores por cuenta ajena considera que su situación laboral en la empresa donde trabaja es buena o muy buena (en 2021 este porcentaje fue del 66,63%, y en 2020 del 62%), frente al 7% que la considera mala o muy mala (en 2021 suponía el 7,46% y en 2020 el 10%). Por su parte, el 93,19% ve bastante o muy probable la posibilidad de mantener su puesto de trabajo actual, un porcentaje notablemente superior al de 2021 (74%) y 2020 (67,71%).

En el caso de los trabajadores por cuenta propia (empresario o autónomo), el 40,75% piensa que la situación económica actual de su empresa es buena o muy buena (frente al 37,55% del año pasado), un porcentaje considerablemente superior a los que la consideran mala o muy mala, en concreto el 12%, tres puntos porcentuales menos que en 2021 (15%). La respuesta mayoritaria corresponde a la opción intermedia, con un 47,19%, prácticamente similar al año anterior.

En cuanto a la evolución económica de su empresa en los próximos años, el 45% opina que será buena o muy buena, el 39,81% la sitúa en una escala intermedia, y el 14,52% considera que será mala o muy mala. Llama la atención que, en este apartado en concreto, la visión de los empresarios y autónomos es algo más negativa que en 2021: el 50,67% opinaba entonces que sería buena o muy buena,

el 37,33% la situaba en una escala intermedia, y el 12% consideraba que sería mala o muy mala.

Temas de actualidad

El Barómetro Industrial cuenta también con un bloque de preguntas dedicadas a diferentes temas de actualidad, cuyas conclusiones son especialmente relevantes y significativas en el contexto económico y productivo actual.

Precio de la energía

Sin duda, uno de los asuntos que más preocupa es el incremento del precio de la energía, que está marcando registros históricos. El 47% de los ingenieros participantes en este barómetro considera que estos altos precios afectan en gran medida a la competitividad del sector industrial, seguida de un 31% que creen que afecta bastante, y un 12,23% se decantan por las respuestas de en poca o en ninguna medida. Un 9,71% por su parte, se mantiene en la escala intermedia. En segundo lugar, les preocupa la elevada inflación, y, en tercer lugar, la incertidumbre económica.

Centrales nucleares y reforma del sistema eléctrico

Por otra parte, el 76,83% sería partidario de alargar la vida de las centrales nucleares, y este porcentaje es todavía más mayoritario cuando se les pregunta si consideran necesaria una reforma del sistema eléctrico: así lo opinan el 96,29%.

Política medioambiental

El 89% considera contradictoria la rígida política medioambiental que se autoimpone Europa para luego permitir importar productos o materias primas de otros países, sin exigirles que cumplan los mismos protocolos laborales o de seguridad.

Además, el 92% de los ingenieros encuestados considera que se debería exigir a la industria ajena a la Unión Europea los mismos requisitos que a dicha industria (europea). El 34% considera que se debería exigir el cumplimiento de normativas medioambientales en el origen, mientras el 28,43% considera que habría que adoptar medidas más estrictas en la homologación de productos. Las siguientes medidas que consideran más adecua-

das serían, por este orden: aranceles compensatorios a la importación, el marcaje de los productos con etiquetas ambientales en función de su huella de carbono, y, por último, gravar el transporte de mercancías por emisiones de CO2.

Subida de los tipos de interés

Un 62% considera que la decisión que ha llevado al Banco Central Europeo (BCE) a adoptar una postura agresiva en la subida de los tipos de interés, para tratar de frenar la elevada inflación, puede influir bastante negativamente en el sector industrial; el 25% considera que puede influir mucho, el 12% poco y el 1% nada. Las dos consecuencias negativas más probables que indican son el freno a las inversiones (33,35%), y el cierre de pymes industriales (20,21%). A continuación, señalan la disminución de la demanda (17,25%), la insolvencia financiera (15,37%), y los recortes de personal en las empresas (13,82%).

Fondos Next Generation

En cuanto a los Fondos Next Generation de la Unión Europea, el 55% afirma que su empresa no ha recibido ninguna ayuda económica todavía, frente a un 12% que asegura haberlos recibido, y un significativo 33% que no lo tiene claro, y ha marcado la opción de NS/NC (no sabe o no contesta).

Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica

Siguiendo con estos fondos europeos, hasta la fecha se han creado 11 grandes PERTEs (Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica). De entre ellos, los ingenieros/as encuestados consideran que el PERTE de energías renovables es el más importante, y, a continuación, el orden de prioridad sería el siguiente: PERTE del hidrógeno renovable y almacenamiento, PERTE de microelectrónica y semiconductores, PERTE agroalimentario, PERTE de digitalización del ciclo del agua, PERTE para el desarrollo del vehículo eléctrico y conectado, PERTE de la economía circular, PERTE aeroespacial, y, por último, el PERTE para la industria naval.

Asimismo, se les preguntaba por

los PERTE que no se han creado, pero que en su opinión serían necesarios, y en este sentido han indicado los siguientes: PERTE de autoconsumo y comunidades energéticas (así lo opina el 25% de los encuestados), PERTE de la pyme industrial (20,94%), PERTE de la innovación tecnológica (20,56%), PERTE de la eficiencia energética residencial (17%), PERTE del transporte (11,43%), PERTE de la ciberseguridad (4%), y el 1% para "Otros".

Política fiscal y legislación laboral

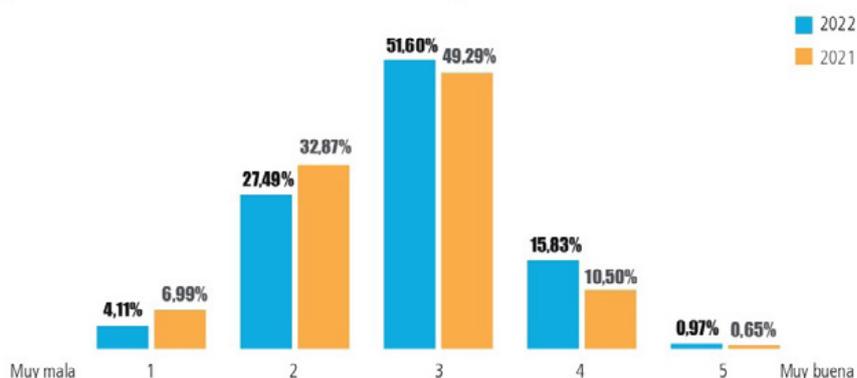
En otro orden de cosas, el 77% de los

ingenieros considera necesaria, en la situación actual, una política fiscal específica para el sector industrial.

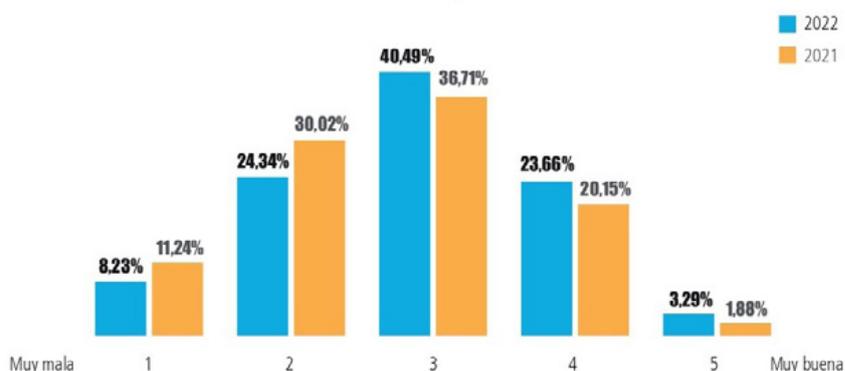
Por último, la mitad de los encuestados (51%) considera que los cambios en el ámbito de la legislación laboral (reforma laboral) llevada a cabo por el Gobierno de España no han afectado sustancialmente a su empresa, mientras que el 35,46% opina que ha supuesto una carga negativa adicional, y el 13,40% restante piensa que ha supuesto una decisión positiva.

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

¿Cómo valoraría la situación de la industria en España?



¿Cómo valoraría la situación de la industria en su provincia?



En relación a los Fondos Next Generation, ¿ha recibido su empresa alguna ayuda relacionada con los mismos, o está inmersa en algún procedimiento?



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 e Ingenieros Técnicos Industriales de España presentamos las novedades del PORTAL COGITI TOOLBOX donde encontrarás los mejores Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción.



SUSCRIPCIÓN ANUAL A CANECO BIM - AUTOCAD 2021

P.V.P. habitual: 8.140 €
P.V.P. COLEGIADOS:
Suscripción 1 año: 1.549 €



ECOSTRUXURE SPECIFICATION
DESCARGA GRATUITA

Paquete RFEM Acero EC3 5.xx
 (RFEM + RF-STEEL + RF-STEEL EC3)

- Contrato de servicio Pro
- 2 horas de curso de formación

5.400 € + IVA
4.400 € + IVA

PAQUETE RFEM ACERO EC3 5.XX

P.V.P. habitual: 5.400 €
P.V.P. COLEGIADOS:
4.400,00 €



NORMAS UNE

HELPEngineering

LLEGA UNA NUEVA FORMA DE HACER INGENIERÍA
Ingeniería Online, Ingeniería 4.0

SOLUCIONES DE INGENIERÍA MECÁNICA PARA FACILITAR EL TRABAJO DE LOS INGENIEROS

Premium Professional
 Cuota mensual
33% ITO

HELPEENGINEERING:
LICENCIA PREMIUM PROFESSIONAL MENSUAL

PACK COMPLETO dmELECT

77% Promoción

Instalaciones:
 - en Edificación
 - en Urbanización
 - Térmicas

P.V. 2.100€+IVA
495€ + IVA

COGITI PROMOCION especial dmELECT

¡No esperes más!
 (Este oferta es por tiempo limitado!)

PAQUETE COMPLETO dmELECT

Paquete PACK Completo

87% Promoción

ARCHIVOS:
 - Contratos de precios
 - Medios técnicos de obra y otros presupuestos
 CPALC-REBT
 - Medios técnicos
 CPALC-REBT-CE3
 CPALC-REBT-CE3
 CPALC-REBT-CE3
 CPALC-REBT-CE3

P.V. 7.812€ + IVA
990 € + IVA

COGITI PROMOCION especial cype

Paquete "PACK Completo" REBT

PAQUETE COMPLETO CYPE

Escuela Naval Militar de Marín

La Armada lleva formando a sus oficiales desde hace más de 300 años. Durante ese tiempo, ha cambiado la localización del centro de formación o el formato y las características de la enseñanza, pero no su esencia: la formación integral del oficial. La Escuela Naval Militar de Marín (Pontevedra) es heredera de esa tradición



Complejo de la Escuela Naval Militar de Marín (Pontevedra), de la Armada Española.

Mónica Ramírez

El pasado mes de septiembre, la ministra de Defensa, Margarita Robles, inauguraba en la Escuela Naval Militar de Marín (Pontevedra) el curso académico 2022-2023, inmerso en un proyecto de transformación digital, que tiene como finalidad la adaptación de la enseñanza militar a los nuevos tiempos, con respeto a los valores inalterables de las Fuerzas Armadas.

De forma global, el número de alumnos de la enseñanza de formación asciende este curso a 6.317, repartidos en 28 centros. Adicionalmente, también se imparten las enseñanzas de perfeccionamiento, cuyo objetivo es mantener una formación continua de los militares a lo largo de toda su vida profesional.

La Escuela Naval Militar de Marín, que desde 1943 forma a oficiales de la Armada, cuenta con una tradición superior a 300 años de historia. En la actualidad, estudian en ella cerca de 500 alumnos de enseñanza de formación de la escala de oficiales.

Enseñanza integrada

La enseñanza militar de formación sigue avanzando en su proyecto de moderni-

zación y transformación digital, para adaptarse a las exigencias de la sociedad actual. Está integrada en el sistema educativo general, con las adaptaciones precisas para incorporar a las titulaciones civiles la formación militar general y específica de los Ejércitos y los Cuerpos Comunes.

El modelo de currículo único, que ya está implementado en la enseñanza de formación de oficiales y suboficiales de los Cuerpos Generales y de Infantería de Marina de los Ejércitos y la Armada, se ha extendido en este curso a la Escala de Militares de Tropa y Marinería.

En la actualidad, hay 45 centros docentes militares en toda España que imparten enseñanza de formación, que consiste en capacitar a los alumnos para la incorporación a sus respectivas escalas; así como enseñanza de perfeccionamiento, que prepara al militar profesional para la obtención de especialidades, y altos estudios de la Defensa Nacional, orientados a profesionales de las Fuerzas Armadas y a otros ámbitos de las Administraciones Públicas y de la sociedad.

Historia de la Escuela Naval Militar

La Escuela Naval Militar tiene su origen en la creación, por José Patiño (1666-1736), en 1717, bajo el reinado de Felipe V, de la Real Compañía de Guardias Marinas, que se instala en Cádiz y abre sus puertas como Academia en mayo de dicho año. La finalidad era dotar a los futuros oficiales de la marina de guerra de una formación mixta científico-práctica.

En 1769, el Marqués de la Victoria dispone el traslado del Cuartel y la Academia a la Isla de León (San Fernando, Cádiz). Con el auge de la Armada Real, en tiempo de Carlos III, se organizan dos nuevas Reales Compañías de Guardias Marinas, una en Ferrol, a bordo del Navío "San Miguel", y otra en Cartagena, a bordo de los Navíos "San Eugenio" y "Vencedor", aunque centralizadas por la Academia de San Fernando.

En 1824 se unifican las tres Reales Compañías en un Colegio Real y Militar, ubicado en el Arsenal de La Carraca, y veintidós años más tarde, en 1845, se inaugura el Colegio Naval Militar en San Carlos, y se crea la clase de Aspirante de Marina.



Patio de aulas de la ENM.



Alumnos de la Escuela Naval Militar.

En 1870, siendo ministro de Marina Juan Bautista Topete, se crea la Escuela Naval Flotante de Aspirantes de Marina, a bordo de la Fragata "Asturias", fondeada en Ferrol. Ya en el siglo XX, por R.D. de 16 de mayo de 1902, se concede a la Escuela Naval Militar (ENM) el uso de la Bandera, que será igual a la de Infantería de Marina, con la inscripción "Cuerpo General de la Armada", rodeando por arriba al Escudo y, por debajo de él, "Escuela Naval".

En 1913 se abre la Escuela Naval Militar en San Fernando, en el mismo edificio de San Carlos, que ocupó de 1845 a 1868 el Colegio Naval. La estrecha relación de Marín con la Armada comienza en 1903, al crearse una Comandancia de Marina, y posteriormente, en 1916, una Base Naval Secundaria.

En 1924, la base naval de Marín pasa a llamarse Polígono de tiro naval Janer, en conmemoración de su fundador, al tiempo que se levantaba un monumento en su memoria, que actualmente se conserva.

Posteriormente, por decreto de 10 de diciembre de 1938, se autoriza la construcción de la Escuela Naval Militar de Marín, en las instalaciones del polígono de tiro "Janer", construyéndose en 1939, sobre el cuartel de marinería, el actual Cuartel Marqués de la Victoria y la zona residencial de la avenida de Oquendo. Tras la inauguración de la ENM, el 15 de agosto de 1943, se construye el gimnasio y la piscina. En su momento, la prensa lo consideró como "el mejor gimnasio de Europa".

En 1975, 35 años más tarde, se pone en marcha la construcción de nuevos edificios, como el Cuartel Francisco Moreno y el Edificio Isaac Peral. Finalmente, en 1990, se construye un edificio destinado a aula de maniobras, donde se ubicarán las dependencias de la Comisión Naval de Regatas.

Oficiales del Cuerpo de Ingenieros de la Armada

Tras superar los planes de estudios correspondientes, los alumnos obtienen la titulación de oficial de carrera de uno de los cuatro Cuerpos de la Armada: Cuerpo General de la Armada (CGA), Cuerpo de Infantería de Marina (CIM), Cuerpo de Intendencia de la Armada (CINA) y Cuerpo de Ingenieros de la Armada (CIA).

Los Oficiales del Cuerpo de Ingenieros tienen funciones de liderazgo y mando de equipos de trabajo, la investigación, análisis, supervisión y asesoramiento en los campos de ingeniería naval, sistemas de combate y sistemas de armas.

Por su parte, los Oficiales del Cuerpo General llevan a cabo las funciones de liderazgo y mando en los buques, submarinos, aeronaves y otras unidades, y también pueden formar parte de la Fuerza de Guerra Naval Especial (Operaciones Especiales), encuadrada dentro de la Fuerza de Infantería de Marina.

Los Oficiales del Cuerpo de Infantería de Marina llevan a cabo las funciones de liderazgo y mando de las unidades de la Fuerza de Infantería de Marina más antigua del mundo, exponente de la capacidad expedicionaria y de proyección de fuerza de la Armada, cuyo lema es "Valientes por tierra y por Mar".

Modalidades de acceso

Para convertirse en oficial de la Armada es necesario tener un título de Grado Universitario. Existen dos modalidades de carrera en la Escuela Naval Militar: una para los que acceden sin título de Grado y otra para los que ya lo han cursado en la Universidad.

En el caso de ingreso sin título universitario, una vez superada la EvAU, el título de Grado necesario para ser Oficial de la Armada se imparte durante el periodo de formación en la ENM, con una duración de cinco años. De esta forma, la titulación que se obtiene es

doble: la de Oficial de la Armada de los Cuerpos General e Infantería de Marina y el Grado en Ingeniería Mecánica, por la Universidad de Vigo. Los alumnos realizan estudios de asignaturas propias de un marino, compaginadas con asignaturas de una ingeniería industrial de la rama de mecánica.

Por su parte, en la modalidad de acceso para aquellos que ya tienen un título universitario, la formación académica tiene una duración de uno a dos años, y únicamente se imparten asignaturas profesionales de la Armada, pues habrán ingresado con la titulación universitaria correspondiente.

Durante el tiempo de formación, los alumnos pasan por los distintos empleos tradicionales en la Escuela Naval Militar. En el primer y segundo curso tienen el tratamiento de aspirante, en el tercero y cuarto de Guardiamarina, y por último, en el quinto curso, de Alféreces de Fragata o Alféreces, dependiendo del cuerpo militar al que pertenezcan. Los Cuerpos a los que se puede acceder son el Cuerpo General, Infantería de Marina, Cuerpo de Ingenieros y cuerpo de Intendencia de la Armada, y la titulación obtenida es Oficial de la Armada de los respectivos Cuerpos.

Actualmente, en este centro docente se están impartiendo un total de 25 cursos, enmarcados en 12 planes de estudios. Asignaturas profesionales como navegación, táctica, operaciones anfibia, topografía, y muchas más son impartidas por los profesores oficiales de esta Escuela Naval, mientras que asignaturas como física, matemáticas, electrónica, etc., son impartidas por los profesores del Centro Universitario de la Defensa, ubicado en la Escuela Naval Militar y adscrito a la Universidad de Vigo, con el objeto de obtener el grado en Ingeniería Mecánica.

Una vez finalizada la formación, los alumnos recibirán los Reales Despachos, incorporándose en las unidades de la Armada como alféreces de navío o tenientes.

Pedro Cardona Suanzes

Capitán de Navío y Comandante-Director de la Escuela Naval Militar de Marín (Pontevedra)

“Varios países nos confían a alumnos para formarlos completamente aquí, cursando la totalidad de currículum y no sólo un intercambio temporal”

M. R.

Pedro Cardona Suanzes es Capitán de Navío y Comandante-Director de la Escuela Naval Militar de Marín, en la provincia de Pontevedra. Ha desarrollado la mayor parte de su carrera profesional en buques de superficie, fundamentalmente en fragatas, como la “Asturias”, “Reina Sofía” y “Almirante Juan de Borbón” (dotación de quilla), desempeñando, entre otros, los destinos de jefe de máquinas y jefe de operaciones.

¿Qué balance hace de su trayectoria profesional hasta el momento actual?

Entré en la Armada para servir a España y a los españoles. Lo que no me esperaba era que ese servicio fuera tan gratificante. Esto no es una mera profesión. Es un modo de vida que devuelve mucho más de lo que se le entrega. El balance es, por tanto, muy positivo, y creo que esta misma respuesta se la daría cualquier oficial de la Armada, independientemente de su trayectoria.

Desde 2021 es director de la Escuela Naval Militar de Marín, ¿cómo está siendo la experiencia en la dirección de la Escuela?

Me siendo afortunado. Trabajo con lo mejor que tenemos: nuestros jóvenes. Yo no comparto esa corriente de opinión sobre los jóvenes españoles que les tilda de indolentes. Veo a diario compromiso, responsabilidad y esfuerzo en mis alumnos. Está siendo, por tanto, una experiencia estimulante. También está siendo un reto. Tenemos que formar a una generación de oficiales que operará en un entorno que evoluciona a un ritmo nunca visto, por lo que es complejo entender qué tipo de competencias serán necesarias dentro de unos años. Procuramos darles herramientas mentales generales para la resolución de situaciones y problemas complejos y, en ese sentido, la formación en ingeniería que les proporcionamos es esencial. Así lo reflejan los informes de los superiores de los oficiales que egresan de la Escuela cada año, sus “empleadores”, por así decirlo.



Pedro Cardona

“La formación en Ingeniería que proporcionamos a los alumnos es esencial, como reflejan los informes”

¿Cuáles son los principales objetivos que se ha marcado?

El mando de la Escuela dura tres años, de modo que me he planteado un programa de mando en el que el esfuerzo principal del primer año era “transformar”, en el segundo año es “consolidar”, y el en año final espero que sea “ajustar”. Este programa lo implemento a través de seis líneas de acción principales relativas a la seguridad, aseguramiento de la calidad, diseño del proceso de enseñanza, transformación digital, mejora de los posibilitadores e investigación. Cada línea de acción tiene, a su vez, una serie de objetivos. Le mencionaré únicamente dos,

para no extenderme. Por una parte, el proceso de enseñanza debe proporcionar una formación integral equilibrada y centrada en los valores. Esto no es un mantra, sino el hecho diferencial de la formación en la Escuela Naval. No enseñamos a “hacer” algo. Enseñamos a “ser” algo, y eso se consigue con una formación sólida en valores. Para ello, hemos desarrollado e implementado un Plan de Formación en Valores, objetivo central para mí. El segundo objetivo que le mencionaré es la explotación del éxito en el proceso de transformación digital que experimentó la Escuela durante la pandemia. Se trata de transformar el reto que supuso esta situación extrema, en una oportunidad de cambiar.

¿Qué puede contarnos sobre el conocimiento, la innovación tecnológica y el desarrollo de proyectos de Inteligencia Artificial en la Escuela Naval Militar?

En la Escuela Naval se encuentra ubicado el Centro de Inteligencia Artificial de la Armada que está desarrollando, junto con el Estado Mayor de la Armada, un documento estratégico que ordene los fines y objetivos de Inteligencia Artificial en la Armada, las formas de llegar a esos objetivos y los medios necesarios para alcanzarlos. Los ámbitos de actuación son muchos y las posibilidades enormes, desde las aplicaciones de carácter operativo hasta las relativas a logística, o personal y enseñanza, por ejemplo. Este Centro ha establecido ya convenios de colaboración y relaciones de diversa índole con el mundo académico, el institucional o el empresarial, entre otros. “Algunos proyectos, particularmente los operativos, tienen aspectos clasificados, de modo que me referiré únicamente a tres proyectos en marcha que afectan directamente a la enseñanza”. El CIA2, como le llamamos nosotros, está desarrollado un algoritmo

de IA que evalúe los ejercicios de Oficial de Guardia en Puente que hacemos en los simuladores de navegación. Un segundo proyecto, pretende elaborar un algoritmo que permita el mantenimiento basado en la condición de una serie de equipos de los buques de instrucción de la Escuela, aprovechando la cantidad ingente de datos que procesan los sensores del barco. Finalmente, se está trabajando en algoritmos que permitan medir el progreso de cada estudiante y aplicar medidas personalizadas, en caso necesario.

¿Con cuántos alumnos cuenta la Escuela actualmente? ¿Cuál es el porcentaje de mujeres?

El número varía a lo largo del año por diversas circunstancias, pero ahora mismo son 470. Esto nos permite realizar una enseñanza de muy alta calidad y muy personalizada, en grupos pequeños. En cuanto a la segunda pregunta que me formula, la mujer se incorporó a la Armada hace más de treinta años. Para nosotros se trata de algo fundamental, ya que no podemos renunciar al talento que tiene ese 50% de la población. Actualmente tenemos 57 alumnas en la Escuela, lo que supone en torno al 12 % del total. Esta distribución no es homogénea. En algunos Cuerpos, como por ejemplo, Intendencia, son aproximadamente el 35%. No estamos satisfechos con estos porcentajes y trabajamos para explicar mejor a las mujeres lo que es la Armada y las oportunidades que tienen aquí y, de esa manera, incrementar estos números.

Como especialista en energía y propulsión, y en guerra electrónica, ¿qué papel juega la ingeniería en este ámbito?

Las unidades de la Armada, en general, y los barcos, en particular, son una de las cosas más complejas que construyen los seres humanos. Son, básicamente, sistemas de sistemas cada uno de los cuales es, en sí mismo, un milagro de la ingeniería. Le pondré un ejemplo. El programa de control del sistema de guerra electrónica de una fragata tiene más líneas de código que el programa de vuelo de los trasbordadores espaciales. Nuestras unidades son a la vez barcos, pequeñas ciudades flotantes, centros de control y detección muy sofisticados, y máquinas de robustas de combate. Se puede imaginar lo que todo esto supone

en términos de ingeniería y el papel que esta juega a bordo. Es como un parque temático para ingenieros.

En la Escuela Naval se estudian cuatro ramas diferentes, ¿qué diferencia hay entre unos cuerpos y otros?

La diferencia fundamental entre los diferentes Cuerpos son sus cometidos. Simplificando un poco, el Cuerpo General es el encargado de preparar y emplear la fuerza, así como del apoyo a la fuerza. Los cometidos operativos del Cuerpo de Infantería de Marina se centran en las operaciones anfibas, que permiten proyectar el poder naval sobre tierra, y operaciones de protección. El Cuerpo de Intendencia se encarga del planeamiento y gestión del recurso económico y del aprovisionamiento. Finalmente, el Cuerpo de Ingenieros se encarga de la supervisión de la construcción naval, así como de la inspección y asesoramiento de todos los aspectos de ingeniería naval y de armas navales.

¿Cuáles son los principales valores y capacidades que han de tener los alumnos de la Escuela Naval Militar?

Creo que hay ser sinceros en este punto y decir algo que, posiblemente, no se espera oír de alguien que expone las virtudes de una profesión: no todo el mundo vale para ser oficial de la Armada. La Escuela Naval es dura y exigente. Es un reto que no todos están en disposición de superar. Hay varias cosas que son imprescindibles aquí. Por una parte, hay que tener amor a España, generosidad y una buena predisposición a servir a los demás. Defendemos a España, a sus ciudadanos y a sus intereses, anteponiéndolos siempre a los nuestros propios. Los marinos somos parte de algo mucho más grande que nosotros mismos y hay que estar dispuesto a aceptar los peajes que suponen ese servicio, esa entrega. También es ne-

“En la Escuela Naval se encuentra el Centro de Inteligencia Artificial de la Armada que se está desarrollando”

cesaria una cierta capacidad intelectual. La nota de corte es alta y el currículo que se imparte aquí es complejo, y hay que compatibilizarlo con múltiples actividades, lo que limita el tiempo de estudio disponible.

Una de las peculiaridades de la Escuela es que cuentan con un Erasmus Militar, ¿cómo está siendo la experiencia en este intercambio de alumnos procedentes de otros países de la Unión Europea?

Sinceramente, no creo que sea una peculiaridad. Los alumnos de la Escuela Naval y de las instituciones similares de nuestros amigos y aliados no son más que un extracto de la sociedad actual y experimentan los mismos beneficios que un universitario corriente cuando se va de intercambio: conocer otras culturas, gentes, formas de hacer las cosas, aprenden a resolver los problemas que les surgen de manera

“Cerca de un 10% del batallón de alumnos son extranjeros de cuatro continentes. Somos una de las escuelas navales más demandadas para formarse fuera”

autónoma... en fin, lo normal.

Desde el punto de vista de la Escuela, este asunto tiene una segunda derivada importante y es el prestigio de la institución. Cerca de un 10% del batallón de alumnos son extranjeros que proceden de cuatro continentes. Somos una de las escuelas navales más demandadas para formarse fuera. Tenemos varios países que nos confían a alumnos para formarlos completamente aquí, cursando la totalidad de currículo y no sólo un intercambio temporal. Países como Estados Unidos, que tiene intercambios con más de 60 países, manda a nuestra Escuela Naval más alumnos que a cualquier otra escuela naval del mundo. En fin, creo que hay que ser humilde y nada auto-complaciente, pero también creo que hay que sentirse orgulloso de lo que tenemos en Marín.

José Martín Davila

Director del Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

“En el CUD-ENM se imparten el grado en Ingeniería Mecánica y el máster universitario en Dirección TIC para la Defensa”

M. R.

José Martín Davila, Doctor en Ciencias Físicas, especialidad en Geofísica, es Capitán de Navío de la Armada y ha sido jefe de estudios de la Escuela de Estudios Superiores de la Armada, y director del Real Instituto y Observatorio de la Armada, entre otros cargos. En la actualidad, es director del Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar.

En julio de 2020 es nombrado director del Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar (CUD-ENM), adscrito a la Universidad de Vigo (UVIGO). ¿Cómo está siendo su experiencia como director del CUD-ENM?

La experiencia está siendo muy gratificante, pues me ha permitido regresar a la Escuela Naval Militar, donde me formé como oficial de la Armada, como director de un centro universitario donde se compagina educación superior e investigación, tareas a las que he dedicado más de 30 años de mi actividad profesional previa.

¿Cuándo se creó el CUD-ENM y con qué objetivos?

El sistema de centros universitarios de la defensa fue creado en el año 2008 mediante el Real Decreto 1723, ubicándose respectivamente en la Academia General Militar (CUD-AGM), Escuela Naval Militar (CUD-ENM) y Academia General del Aire (CUD-AGA), ampliándose posteriormente, en 2012, al Grupo de Escuelas de la Defensa (CUD-ACD). Fueron adscritos, mediante convenios del Ministerio de Defensa (MINISDEF), a las Universidades de Zaragoza, Vigo, Politécnica de Cartagena y Alcalá, respectivamente. De forma concreta, este centro, el CUD-ENM, arrancó su actividad docente en el año 2010, cuando comenzaron a impartirse las materias correspondientes al primer curso académico del grado en Ingeniería Mecánica (Intensificación en Tecnologías Navales), título oficial de la Universidad de Vigo.



José Martín Davila

¿Qué procedimiento hay que seguir para acceder como alumno a este Centro Universitario de la Defensa?

La Ley 39/2007, de 19 de noviembre, de la carrera militar, introdujo una importante reforma en la enseñanza de las Fuerzas Armadas, estableciendo como requisito a los futuros oficiales de las Fuerzas Armadas, la obtención de un título de grado universitario antes de obtener su primer empleo militar efectivo. A tal fin, dicha Ley prevé la creación del sistema de centros universitarios de la defensa (CUD) antes mencionado, y su adscripción a una o varias universidades públicas. Nuestros alumnos son, por consiguiente, los que acceden sin titulación previa a la Escuela Naval Militar (ENM), y han escogido formarse para ser oficial de la Armada de Cuerpo General o de Infantería de Marina. El procedimiento de acceso lo marca el Ministerio de Defensa, y básicamente se realiza en base a la nota de la EVAU, como en cualquier otro grado universitario, debiendo realizarse además una serie de pruebas complementarias, como son un test psicotécnico, unas pruebas físicas, un reconocimiento médico, y una prueba de nivel de inglés. Estas pruebas son eliminatorias si no se superan unos umbrales mínimos, pero no

puntúan. Es necesario tener una nota en la EVAU suficiente, que en la actualidad es superior a 12 puntos sobre 14, y pasar de forma satisfactoria las pruebas antes citadas.

¿Cuántos titulados suelen salir cada año de media?

Los alumnos que acceden a la ENM cursan un único currículo de cinco años de duración, que incluye dos planes de estudio, uno correspondiente al grado en Ingeniería Mecánica, que imparte el CUD-ENM, y el otro a su formación militar general y específica, que imparte la ENM. Su progresión de curso, o incluso su baja, dependen de sus resultados globales. Por ejemplo, un alumno puede tener un buen rendimiento en el grado, pero causar baja en la ENM por no superar las pruebas físicas establecidas, lo que conllevaría su baja también en el grado. Por ello, el número de egresados varía en función del número de alumnos que ingresaron el año correspondiente al acceso, del rendimiento académico en los estudios de grado de cada promoción, y también de su rendimiento en las materias de formación militar general y específica.

Como orientación decir que entre el año 2015, en que finalizó la primera promoción del grado, y el año 2022 que ha terminado la

“Los métodos de enseñanza y aprendizaje en el CUD-ENM están evolucionando a la par que lo hacen las nuevas tecnologías”

última, han egresado un total de 481 alumnos, incluyendo 2 alumnos tailandeses y 3 peruanos, lo que supone una media de 60 alumnos por año. No obstante, varias de estas promociones ingresaron los años de mayor crisis económica, en que el número de plazas autorizadas fue menor (del orden de 45) al habitual, que es de aproximadamente 80 alumnos.

Una adecuada formación científica y técnica de los alumnos es, por tanto, fundamental para el desempeño de sus funciones en sus futuros destinos como oficiales. En líneas generales, ¿qué formación se imparte en el CUD-ENM y sobre qué materias específicas?

En el CUD-ENM se imparten dos titulaciones oficiales de la Universidad de Vigo: el grado en Ingeniería Mecánica (Intensificación en Tecnologías Navales) y el máster universitario en Dirección TIC para la Defensa (máster DIRETIC).

Respecto al grado, señalar que es la misma titulación que se imparte en la UVIGO, en este caso con una intensificación propia de 48 créditos ECTS en materias de especial interés para la Armada, como pueden ser Máquinas y motores navales, Sistemas de radiocomunicaciones, Fundamentos de redes de ordenadores o Inglés, entre otras. El resto de materias, el 80% del grado, es común con el título que se imparte en el campus de la UVIGO, y con el 75% del grado en Ingeniería Mecánica que se imparte en cualquier universidad española.

Respecto al máster, simplemente mencionar que es un título que se imparte para cubrir una necesidad formativa del Ministerio de Defensa a nivel de Gestión y Dirección en el ámbito de las tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), y está orientado a oficiales de las Fuerzas Armadas que se encuentran en mitad de su carrera profesional.

Como centro adscrito a la Universidad de Vigo, ¿qué titulación se obtiene al finalizar los estudios? ¿Cuánto tiempo dura esta formación y con qué otros aspectos formativos se complementa?

En el caso de los alumnos del grado, el título que obtienen al finalizar sus estudios es el de Graduado en Ingeniería Mecánica (Intensificación en Tecnologías Navales) por la UVIGO. El currículo

“La Ley 39/2007, de 19 de noviembre, de la carrera militar, estableció como requisito a los futuros oficiales de las Fuerzas Armadas, la obtención de un título de grado”

lo que cursan los alumnos que acceden sin titulación previa, comprende un periodo formativo de cinco años, en el que los alumnos cursan los dos planes de estudio, el correspondiente al grado y el correspondiente a su formación militar, que he mencionado anteriormente. La formación científico-técnica que proporciona el grado se complementa con la formación militar general y específica, responsabilidad de la ENM, que incluye tanto asignaturas militares, como pueden ser Maniobra y navegación, Táctica u Operaciones anfibia, entre otras, como formación práctica en simuladores o lanchas de instrucción, o formación física, entre otras actividades.

¿Cómo se está viviendo la transformación digital de la enseñanza militar? ¿Y en lo relacionado con la Ingeniería?

La transformación digital es una clara apuesta del Ministerio de Defensa en todos los campos, incluyendo la formación militar, como no podía ser de otra forma, dada la evolución de estas tecnologías y su presencia en cualquier ámbito de la sociedad actual. En este sentido, está en marcha un ambicioso proyecto del Ministerio, denominado GNOSS, dotado con un presupuesto proveniente de los Fondos Next Generation EU, para la formación en competencias digitales del personal de tropa y marinería de las Fuerzas Armadas, personal de apoyo y profesorado de los centros docentes militares, entre otros.

El CUD-ENM no podía ser ajeno a dicho proceso, y los métodos de enseñanza-aprendizaje están evolucionando a la par que lo hacen las nuevas tecnologías. En esta línea, se han dotado las aulas de pizarras digitales, pantallas repetidoras, etc., lo que, sumado a las plataformas de teledocencia y videoconferencia del Ministerio de Defensa y de la UVIGO, permiten no sólo la impartición remota de materias, con ubicaciones de profesores y alumnos en diferentes emplazamientos, bien de forma colectiva o individualizada, como sucedió en los peores momentos de la pandemia por COVID-19, sino que, además, permite grabar las clases de teoría y seminarios, y, de esta forma, disponer de un “Banco docente” que el alumno puede consultar en cualquier momento y desde cualquier lugar, lo que, además de facilitar el proceso formativo, se convierte en un recurso muy valioso desde

el punto de vista docente.

En el ámbito de la ingeniería, la transformación digital es una realidad. Las capacidades de computación actuales, de automatización de procesos, el control remoto en tiempo real de multitud de equipos gracias a las tecnologías 5G, la miniaturización de componentes, las altas velocidades en las redes de comunicaciones, las múltiples aplicaciones de la inteligencia artificial,

“La formación científico-técnica que proporciona el grado se complementa con la formación militar general y específica, responsabilidad de la ENM”

etc., están abriendo campos inimaginables hasta hace muy poco tiempo, a la par que se transforman los campos clásicos de la ingeniería. Estamos inmersos en una revolución tecnológica que influye en todos los ámbitos sociales, a la que la ingeniería no podía ser ajena.

¿Cómo cree que debería evolucionar dicha transformación?

En el ámbito de la enseñanza militar, la transformación digital que estamos viviendo debería permitir profundizar en los sistemas de enseñanza-aprendizaje híbridos, con una alta componente telemática, que permitan una oferta formativa muy amplia, especialmente en el ámbito del perfeccionamiento, con elementos formativos cortos, muy especializados, que faciliten la configuración de currículos flexibles adaptados a unas necesidades de la Defensa sometidas a cambios cada vez más rápidos, y que, asimismo, faciliten la formación continua de los miembros de las Fuerzas Armadas, independientemente de su ubicación geográfica, horarios, dispositivo disponible o situación personal/profesional, entre otros.

En el ámbito de la ingeniería, debería proporcionar, en todos los ámbitos, herramientas tecnológicas que permitan evolucionar hacia una sociedad más sostenible, más armónica con el medio, con menores cargas de trabajo y, en consecuencia, con jornadas laborales más reducidas, de forma que las nuevas tecnologías faciliten una vida mejor, de más calidad.

Academia General del Aire de San Javier

En el año 1920, la Aeronáutica Naval propuso la creación de una base aérea que estuviera próxima a Cartagena por motivos esencialmente estratégicos. Para ello se adquirió, junto a Santiago de la Ribera, una amplia extensión de terreno por las excelentes cualidades que el Mar Menor reúne para la actividad aeronáutica. En 1930, el Ministerio de Marina comunicó la denominación oficial de Base Aeronaval de San Javier



Edificio principal del Centro Universitario de la Defensa de San Javier.

Mónica Ramírez

La Academia General del Aire y del Espacio (AGA) tiene su base en San Javier (Murcia). El jefe de la Base Aérea de San Javier y Academia General del Aire y del Espacio, bajo la dependencia orgánica del Mando Aéreo General y funcional del Mando de Personal del Ejército del Aire y del Espacio, es además el titular de la Comandancia Militar Aérea del Aeropuerto Internacional de la Región de Murcia (Demarcación; Aeropuerto de Corvera).

Reseña histórica

Al finalizar la Guerra Civil, la Base de San Javier pasó a formar parte del recién creado Ejército del Aire. En esta nueva etapa, su misión principal volvió a ser la enseñanza de vuelo, y de este modo se creó la Escuela Premilitar Aérea, que formaba a los pilotos de complemento. En 1940 salió la primera promoción, con 400 alumnos.

La Escuela de San Javier se englobaba en el Grupo de Escuelas de Levante, del que formaban parte las Escuelas Elementales de El Palmar y Alcantarilla, así como el Aeródromo de Los Alcázares, y diversos campos eventuales, como el del Carmolí.

Al desarrollarse el Ejército del Aire, fue necesario dotarlo de una Academia General de Oficiales, al igual que el Ejército y la Armada, de tal manera que, por Decreto de 28 de julio de 1943, se creaba la Academia General del Aire, siendo ministro del Aire el general Juan Vigón Suero-Díaz. Esta nueva Unidad tenía la misión de formar a los futuros oficiales profesionales del Ejército del Aire en los aspectos militar, aeronáutico, cultural-humanístico y físico. El 15 de septiembre de 1945, dieron comienzo las actividades de la Academia General del Aire, con el ingreso de la Primera Promoción. Otro hito histórico fue la formación de la Patrulla Águila, en 1985, fruto del interés y gran

esfuerzo de un grupo de profesionales de la Academia General del Aire (AGA). Su primer vuelo se realizó el 4 de junio, y en aquel momento estaba compuesta por 5 aviones C-101. En la actualidad, la patrulla Águila está formada por 7 aviones y por personal de la Academia General del Aire.

Nuevo modelo de enseñanza desde 2010

Con el nuevo siglo, se produjo la reforma más destacada que ha tenido hasta el momento la enseñanza militar y, por tanto, también la AGA. El 29 de septiembre de 2010 tuvo lugar la ceremonia de inauguración oficial del primer curso académico conforme al nuevo modelo de enseñanza, que no solo incorporaba planes de estudio de Grado, sino que también modificaba la propia dimensión del centro, al incluir el Centro Universitario de la Defensa de San Javier.



Instalaciones de la Academia General del Aire de San Javier, vistas desde el aire.

Tras el cambio de nombre del Ejército del Aire, recogido en el RD 524/2022 de 27 de junio de 2022, la Academia General del Aire (AGA) pasa a denominarse Academia General del Aire y del Espacio, según Directiva 36/2022 de 16 de noviembre del 2022.

A lo largo de todo ese periodo, la Academia General del Aire y del Espacio se ha ido adaptando a los nuevos tiempos, aunque sigue manteniendo la finalidad inicial de formar a los futuros oficiales del Ejército del Aire y del Espacio. Desde su creación, a día de hoy, 11.461 alumnos han pasado por este centro docente militar de formación de Cuadros de Mando, dirigido en la actualidad por el coronel Pascual Soria Martínez.

Durante este curso 2022-2023, cabe destacar un hito importante, ya que se está implantando el sistema de enseñanza ITS, con la llegada de los nuevos aviones Pilatus PC-21, que actualmente desarrollan su actividad como "avión entrenador" de la Escuela Básica, formando a los alumnos de cuarto curso.

La Academia General del Aire y del Espacio actualmente se compone de tres escuadrones de vuelo: 794 Esdron. Patrulla Águila (E.25, C101); 792 Esdron. Escuela Básica (E.27, Pilatus PC-21), y 791 Esdron. Escuela Elemental (E.26, Pillán).

Centro Universitario de la Defensa de San Javier (CUD-AGA)

El origen del Centro Universitario de la Defensa se encuentra en el diseño del modelo de enseñanza de formación

para Oficiales de las Fuerzas Armadas, actualmente vigente, que quedó definido en la Ley 39/2007 de la carrera militar.

En su artículo 44, establece que la formación de oficiales de los cuerpos generales y de infantería de marina tiene como finalidad la preparación para el ejercicio profesional y la capacitación para la incorporación a sus respectivas escalas. Comprende, por una parte, la formación militar general y específica y, por otra, la correspondiente a un título de grado universitario del sistema educativo general.

De este modo, se indica que, con la finalidad de impartir las enseñanzas de las titulaciones universitarias de grado, el Ministerio de Defensa promoverá la creación de un sistema de centros

universitarios de la defensa, y la adscripción de éstos a una o varias universidades públicas. Corresponderá al Ministerio de Defensa la titularidad de los citados centros, que la ejercerá a través de la Subsecretaría de la Defensa, y se ubicarán en los correspondientes centros docentes militares de formación de oficiales.

Mediante el RD 1723/2008, de 24 de octubre, se crea el sistema de centros universitarios de la Defensa, y entre ellos el Centro Universitario de la Defensa ubicado en la Academia General del Aire. Posteriormente, se suscribe el convenio de adscripción del Centro Universitario de la Defensa, en San Javier, a la Universidad Politécnica de Cartagena (BOD núm. 25, de 8 de febrero 2010), en el que se determina que en dicho centro se impartirá el título de grado en Ingeniería en Organización Industrial.

La actividad académica del CUD-AGA comienza en el 2010-2011 con la implantación del primer curso del grado en Ingeniería en Organización Industrial, y en el curso 2014-2015 egresa la primera promoción, que corresponde a la sexagésima sexta promoción del Ejército del Aire y del Espacio. En el curso 2017-2018 se imparten estudios de Máster, en concreto la primera edición del Máster oficial en Técnicas de Ayuda a la decisión, por la Universidad Politécnica de Cartagena.

En la actualidad, el Centro Universitario dispone de una plantilla de personal docente e investigador, constituida por un total de 39 profesores, de los que el 90% son doctores, y el 30% disponen de la acreditación de profesor titular.



Acceso de la Academia General del Aire de San Javier.

Pascual Soria Martínez

Director de la Academia General del Aire y del Espacio (AGA) de San Javier

“Se ha dado un gran paso en el uso de la realidad virtual o la inteligencia artificial en los procesos de aprendizaje”

M. R.

El coronel Pascual Soria Martínez es el director de la Academia General del Aire y del Espacio (AGA) de San Javier (Murcia), desde julio de 2021. Nacido en Caravaca de la Cruz, en 1967, pertenece a la 44 Promoción de oficiales de la AGA, y a lo largo de su trayectoria profesional como piloto acumula cerca de 3.000 horas de vuelo en diferentes aeronaves como CASA C-101, Northrop F-5, Mirage F-1 y Eurofighter.

De todas las misiones en las que ha participado, ¿cuáles destacaría?

Después de 35 años de servicio, resultaría muy difícil elegir la participación en una única misión por encima del resto, ya que cada misión que realizas, cada destacamento en el que participas, te ayuda a formarte como oficial, aportándote unas enseñanzas y unas vivencias únicas. No obstante, si tuviera que señalar aquellas que más me han marcado, profesional y personalmente, destacaría mi paso por Afganistán como parte de la Fuerza Internacional de Asistencia para la Seguridad (ISAF), mi participación como jefe del Destacamento Mamba en Gabón, dentro de la Operación A/C como contribución española en apoyo a la República Centroafricana, y la participación en el Ejercicio Cope Thunder (Alaska - EEUU) en el que, por primera vez, un destacamento de Mirage F-1M, españoles, cruzaron el Atlántico.

“La formación de estos alumnos dura 5 años, 4 de ellos en la AGA, y el último año en alguno de los distintos Centros Docentes Militares”



Coronel Pascual Soria.

Desde 2021 es director de la Academia General del Aire y del Espacio, ¿cómo valora su experiencia al frente de la Academia?

Es imposible expresar con palabras lo que este año y medio, durante el que he tenido el privilegio de dirigir la Academia General del Aire y del Espacio, está significando para mí. Al inmenso honor que supone el asumir el mando de una unidad del EA, en la AGA se le une el privilegio y la gran responsabilidad que implica la formación de los futuros oficiales del EA. Una misión fundamental, ya que estos oficiales están llamados a convertirse en los futuros líderes del EA, quienes deberán contar con la mejor preparación para afrontar los muchos retos que esta profesión les deparará a lo largo de su carrera militar.

Y si a esta responsabilidad unimos la circunstancia de estar viviendo un hito histórico con la implantación del nuevo sistema integrado de enseñanza (ITS), basado en la aeronave PC-21 Pilatus, en la AGA, o la implementación

de nuevos planes de estudios, que los dominios del espacio y la ciberdefensa nos requiere, no tengo más que considerarme como un gran privilegiado por dirigir esta Unidad en esta etapa tan demandante, pero a la vez, tan ilusionante. He de añadir que, para llevar a cabo esta importante tarea, tengo la suerte de contar con un extraordinario equipo de hombres y mujeres que, conscientes de la importancia de la misión que tenemos asignada, no escatiman ningún esfuerzo y dedicación para llevarla a cabo.

¿Cuáles son los principales valores y capacidades que han de tener los alumnos de la AGA?

Un alumno en la AGA no se prepara únicamente para superar un curso. Como he indicado anteriormente, estos alumnos se instruyen y se forman para convertirse en los futuros líderes del EA, y un líder debe ser fiel reflejo de todos y cada uno de los valores fundamentales que han de primar en cualquier componente del EA. Estos valores son disponibilidad, compromiso, lealtad, respeto, espíritu de equipo, profesionalidad, ejemplaridad, disciplina y valor. Todos y cada uno de estos valores fundamentales, sin excepción, deben formar parte de la tarjeta de visita de un aviador y, nuestros alumnos, como garantes de la historia y tradición del EA, deben exhibir estos valores a lo largo de toda su vida, tanto cuando visten este uniforme como cuando no lo hacen, porque todos son plenamente conscientes de que ser militar es mucho más que una profesión, constituye una forma de vida.

¿Cuál es el procedimiento habitual para acceder a la Academia General del Aire y del Espacio?

El procedimiento para acceder a la AGA va a depender de si el aspirante tiene titulación universitaria previa o no. Para

aquellos sin titulación previa, el sistema de selección será el de concurso-oposición. Para ello, se les valorará la puntuación obtenida en la prueba de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado, para quienes se encuentren en posesión del título de Bachiller y, además, tendrán que realizar una serie de pruebas para determinar su aptitud y capacidad (lengua inglesa, aptitud física, aptitud psicofísica y reconocimiento médico). La formación de estos alumnos dura 5 años, 4 de ellos en la AGA, y el último año en alguno de los distintos Centros Docentes Militares de Formación (CDMF), dependiendo de su especialidad fundamental. Estos alumnos, además de la formación militar, tienen que realizar los estudios universitarios correspondientes al Grado en Ingeniería de Organización Industrial (GIOI), que realizan en el Centro Universitario de la Defensa (CUD), ubicado en las instalaciones de la AGA y adscrito a la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT).

Para aquellos que cuentan con titulación universitaria, el procedimiento de acceso también consiste en un concurso-oposición, pero, en este caso, la estancia en la AGA se reduce a 1 o 2 años (dependiendo de la especialidad) y, al contar ya con una titulación universitaria, no han de realizar los estudios correspondientes al Grado en Ingeniería en el CUD. A estos alumnos se les valora en la fase de concurso los méritos académicos, profesionales y personales, mientras que, en la fase de oposición, también han de superar una serie de pruebas (de aptitud psicofísica, de lengua inglesa y de conocimientos).

Asimismo, indicar que también existe la posibilidad de que un alumno acceda a la AGA tras un proceso de promoción interna, y el correspondiente cambio de escala o cuerpo al que está adscrito.

En lo que respecta a la formación de los oficiales del Ejército del Aire y del Espacio, ¿cuáles son los sistemas de entrenamiento en vuelo? ¿Cómo ha sido la evolución de este aprendizaje a lo largo de los últimos años?

Los alumnos cuya especialidad es la de vuelo afrontan su primer contacto con los sistemas de entrenamiento durante su tercer año. En ese mo-

“Nuestros alumnos son conscientes de que ser militar es mucho más que una profesión, constituye una forma de vida”

mento, como alumnos de la Escuela Elemental, estos alumnos iniciaban su andadura aeronáutica en la aeronave E.26 Pillán. Y me refiero a ello en el pasado, porque se da la circunstancia de que el actual curso de vuelo será el último que se realice con esta aeronave, ya que a partir del próximo curso 2023-24, los alumnos de la Escuela Elemental recibirán su formación en el nuevo sistema integrado de enseñanza (ITS), basado en la aeronave PC-21 Pilatus. Una aeronave con la que, desde el presente curso, también se imparte la instrucción de los alumnos de cuarto curso en la Escuela Básica de Vuelo, sustituyendo la que ha sido una aeronave legendaria en la instrucción en vuelo, el CASA C-101, tras más de 40 años como aeronave de

“Estos alumnos, además de la formación militar, tienen que realizar los estudios universitarios correspondientes al Grado en Ingeniería de Organización Industrial”

enseñanza.

Sin duda, hablamos de dos hitos históricos en la enseñanza en vuelo en un corto espacio de tiempo, la sustitución del C-101 por el PC-21 que se ha producido durante el presente curso y la sustitución de la E.26 Pillán, también por el PC.21, que tendrá lugar a partir del próximo curso de vuelo 2023-24.

Como se puede observar, una evolución meteórica que encumbrará la instrucción en vuelo de nuestros alumnos, permitiéndoles alcanzar los mayores estándares de calidad, al disponer de uno de los sistemas de enseñanza más avanzados, entre los

es, a la vez, exigente e ilusionante. Sin duda, el primer y gran obstáculo es el ingreso en la AGA. Una selección que, año tras año, requiere de una elevada nota de corte para aquellos alumnos que pretenden convertirse en oficiales del EA. Ya como alumnos de la AGA, han de superar un exigente proceso de formación que combina la formación militar y la formación universitaria. Solo tras la superación de los 2 primeros cursos, los alumnos con la especialidad de vuelo iniciarán su formación en la Escuela Elemental. Durante este curso, y a lo largo de un número establecido de misiones, el alumno deberá demostrar que está plenamente capacitado, intelectual y físicamente, para “soltarse” en esa aeronave y volar solo con total seguridad. Aquellos que no alcanzan los mínimos exigidos, reciben la baja en vuelo, ofreciéndoles la posibilidad de continuar en la especialidad de Defensa y Control Aeroespacial (DCE) o Ciberespacio (CBE).

Superada esta fase y ya como alféreces de 4º curso, pasan a la Escuela Básica, donde han de afrontar un curso aún más largo que el anterior y también de un elevado nivel de exigencia. Durante este curso, el alumno tendrá que superar los estándares mínimos establecidos para cada una de las distintas fases de formación, tanto las correspondientes a fase de simulador como las de vuelo real (fase visual, vuelo instrumental, vuelo formación, ...) y, al igual que ocurre durante la fase Elemental, la no superación de los mínimos establecidos en cada fase supondría la baja en vuelo del alumno.

En base a las calificaciones obtenidas durante la fase Básica de vuelo, los alumnos se dividen en aquellos que tienen aptitud para el vuelo en aeronaves de caza y ataque (mejores calificaciones en todas las fases de instrucción), los que tienen aptitud para volar aeronaves de transporte y helicópteros, y los que tienen aptitud para pilotar aeronaves remotamente tripuladas (RPA). Finalizado el curso y en función de la aptitud adquirida, los alumnos pasarán el 5º año de formación en aquellos Centros Docentes Militares de Formación (CDMF) correspondientes a su especialidad. Así, los pilotos de caza y ataque completan su formación en el Ala 23 (Talavera

la Real – Badajoz), los pilotos de helicópteros se instruyen en el Ala 78 (Armillas -Granada), y los pilotos de transporte y de RPAS lo hacen en Matacán (Salamanca). Este curso vuelve a ser selectivo, siendo necesario que el alumno supere todas las fases de instrucción para conseguir la aptitud que lo acreditará como piloto de caza, de transporte, de helicóptero o de RPAS. Cabe reseñar que, durante todo este proceso, se realiza un estrecho seguimiento de modo individualizado de cada alumno para asegurar una identificación temprana de cualquier problema que el mismo pudiera tener en su instrucción en vuelo y así proporcionarle la ayuda adecuada para su solución.

Finalizado el 5º año y ya con el empleo de teniente, los nuevos oficiales marcharán a sus nuevos destinos asignados en función de la modalidad de vuelo alcanzada, donde tendrán que superar los correspondientes planes de instrucción del sistema de armas en dotación en esa Unidad, antes de convertirse en pilotos operativos. Como se puede ver, un largo, exigente y selectivo proceso que asegura la perfecta cualificación de todo aquel que se convierte en piloto del EA.

¿Cuántos alumnos suelen finalizar su formación, en cada promoción?

Afortunadamente, el porcentaje de alumnos que solicitan la baja en este Centro antes de completar su formación es muy bajo. Sí es habitual que se produzcan algunas renuncias durante la fase de campamento (15 días posteriores al ingreso en la AGA), aunque en ese caso estas bajas se cubren con aquellos aspirantes que han aprobado, pero que no han obtenido plaza y forman parte de la lista de reservas. Sin embargo, las bajas de alumnos una vez iniciado el curso solo ocurren de forma muy esporádica.

Cabe señalar que, incluso entre los alumnos que reciben la baja durante su instrucción en vuelo, la práctica totalidad de los mismos optan por continuar su formación en otra especialidad, descartando abandonar la AGA.

Una vez que finalizan su formación, ¿cuál sería el siguiente paso en su trayectoria profesional?

La formación como alumnos finaliza en la

“Los actuales sistemas de armas que dotan el Ejército del Aire nos ofrecen una capacidad de respuesta rápida, flexible y precisa”

AGA una vez reciben sus despachos de tenientes y son destinados a las distintas unidades del EA, donde desempeñarán sus cometidos en función de su especialidad fundamental.

Eso no implica que ahí finalice su formación. En el ámbito del EA el proceso de aprendizaje es continuo, y los aspectos tecnológicos intrínsecos a esta profesión van a requerir que el oficial se mantenga permanentemente actualizado en aras a mantener la excelencia que, como tal, se le va a requerir. Así, a lo largo de toda su trayectoria profesional, este oficial deberá desempeñar las funciones que su puesto le demanda, a la vez que desarrolla los cometidos de mando que su condición de oficial le confiere. Un proceso que repetirá a lo largo de su vida militar y que, junto a las experiencias acumuladas en el ejercicio de sus cometidos como oficiales del EA, irá proporcionándole la amalgama de conocimientos y fundamentos que les permitirán ejercer sus funciones con la mayor garantía de éxito.

¿Con qué tipo de misiones pueden encontrarse?

Es imposible conocer la naturaleza de todas las misiones a las que un miembro del EA va a tener que enfrentarse a lo largo de su carrera. Esta circunstancia obliga a que la preparación de un oficial sea totalmente holística, no descartando ninguna variable, y estando preparado para reaccionar a situaciones cambiantes y atípicas en el menor espacio de tiempo posible. Los actuales sistemas de armas que dotan el EA nos ofrecen una capacidad de respuesta rápida, flexible y precisa, por lo que la capacidad de reacción de estos oficiales ha de ser acorde a las que estos sistemas van a requerir. La preparación que los alumnos reciben en la AGA y, ya como oficiales, en sus destinos, les proporcionará los conocimientos y las condiciones físicas

y mentales necesarias para poder afrontar cualquier tipo de misión que se puedan encontrar con las mayores garantías de éxito.

“La AGA ha dado un paso decisivo en el uso de la simulación y nuevas tecnologías, tales como la realidad virtual o la inteligencia artificial en los procesos de aprendizaje”

¿Cómo le gustaría que fuera la Academia General del Aire y del Espacio (AGA) en el futuro? ¿Qué cambios o transformaciones piensa que se habrán producido?

La Academia del futuro, al igual que la Academia del presente, ha de contar con los medios humanos y materiales que le permitan proporcionar a sus alumnos la formación y la preparación necesaria para convertirles en unos oficiales con el nivel de excelencia que el EA y nuestra sociedad demanda. Ello implica disponer de una capacidad de adaptación y preparación al cambio, consciente de la rápida evolución tecnológica y estratégica que vivimos y los principios heredados de la brillante tradición del EA. Solo así, se podría formar unos oficiales capaces de cumplir con solvencia y seguridad la misión que tienen encomendada.

Unos cambios de los que son buenos ejemplos la incursión en el ámbito geoestratégico del dominio espacial y de la ciberdefensa (que ya forman parte de la preparación de nuestros alumnos) o de las operaciones en el ámbito cognitivo. Sin duda se trata de unos nuevos dominios de creciente importancia y que vaticino seguirán adquiriendo un mayor peso específico en la formación de nuestros alumnos.

Otro aspecto que sin duda seguirá ganando peso y en el que la AGA acaba de dar un paso decisivo es en el uso de la simulación y nuevas tecnologías, tales como la realidad virtual o la inteligencia artificial en los procesos de aprendizaje.



ELIGE TU GRADO DE INGENIERÍA CON TODA LA INFORMACIÓN

<https://cogiti.es/guia-de-titulaciones>



**ATRIBUCIONES PROFESIONALES
PROFESIÓN REGULADA
EUROINGENIERO
EMPLEABILIDAD
COLEGIACIÓN...**

**ADELANTE, ¡CONSÚLTALO EN TU
COLEGIO PROFESIONAL!**

¡TU FUTURO ESTÁ EN JUEGO!



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

Nicolás Madrid García

Director del Centro Universitario de la Defensa (CUD) de San Javier

“Desde 2010, ya han egresado ocho promociones del Grado en Ingeniería en Organización Industrial”

M. R.

El profesor de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Dr. Nicolás Madrid García, fue nombrado en 2019 director del Centro Universitario de la Defensa de la Academia General del Aire y del Espacio (AGA) de San Javier, adscrito a la Universidad Politécnica de Cartagena.

¿Cómo valora su experiencia como director del CUD?

Muy positiva. Ya que desde mi incorporación al Centro en 2010 (primero como subdirector y ahora en mi etapa de director), no sólo se ha implementado este sistema de enseñanza, del que ya han egresado 8 promociones de grado, sino que también el Centro Universitario de la Defensa (CUD) ha puesto en marcha el Máster en Técnicas de Ayuda a la Decisión, del que han finalizado ya 5 promociones y, en breve, comenzaremos a impartir, junto a la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), un programa de doctorado, en el que se desarrollarán líneas de investigación consideradas de interés en el ámbito de las Fuerzas Armadas y de la paz, la seguridad y la defensa. Así mismo, cabe destacar la excelente relación existente con las entidades que conforman el Centro, la Academia General del Aire y del Espacio (AGA), el Ejército del Aire y del Espacio (EA), la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) y el Ministerio de Defensa (MDE).

¿Cuándo se creó el Centro Universitario de la Defensa y con qué objetivos?

El Centro Universitario de la Defensa de San Javier, al igual que los otros dos centros similares ubicados en la Academia General Militar y en la Escuela Naval, se crearon por Real Decreto 1723/2008 de 24 de octubre, creándose así una red de Centros Universitarios de la Defensa, a la que posteriormente se sumaría el CUD



Nicolás Madrid García.

“Estos centros están adscritos a universidades públicas, siendo en nuestro caso a través de un convenio con la Universidad Politécnica de Cartagena”

de Medicina, ubicado en la Academia Central de la Defensa en Madrid.

Estos centros están adscritos a universidades públicas, siendo nuestro caso un centro de titularidad pública adscrito, a través de un convenio, a la Universidad Politécnica de Cartagena. Nuestro objetivo es impartir enseñanzas universitarias oficiales acordadas por el Ministerio de Defensa, tanto de grado como de máster, y en un futuro cercano también estudios de doctorado.

La actividad académica del CUD, ubicado en la Academia General del Aire y del Espacio, comenzó en el curso 2010-2011 con la impartición del primer cur-

so del título de **Grado en Ingeniería en Organización Industrial**, por la Universidad Politécnica de Cartagena.

¿Cómo se logra la compatibilidad de la formación militar y de ingeniería?

Esta compatibilidad se logra a través del denominado “Currículum único”, que es el currículum aprobado por Orden DEF/287/2016, de 23 de febrero, de la Enseñanza de formación de los oficiales del Cuerpo General del Ejército del Aire y del Espacio, que ingresan al mismo sin titulación previa, y que han de cursar para ser oficiales de dicho ejército.

Este Currículum está compuesto, de una parte, por la formación militar general y específica, impartida por la Academia General del Aire y del Espacio (AGA), y, de otra, por la formación correspondiente a un título de grado universitario del sistema educativo general que imparte el CUD.

Así mismo, incluye la formación para la adquisición de las especialidades fundamentales que sean necesarias para desempeñar los diferentes cometidos de cada cuerpo, en este caso la formación aeronáutica propia del Ejército del Aire y del Espacio, impartida por la AGA.

¿Cómo se lleva a cabo el proceso para acceder como alumno a este Centro Universitario de la Defensa?

Para ser alumno del CUD de San Javier, hay que haber sido nombrado previamente alumno de la Academia General del Aire y del Espacio. Y para ello, hay que superar el proceso de selección del concurso-oposición para el ingreso en centros docentes militares de formación, a través de la modalidad de ingreso directo sin titulación universitaria previa, convocado anualmente por el Ministerio de Defensa para la incorporación como militar a las Escalas de Oficiales del Ejército del Aire y del Espacio.

Así pues, en primer lugar, hay que solicitar al Ministerio de Defensa la participación en

el concurso-oposición del proceso selectivo. Y en segundo lugar, realizar pruebas: psicotécnicas y de lengua inglesa. Y posteriormente, realizar pruebas físicas y reconocimiento médico.

Así mismo, hay que tener aprobada la Evaluación de Bachillerato para el Acceso a la Universidad (EVAU) conforme a lo establecido en la disposición transitoria segunda de la Ley Orgánica 3/2020 de 29 de diciembre y, en función de la nota obtenida, el aspirante solicitará su ingreso en el Ejército del Aire y del Espacio, siendo el proceso común para los Ejércitos, la Armada y la Guardia Civil.

¿Qué requisitos son necesarios para ingresar en el CUD?

Los requisitos son los indicados en la convocatoria que realiza el Ministerio de Defensa para el ingreso en los Centros Docentes

“Para acceder al CUD hay que tener aprobada la Evaluación de Bachillerato para el Acceso a la Universidad (EVAU)”

Militares de Formación a través del Ingreso Directo sin titulación universitaria previa, pudiendo destacar que hay que ser español, tener entre 18 y 20 años, carecer de antecedentes penales, no estar procesado, imputado, investigado o encausado en algún procedimiento judicial por delito doloso, y otros requisitos habituales en los procesos públicos selectivos.

¿Es necesario que los alumnos que desean acceder cuenten con unas capacidades o cualidades específicas?

Además de las indicadas en la pregunta anterior, para el ingreso en el Cuerpo General del Ejército del Aire y del Espacio se exige unas aptitudes médicas específicas a la especialidad de vuelo, de acuerdo con lo establecido en el artículo 11 de la Orden Ministerial 23/2011.

¿Cuántos alumnos hay en el Centro, en total? ¿Cuántos titulados suelen salir cada año de media?

Actualmente en el CUD hay matriculados 350 alumnos, 335 en el título de Grado y 15 en el Título de Máster. Desde el comienzo de la actividad docente en el

curso 2010-2011, han egresado en el título de Grado un total de 492 titulados, lo que supone alrededor de 62 titulados por curso académico.

¿Qué formación se imparte en el CUD, en líneas generales, y sobre qué materias concretas?

En el CUD se imparte un título de grado, el Grado en Ingeniería en Organización Industrial de 240 ECTS, y un título de Máster, el Máster Universitario en Técnicas de Ayuda a la Decisión, de 60 ECTS. Concretamente, dicho título de Grado fue seleccionado por el Ejército del Aire y del Espacio entre el catálogo de títulos existentes cuando se puso en marcha este modelo de enseñanza. Dicha titulación incluye materias básicas como física, álgebra, cálculo, estadística, informática, etc. Materias del área de ingeniería industrial, como tecnología electrónica, automatización e instrumentación electrónica, tecnología mecánica y de fabricación, ciencia de materiales, etc. Materias del área de la organización industrial, como economía y administración de empresas, dirección de operaciones, psicología de las organizaciones, y por supuesto, materias de idiomas, focalizado principalmente en inglés, indispensable en la formación de un oficial actual.

Por su parte, el Título de Máster Universitario en Técnicas de Ayuda a la Decisión de 60 ECTS, consta de un módulo común de 30 ECTS y tres itinerarios diferentes en las áreas de estadística, investigación operativa y sociología, de otros 30 ECTS para cada itinerario.

¿Cuánto tiempo dura esta formación? ¿Se complementa con otros aspectos formativos?

La formación del grado impartido en el CUD es de 240 ECTS, cursado durante 5 años, debido a que el alumno simultanea esta titulación con la formación militar y aeronáutica de su especialidad, ya sea vuelo o defensa y control aeroespacial. Por tanto, el anteriormente mencionado Currículo Único, integra la formación de grado con la militar y específica, y en para nuestros alumnos del CUD-AGA, además la aeronáutica.

Sin duda, la transformación digital es fundamental hoy en día, ¿cómo se está viviendo dicha transformación en la enseñanza militar? ¿Y concretamente en lo relacionado con la Ingeniería?

Efectivamente, la transformación digital es

un hecho que afecta a todos los aspectos de la vida cotidiana y, por tanto, también al docente, a través de la transmisión de conocimiento entre profesionales, posibilitando y acelerando las interconexiones y generando así nuevo conocimiento.

Esta incorporación de la docencia a la transformación digital permite un aprendizaje adaptativo y, por tanto, más personalizado hacia los alumnos y sus necesidades, ya sea en el entorno civil como militar. Muestra de ello podemos señalar el importante cambio que se

“La incorporación de la docencia a la transformación digital permite un aprendizaje adaptativo y, por tanto, más personalizado”

produjo de la enseñanza presencial del Grado en Ingeniería en Organización Industrial hacia enseñanza virtual durante el confinamiento derivado del COVID-19. Dicho traspaso se produjo de forma inmediata y automática, tanto por personal docente e investigador como por el alumnado. Lo que da índice de que la preparación requerida para afrontar este reto se había realizado, aunque obviamente siempre existe margen de mejora.

¿Cómo cree que se debería evolucionar en lo que respecta a la adquisición de competencias digitales?

Como digo, es fundamental estar preparados para adquirir las competencias necesarias que requiere el sistema del futuro. De ahí que, la evolución lógica pasaría por fomentar la adquisición de competencias a través de cursos de formación para el personal docente e investigador, de forma que le permita afrontar los cambios que están por venir.

En este sentido, cabe señalar el proyecto GNOSS, que se está desarrollando en el seno del Ministerio de Defensa, y que se basa en crear procesos de enseñanza-aprendizaje para la obtención de competencias digitales, potenciándose así el índice europeo de digitalización en España a través de sus Fuerzas Armadas.

Academia General Militar del Ejército de Tierra

La Academia General Militar, ubicada en Zaragoza, celebraba el pasado mes de febrero la ceremonia en conmemoración del CXXI Aniversario de la creación de este centro docente militar, fundado en 1882. Desde entonces, en la AGM, y a través de sus tres épocas de actividad, se ha formado a más de 29.000 oficiales del Ejército de Tierra, Guardia Civil y Cuerpos Comunes de las Fuerzas Armadas



Acto en el patio de armas de la Academia General Militar.

Mónica Ramírez

La Academia General Militar es el centro de enseñanza superior del Ejército de Tierra español (ET). En sus instalaciones se encuentra, además, el Centro Universitario de la Defensa, adscrito a la Universidad de Zaragoza, en el que los futuros oficiales del Ejército y de la Guardia Civil cursan las materias de sus estudios de grado.

Además de las especialidades del Cuerpo General del ET y Guardia Civil, en la Academia General Militar se forman, desde su creación, los Oficiales del Cuerpo de Intendencia del ET (primero como Administración Militar y con posterioridad, desde 1911 como Cuerpo de Intendencia); los oficiales de los Cuerpos Comunes de las Fuerzas Armadas (Sanidad, Farmacia, Intervención...) en un período básico de formación militar general; y los futuros oficiales pertenecientes al Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército.

Historia de la Academia General Militar

La Academia General Militar fue creada en 1882, durante el reinado de Alfonso XII, por decreto de 20 de febrero. En esta Primera Época, que abarca de 1882 a 1893, el centro de formación tenía su sede en la ciudad de Toledo, concretamente en el recinto del Alcázar. El primer director de la Academia fue el general José Galbis Abella. En 1893 se disolvió la Academia, y cada una de las Armas y Cuerpos pasaron a disponer de centros de formación independientes.

En la Segunda Época, ya en 1927, durante el reinado de Alfonso XIII y bajo la Dictadura del General Miguel Primo de Rivera, se recupera la figura de este centro superior, que se establece en la ciudad de Zaragoza. Posteriormente, con la llegada de la Segunda República, y en el marco de las reformas militares impulsadas por el ministro de la Guerra del Gobierno provisional, Manuel Azaña, se cierra el centro, por Orden de 30

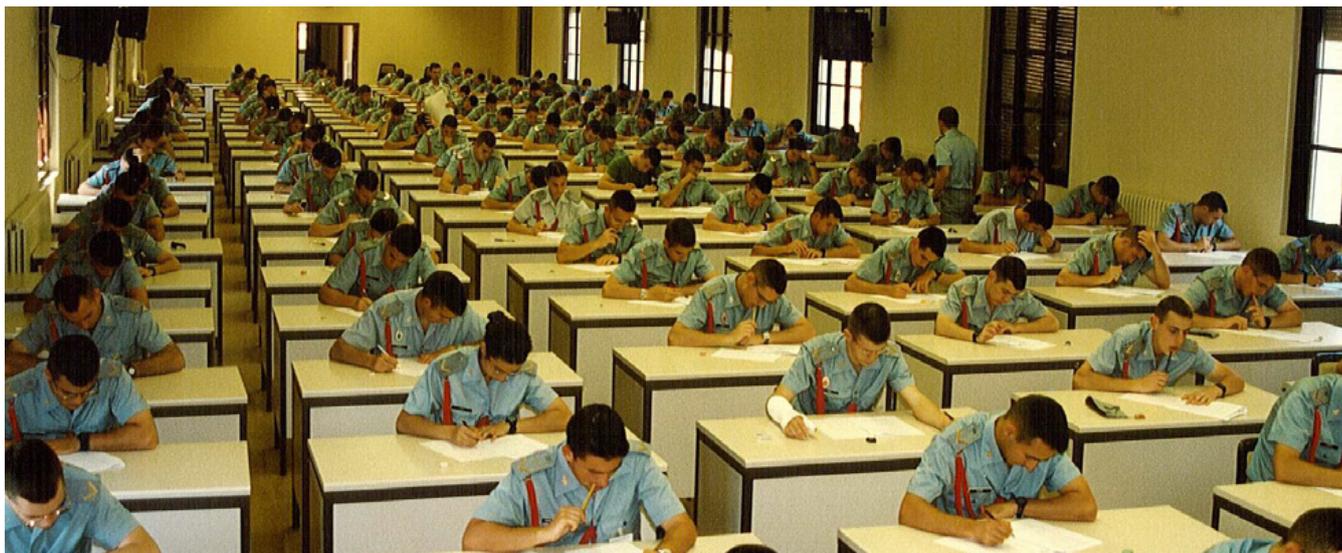
de junio de 1931.

Tras la Guerra Civil, y una vez reorganizados los estudios militares en España, volvió a inaugurarse la Academia General Militar, por decreto de 27 de septiembre de 1940. En 1942 ingresaron los primeros 170 alumnos de la que será I Promoción de esta Tercera Época, que llega hasta nuestros días.

En la actualidad, la Academia General Militar acoge a los alumnos que serán los futuros oficiales del Ejército de Tierra de España, de forma similar a la Escuela Naval Militar (Marín-Pontevedra) y la Academia General del Aire (San Javier-Murcia).

Oficial del Ejército de Tierra

El Ejército de Tierra forma parte de las Fuerzas Armadas Españolas, junto a la Armada y el Ejército del Aire. Contribuye militarmente a la seguridad y defensa de España y sus aliados, en el marco de las Organizaciones Internacionales de las que España forma parte, así como al mantenimiento de la paz,



Aula de examen de la Academia General Militar.

la estabilidad y la ayuda humanitaria.

El Oficial desarrolla acciones directivas y de gestión en la estructura orgánica y operativa del Ejército de Tierra, y se caracteriza por su liderazgo, iniciativa, capacidad para asumir responsabilidades y decisión para resolver. En concreto, hay tres especialidades: Operativas (Cuerpo General), Cuerpo de Ingenieros Politécnicos y el Cuerpo de Intendencia.

Las especialidades operativas (Cuerpo General) son las siguientes: Artillería, Caballería, Infantería, Ingenieros, Transmisiones, Aviación del Ejército de Tierra. Por su parte, las especialidades del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos son Armamento (sólo Ingeniero Escala de Oficiales), Construcción, Telecomunicaciones y Electrónica, y Mecánica (sólo Ingeniero Escala Técnica).

Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza

El sistema de centros universitarios de la defensa, y en particular el Centro Universitario de la Defensa ubicado en la Academia Ge-

neral Militar, fue creado por el Real Decreto 1723/2008, de 24 de octubre. El CUD-AGM es un centro de educación superior de titularidad pública, adscrito a la Universidad de Zaragoza, y ubicado en la Academia General Militar. Corresponde al Ministerio de Defensa la titularidad de dichos centros, a través de la Subsecretaría de Defensa, y se ubican en las Academias de formación de Oficiales.

Este Centro Universitario de la Defensa está adscrito a la Universidad de Zaragoza por el convenio firmado el 14 de julio de 2009. La ley 39/2007 de la carrera militar estableció un cambio en la formación de los cadetes, con el fin de adaptarla a las pautas del Espacio Europeo de Educación Superior. Con este cambio, para lograr el empleo de Teniente, es necesario la obtención previa del Grado en Ingeniería de Organización Industrial. Por tanto, la principal misión del CUD-AGM es proporcionar la formación necesaria para la obtención de la citada titulación universitaria a los futuros oficiales del Ejército de Tierra.

Asimismo, el centro imparte otros cursos de perfeccionamiento, como el Máster Universitario en Dirección y Gestión de Adquisiciones de Sistemas para la Defensa. En un futuro próximo, se espera que la lista de cursos de postgrado impartidos se amplíe, e incluya otras titulaciones y estudios de doctorado que complementen la formación de los profesionales de las Fuerzas Armadas.

La finalidad del CUD es impartir las enseñanzas conducentes a la obtención de los títulos oficiales de grado, que se recojan en el Convenio de Adscripción, inicialmente el Grado en Ingeniería de Organización Industrial.

Además, en el centro se podrán cursar estudios de posgrado y desarrollar líneas de investigación consideradas de interés en el ámbito de las Fuerzas Armadas y de la paz, la seguridad y la defensa. También se establece que el CUD impulsará el desarrollo de la docencia y contribuirá a potenciar la investigación científica de las materias recogidas en sus planes de estudios.



Clase práctica de topografía en el CUD-AGM.



Biblioteca histórica de la AGM.

Francisco José Gómez Ramos

Director del Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza

“La conjugación de ambos ámbitos, enseñanza y Defensa, tiene hoy más sentido que nunca”

M. R.

Francisco José Gómez Ramos es Doctor Ingeniero (2001), Ingeniero de Armamento y Material (1990), y Licenciado en Ciencias Físicas (1981). Militar de carrera en situación de servicios especiales al servicio de la Administración, también es autor de libros y manuales de Historia de la Tecnología Militar, Balística y de Física de Explosivos, así como de más de una treintena de artículos publicados en revistas técnicas y profesionales, nacionales y extranjeras.

¿Desde cuándo es director del Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza? ¿Cómo está siendo la experiencia?

Desde el 1 de agosto de 2019. La experiencia es ilusionante, una labor de mucha responsabilidad y un gran reto en el tramo final de mi vida profesional, donde estoy intentando volcar toda la variada experiencia adquirida durante mi carrera. No cabe duda de que también ha sido compleja, pues la pandemia ha trastocado planes, cambiado situaciones; incluso supuso un parón en la marcha hacia el logro de algunos de los objetivos marcados. Creo que, sin embargo, la experiencia ha sido al mismo tiempo enriquecedora, y nos ha hecho acelerar el paso en la implantación de las nuevas tecnologías en el proceso educativo. Ahora estamos completamente dedicados a ello para avanzar en el nivel de digitalización de las enseñanzas que se imparte.

¿Con qué objetivos y cuándo se puso en marcha el Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza?

La Ley de la Carrera Militar de 2007 exige que antes de obtener el empleo de teniente, el futuro oficial deba obtener un grado universitario del sistema educativo general. Con el fin de satisfacer de la manera más adecuada este fin, cumpliendo la legislación militar y universitaria, se creó el sistema de Centros Universitarios de la Defensa, ubicando a cada uno de ellos en el interior de cada uno de los Centros Docentes Militares correspondientes, y adscritos a una universidad pública. Concretamente el Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza se ubica en la Academia General Militar (AGM), está adscrito a la Universidad de Zara-



Francisco José Gómez

goza, y tuvo sus primeros alumnos en el curso 2010-2011.

El currículo único que sigue el cadete durante cinco años comprende tanto el grado de Ingeniería en Organización Industrial perfil “Defensa”, como la formación, enseñanzas y actividades específicamente militares impartidas por la AGM. Es un currículo denso y exigente, pero la vida del cadete está muy regulada para ayudar a lograr el objetivo. En este proceso, una adecuada coordinación del CUD con la AGM resulta imprescindible, para equilibrar y compensar los aspectos del currículo. La formación eficaz de los futuros oficiales es el objetivo común de la AGM y del CUD.

La Ley de la Carrera Militar de 2007 exige que antes de obtener el empleo de teniente, el futuro oficial deba obtener un grado universitario del sistema educativo general. Con el fin de satisfacer de la manera más adecuada este fin, cumpliendo la legislación militar y universitaria, se creó el sistema de Centros Universitarios de la Defensa, ubicando a cada uno de ellos en el interior de cada uno de los Centros Docentes Militares correspondientes, y adscritos a una universidad pública. Concretamente el Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza se ubica en la Academia General Militar (AGM), está adscrito a la Universidad de Zara-

2010-2011.

El currículo único que sigue el cadete durante cinco años comprende tanto el grado de Ingeniería en Organización Industrial perfil “Defensa”, como la formación, enseñanzas y actividades específicamente militares impartidas por la AGM. Es un currículo denso y exigente, pero la vida del cadete está muy regulada para ayudar a lograr el objetivo. En este proceso, una adecuada coordinación del CUD con la AGM resulta imprescindible, para equilibrar y compensar los aspectos del currículo. La formación eficaz de los futuros oficiales es el objetivo común de la AGM y del CUD.

¿Cómo se conjuga la doble vocación de servicio a la sociedad: la Defensa y la enseñanza?

La conjugación de ambos ámbitos, enseñanza y Defensa, tiene hoy más sentido que nunca. La velocidad de transformación de los entornos geopolíticos, estratégicos y sociales es vertiginosa, con sus logros y ventajas, pero también con sus riesgos. La Seguridad, para hacer frente a estos, tiene en la Defensa uno de sus pilares fundamentales. La permanente transformación de esos riesgos obliga a una innovación constante, hasta el punto de que el éxito está, más que nunca, en la capacidad de innovar y reinventarse. Para ello, son esenciales el espíritu crítico y el aprendizaje constante. Y precisamente, la Defensa tiene en el sistema de enseñanza militar, y en los CUD, un componente que hace del aprendizaje su razón de ser. De esta manera, hoy en día, en mi opinión, la enseñanza se convierte en un activo de valor estratégico para la Defensa. Nunca, como hasta hoy, Defensa y enseñanza han estado tan ligadas. También es preciso decir que el mundo de la enseñanza está evolucionando muy rápidamente, y hay que aprovechar los nuevos recursos y las últimas tecnologías, de modo que el estudiante quede en el centro de ese proceso educativo. Él debe ser el foco, el objetivo fundamental, de modo que este quede orientado claramente a prepararle para su futuro ejercicio profesional, que, en nuestro caso, es un perfil muy específico.

En el periodo 2015-2018, fue director de la Escuela Politécnica Superior del Ejército (ESPOL), ¿cuáles serían las principales diferencias a la hora de impartir la formación en dicha Escuela y en el CUD?

Hay muchas cosas en común y también diferencias. Quizás la más evidente es que la mayoría de los alumnos del CUD, los cadetes, se enfrentan por primera vez al reto de seguir una enseñanza militar y universitaria muy exigente, pero reconfortante, en régimen de internado, con una agenda diaria muy comprimida y en un entorno que no es el familiar. En la Escuela Politécnica Superior del Ejército, los alumnos ya poseen formación militar, algunos de ellos son oficiales de carrera, y la práctica totalidad ya han seguido estudios universitarios y poseen un título de grado o máster en ingeniería, alguno incluso un doctorado, y otros poseen experiencia profesional. En definitiva, en la ESPOL está garantizado que sus alumnos ya tienen una vocación por ejercer su profesión como militares ingenieros. En los CUD, en la mayoría de los casos, los estudios del grado no son sino un requisito para llegar a su auténtica vocación, que es la de ser militares.

En el Centro Universitario de la Defensa, los estudiantes se preparan para obtener el título oficial de graduado o graduada en Ingeniería de Organización Industrial por la Universidad de Zaragoza. ¿Qué capacitaciones aporta este grado en términos generales? ¿Y en el ámbito específico de la Defensa?

Además de las mismas que aporta esta titulación obtenida en el ámbito universitario "civil" en cualquier universidad española, se le añaden las específicas para la formación del futuro oficial del Ejército de Tierra, que proporciona el "perfil Defensa" que se imparte en el CUD de Zaragoza, y que incluyen en su plan de estudios asignaturas como, Liderazgo, Mundo Actual, Derecho... Con ello, la amplia formación científica, tecnológica y humanística que proporciona la titulación de grado se interrelaciona con los conocimientos propios de la profesión militar, de modo que se integra y convierte en todo el conjunto de competencias y habilidades profesionales que necesita el oficial para que pueda desarrollar sus cometidos con iniciativa y capacidad de liderazgo ya sea en un entorno nacional o multinacional.

Desde que el Centro comenzó su andadura, ¿cuántos oficiales del Ejército de Tierra cuentan con este título de grado? ¿Cuántos alumnos suelen graduarse en cada promoción?

En el momento actual han egresado ocho

promociones y se han graduado 1361 oficiales del Ejército de Tierra. El pasado curso escolar fueron 208 los egresados. Además, casi 500 oficiales de la Guardia Civil, que han egresado del Centro Universitario de la Guardia Civil, con el título de grado de Ingeniería de la Seguridad, han efectuado dos cursos de formación en nuestro Centro.

¿Qué requisitos y capacidades personales es necesario tener para ingresar en el CUD? ¿Qué porcentaje hay de mujeres?

Lo primero que hay que decir es que ingresar en el CUD supone ingresar en la Academia General Militar (AGM), pues por ley, sólo se puede ser alumno del CUD si se es cadete de la AGM.

Además de las que se requieren en cualquier carrera universitaria, creo que es indispensable el tener vocación militar y de servicio, y tener predisposición al desarrollo de valores, como, el compañerismo o la disciplina. Una buena condición física y un nivel adecuado de inglés y equilibrio mental es indispensable, pues hay que superar unas pruebas físicas, psicotécnicas y de inglés para poder ingresar. Una alta nota de EvAU es también necesaria en el acceso directo sin titulación previa (en la última convocatoria la nota de corte estuvo en 12,6).

El porcentaje de mujeres en nuestro Centro varía de unas promociones a otras y con una tendencia en los últimos años de aumento. La última promoción que ha ingresado cuenta con un 26% de mujeres entre los alumnos de la Guardia Civil y un 18% entre los alumnos del Ejército de Tierra. El número total de alumnos es de 1200.

Además de la formación universitaria propiamente dicha, ¿qué otras actividades se llevan a cabo en el CUD?

Obviamente, con el fin de aprovechar los recursos humanos y materiales, se estableció que los CUD impartieran también enseñanzas de postgrado, máster y doctorado, y llevaran a cabo investigación relacionada con la paz, la seguridad y la defensa. En concreto, en el de Zaragoza se imparte además de otras enseñanzas, un Máster en Dirección y Gestión de Adquisición de Sistemas para la Defensa.

Junto a su labor docente e investigadora, el Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza desarrolla actividades solidarias y divulgativas para contribuir a la mejora de la sociedad. Participamos activamente en diversos proyectos sociales, entre los que sobresalen "Más Capaces", de la Fundación Adecco, dirigido a la integración laboral de personas discapacitadas en Aragón a través de la oferta de realización de las prácticas profesionales, y la Campaña de Navidad en favor de la Santa y

Real Hermandad de Nuestra Señora del Refugio y Piedad de Zaragoza.

Además, el CUD desarrolla también una gestión socialmente responsable en el desarrollo humano y sostenible de Aragón, a través de ayudas o del patrocinio de eventos como el Campeonato de Aragón de Bádminton Adaptado e Inclusivo.

También el centro se empeña en la difusión del conocimiento generado mediante su investigación, a través de la participación en foros de divulgación como congresos, la Feria General de Zaragoza o el Día Internacional de la Niña y la Mujer en la Ciencia; o de la colaboración con los medios de comunicación locales y regionales.

Es preciso también añadir que en nuestro plan de actuación del CUD 2022-2024, en uno de sus objetivos generales, se especifica el desarrollar actividades y acciones de responsabilidad social desde el compromiso con los Objetivos de Desarrollo sostenible (ODS) con los alumnos, con el personal, y con las instituciones y agentes sociales con los que el centro colabora.

Tenemos en marcha, con la Universidad de Zaragoza, proyectos de innovación directamente relacionados, con la respuesta a esta pregunta, como la educación en desarrollo sostenible como competencia transversal en el grado y el desarrollo de estrategias de implantación.

Asimismo, también colaboramos en la difusión de la cultura de Defensa en la sociedad, particularmente en la aragonesa.

Para lograr un óptimo desarrollo de las líneas de investigación consideradas de interés en el ámbito de las Fuerzas Armadas y de la Paz, la Seguridad y la Defensa, recogido en el convenio de adscripción del centro a la Universidad de Zaragoza, en mayo de 2013 se creó la Oficina de Promoción de la Investigación y el Desarrollo (OPID). ¿Cuáles son sus principales funciones?

Desde abril de 2021 la investigación en los CUD está regulada por una orden ministerial que aprobó las directrices generales para la ordenación de la investigación y la transferencia del conocimiento en los centros universitarios de la defensa. La OPID es un elemento fundamental para ayudar a gestionar y facilitar a los profesores del CUD el ejercicio de su derecho y deber de investigar, ayudando a que se formen grupos de investigación propios, y en coordinación con el equipo directivo poder llevar a cabo y cumplir lo que marca la citada orden. En concreto, la necesidad de orientar e integrar las posibilidades de investigación del CUD en la Estrategia de Tecnología e Innovación (ETID) para la Defensa, y que se verifique de una forma eficaz la transferencia del conocimiento de los métodos, trabajos y resultados de esa investigación hacia la enseñanza de los cadetes.

Gerardo Sánchez Revenga

Presidente de AESMIDE

“La industria de la Defensa tiene unas capacidades de tecnología e innovación superiores a otros sectores industriales”

M. R.
AESMIDE es la Asociación de Empresas Contratistas con las Administraciones Públicas. Las numerosas empresas que la integran son suministradoras del Ministerio de Defensa y, a través de sus servicios, apoyan tanto a las Fuerzas Armadas como a las AAPP. Gerardo Sánchez Revenga es el presidente de la asociación.

AESMIDE se funda en 1984 y tiene como objetivo fundamental la colaboración entre la Administración Pública, en general, y el Ministerio de Defensa, en particular, con la empresa privada, ¿cómo ha evolucionado esta colaboración con el paso del tiempo?

La evolución de la asociación ha sido paralela a la evolución de las Fuerzas Armadas, su modernización y profesionalización, acompañándolas en el inicio de la externalización de servicios, su salida en operaciones de paz, y apoyándolas en nuevas necesidades como campamentos de vida y hospitales militares.

Si existe una palabra que define a AESMIDE es el de colaboración con las FFAA en tres etapas: como asesoramiento en su creación, como proyectos piloto de externalización del ejército profesional acompañando a las FFAA, en su desarrollo, y como plena colaboración entre FFAA y

“Las empresas que forman parte de Aesmide suministran bienes y servicios a las Fuerzas Armadas como cliente de referencia”

empresas, ofreciendo a éstas soluciones, experiencia y conocimiento ante las necesidades de las FAS en el desarrollo de sus misiones, en la actualidad. Las Fuerzas Armadas nos han dado la posibilidad de liderar proyectos y demostrar el potencial de



Gerardo Sánchez Revenga

nuestras empresas, tanto nacional como internacionalmente.

¿Qué pueden aportar las empresas que forman parte de AESMIDE al sector de la Defensa? ¿Y especialmente las que cuentan con una fuerte base tecnológica?

La industria de defensa y seguridad es uno de los sectores que más han avanzado a nivel tecnológico. Sus productos tienen un alto nivel de tecnología, que además es aplicable muchas veces al ámbito de la vida civil, son productos duales. Aesmide es una asociación cuyas empresas suministran bienes y servicios a las FFSS como cliente de referencia, aunque su actividad se refiere a todo el sector público. Es una asociación multisectorial, que puede ofrecer soluciones a proyectos complejos con todas sus empresas.

En este escenario, las empresas de AESMIDE están capacitadas para competir en ese esfuerzo colectivo por concurrir a las diversas oportunidades, en unas condiciones de igualdad con las industrias de nuestros países de referencia. En estos sectores prestan sus servicios un personal altamente cualificado y con una gran pro-

ductividad. Estas cualidades han hecho a sus empresas altamente competitivas y exportan gran parte de su producción.

La ingeniería juega también un papel muy destacado en este sector, ya que tiene que estar en continua evolución e integrando las innovaciones que necesita, ¿cómo se lleva a cabo esta simbiosis a nivel tecnológico?

La innovación tecnológica es imprescindible para alcanzar mayores cotas de competitividad para las empresas, que les hará conseguir éxitos, tanto en los mercados nacionales como en los internacionales.

La sociedad actual tiene el privilegio de disfrutar de oportunidades, avances únicos y un progreso con los que generaciones anteriores no contaban; pero también se enfrenta a nuevos retos que ponen en jaque nuestra seguridad. Los responsables políticos y militares tienen el deber y la responsabilidad de proteger a sus ciudadanos y promover valores como la paz, la cooperación, la defensa y la seguridad.

Innegablemente, para hacer frente a estos retos hace falta un sector de la Defensa desarrollado -económica y tecnológicamente-, que sea capaz de superar cualquier acontecimiento imprevisible. En ese sentido, es lógico pensar que la Defensa del futuro dependerá de tres factores fundamentales: innovación, tecnología e industria integrados.

De entre todos los proyectos que se desarrollan en estos momentos, o que se pondrán en marcha próximamente, por parte de las empresas integradas en AESMIDE, ¿cuáles destacarías?

La industria de la defensa tiene que estar siempre al tanto de las necesidades, tanto presentes como futuras de las Fuerzas Armadas, su cliente de referencia, y ellas deben saber cuáles son las posibilidades reales de provisión de bienes y servicios; en resumen, el apoyo a sus necesidades que la industria le ofrece y la valoración técnica de sus soluciones.

En este marco existen varios proyectos relacionados con la centralización y digitalización de las Bases Logísticas y tecnológicas de las FFAA. En este sentido, la filosofía de la Asociación es dar solución a estos proyectos mediante la aportación de distintas soluciones, a través de las capacidades de las distintas empresas, de las que muchas de ellas responderán por duplicado para asegurar la viabilidad de los mismos, y para ello en nuestra asociación hay empresas que pueden responder en el mando y control, en la logística para dar respuesta al mantenimiento y abastecimiento de la base, empresas que respondan de la calidad de las capacidades, empresas de servicios, de energía, combustible, es decir, empresas que den respuesta a todas las necesidades que se planteen.

La industria para la defensa está catalogada como industria auxiliar dentro del Ministerio de Defensa, y la componen diversos subsectores, que abarcan ámbitos como el equipamiento, vestuario, alimentación, infraestructuras, logística, financiación y tecnología, ¿cómo piensa que será su evolución en los próximos años e incluso décadas?

Disponer de una base industrial y tecnológica asociada a la seguridad y la defensa es un elemento esencial para lograr la deseada capacidad de respuesta a las amenazas y riesgos que se presentan a España en el futuro inmediato, según el Documento "Estrategia Española de Seguridad: Una responsabilidad de todos", aprobado por el Gobierno en junio del 2011.

Por ello, el encaje de la contribución de la Defensa a una estructura más integral de Seguridad Nacional, con la participación de todos los instrumentos del Estado, parte como idea central de la nueva Directiva. Así mismo, es necesario multilateralismo a la hora de sumar esfuerzos a través de organizaciones internacionales como la Unión Europea, la OTAN o la ONU.

Por su parte, las empresas de Aesmide van a tener que seguir dedicando la atención a las necesidades y calidad de vida del personal de las Fuerzas Armadas, ofreciendo también preferencia a la hora de establecer bases industriales y tecnológicas, a nivel nacional y europeo, así como de ciberseguridad en pro del beneficio social y de la creación de empleo cualificado,

“En estos sectores presta sus servicios un personal altamente cualificado y con una gran productividad, en empresas altamente competitivas”

participando en el apoyo logístico, la mejora de la calidad de vida, la introducción de nuevas tecnologías y, en general, en los diferentes proyectos que se están llevando a cabo para la modernización de nuestras Fuerzas Armadas, y para lograr los objetivos de operatividad deseados.

La investigación en todos estos ámbitos, adquiere una gran relevancia, ¿en líneas generales, en qué productos y artículos se está investigando en la actualidad?

La industria de la Defensa tiene unas capacidades de tecnología e innovación superiores a otros sectores industriales, y que puede dar solución a programas europeos de manera eficiente, continuando con las actuaciones realizadas desde el 2017. La industria de defensa y seguridad son los sectores de lo que más han avanzado a nivel tecnológico. Sus productos tienen un alto nivel de tecnología que, además,

“El 64 por ciento de las empresas españolas del Sector Defensa son pymes, el 19% micro, y el 17 % son grandes empresas o corporaciones”

es aplicable muchas veces al ámbito de la vida civil. Hoy día decimos que son productos duales.

La protección balística supone uno de los mayores retos en investigación, ya que no sólo es imprescindible el uso de materiales de alto módulo. El estudio y empleo de materiales antitrauma y de sistemas de acolchado, permite optimizar las prestaciones de la solución.

Vehículos todo terreno de gran velocidad diseñados para cumplir con los más estrictos requisitos de las operaciones especiales del Ejército de Tierra. Con taras de 2.000kg, grandes capacidades de carga, gran potencia y autonomía.

Mantenimientos de equipos de gestión de residuos de los buques de La Armada Española, a través de plantas de tratamiento de aguas residuales, separadores de aguas oleosas, incineradores de residuos y equipos de tratamiento de residuos orgánicos existentes en los buques.

Exoesqueletos, trazabilidad, de vestuario resistente al frío, cerámica para chalecos, y visión nocturna en panorámica. Es fundamental el valor del conjunto, la unión de capacidades entre empresas, tanto a nivel nacional como internacional.

¿Cuáles son los próximos retos y objetivos que se han marcado desde la asociación?

Los retos a los que se enfrentan las empresas son la digitalización, la innovación, la formación del personal, la dimensión de las empresas, la financiación, la sostenibilidad, la logística, el apoyo a la internacionalización y la competitividad.

Por parte de la Administración los retos son de carácter político estratégico, como el encaje de la contribución de la Defensa a una estructura más integral de Seguridad Nacional, con la participación de todos los instrumentos del Estado; el necesario multilateralismo a la hora de sumar esfuerzos a través de organizaciones internacionales como la Unión Europea, la OTAN o la ONU; y la atención a las necesidades y calidad de vida del personal de las Fuerzas Armadas, ofreciendo también preferencia a la hora de establecer bases industriales y tecnológicas, a nivel nacional y europeo, así como fomentar la Tecnología e Innovación en pro del beneficio social y de la creación de empleo cualificado.

Por otro lado, el apoyo y defensa de las Pymes es también un reto importante. Las Pymes aportan un valor dinamizador de la economía española y la industria de la Defensa. No en vano, el 64 por ciento de las empresas españolas del Sector Defensa son pymes, el 19% micro, y el 17 son grandes empresas o corporaciones. Y son las pymes precisamente las que aportan mayor innovación y desarrollo del I+D.

Óscar Navarro

Director de ciberseguridad industrial en S2 Grupo

“Los especialistas en ciberseguridad son todavía un recurso escaso, comparado con la magnitud de la amenaza”

M. R.

La ciberseguridad nacional es de suma importancia para un país, debido a los riesgos que entraña el nuevo panorama digital. El aumento del número y de la complejidad de los ciberataques que reciben las redes militares en los últimos años, así como las formas de espionaje y el robo de información a través de la tecnología -como el caso Pegasus-, y la guerra fría entre la OTAN y Rusia, han provocado que aumente aún más, si cabe, la importancia que se le da a la ciberdefensa.

S2 Grupo es una compañía de referencia en Europa y Latinoamérica en materia de ciberseguridad, ciberinteligencia y operaciones de sistemas de misión crítica, y forma parte de AESMIDE.

Como miembro de AESMIDE, la Asociación de Empresas Suministradoras del Ministerio de Defensa, ¿cómo se lleva a cabo la colaboración con este Ministerio, desde S2 Grupo?

AESMIDE nace en 1984 con el objeto de servir de interlocutor de las empresas de servicios y suministros ante el Ministerio de Defensa español. Nos permite gracias, a las actividades que organiza, recibir de primera mano las distintas necesidades que tiene el MINISDEF, y también cómo articular sinergias entre los asociados que permitan un mejor cumplimiento de las necesidades de nuestras Fuerzas Armadas. Permite que, de un modo transparente, en mundo empresarial, reciba información y a la vez presente las capacidades de la industria española.

En líneas generales, ¿cuáles son los principales retos y amenazas a los que se enfrenta actualmente el ámbito militar en materia de ciberseguridad?

Pues de forma básica, podemos decir que se trata de los mismos que los del resto de la sociedad y la industria: por un lado, se introduce tecnología que per-



Óscar Navarro.

mite a los sistemas de defensa ser más eficientes y efectivos. Pero a la vez, este proceso los hace vulnerables a nuevos tipos de amenazas, los mismos a los que estábamos acostumbrados en el contexto de las TIC. Alcanzar un equilibrio entre funcionalidad y ciberseguridad es imprescindible. Este proceso requiere cambios no solo en tecnología, sino también en organización, ya que es necesario introducir la ciberseguridad en todas las operaciones como un proceso más. Por otra parte, es posible también aprovechar esta situación para el desarrollo de nuevas capacidades en este terreno, tanto desde un punto de vista defensivo como ofensivo.

¿Qué consecuencias podría tener un ataque cibernético en este terreno?

Todo depende del contexto donde este se desarrolle, pero teniendo en cuenta la evolución tecnológica, un ciberataque en el terreno militar puede afectar directamente a infraestructuras esenciales para la sociedad. En el ámbito cibernético no hay, en principio, limitaciones en cuanto

“Un ciberataque en el terreno militar puede afectar directamente a infraestructuras esenciales para la sociedad”

a los objetivos, ya que no son precisos para su ejecución despliegues en el terreno físico, lo que hace que su impacto potencial pueda alcanzar a un elevado número de ciudadanos. Desde el punto de vista estrictamente militar, el propio equipamiento es susceptible de sufrir este tipo de ataques, ya que los sistemas de armas dependen para su funcionamiento de tecnologías operacionales: vehículos blindados, aeronaves, buques e incluso plataformas logísticas o de mantenimiento. En el límite podría afectarse gravemente la capacidad de combatir de un ejército, especialmente si se selecciona adecuadamente el momento y se coordina con operaciones convencionales.

Teniendo en cuenta los conflictos bélicos actuales, como el de Rusia y Ucrania, ¿se puede afirmar que el ciberespacio es el escenario belicoso de última generación?

Podríamos decir que el ciberespacio ha sido en los últimos tiempos el campo donde se ha estado librando una especie de guerra fría por otros medios, y sin duda se incorpora como un componente más a los escenarios tradicionales. La campaña militar en Ucrania es un ejemplo de estos escenarios, en los que las acciones convencionales se ven precedidas o complementadas con ataques para tratar de limitar la capacidad de combatir del adversario, afectar a su logística, la moral de los ciudadanos o incluso la imagen pública ante sus aliados. En relación con esto, debido a la dificultad de atribución de los ataques, se ha establecido un nuevo

concepto en que la ciberguerra es un punto fundamental: las operaciones en zona gris.

La alta dependencia tecnológica de nuestra sociedad es una realidad constatable, aunque resulta imprescindible para el buen funcionamiento de los Estados, sus Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, y sus infraestructuras. En este contexto, cada vez será más necesario actuar en el ámbito de la ciberseguridad, ¿cómo afrontan desde S2 Grupo las nuevas necesidades y amenazas que van surgiendo?

Estamos en continuo contacto con la Administración, empresas que operan en sectores estratégicos, y las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, para identificar los desafíos a los que se enfrentan y las necesidades en materia de ciberseguridad. S2 Grupo realiza una importante inversión en I+D+i, que se dirige en muchos casos a desarrollar las herramientas que este cambiante panorama de amenazas exige.

En su opinión, ¿es todavía insuficiente la inversión en I+D+i en el desarrollo de tecnología propia, como único camino para crear soluciones que permitan a Europa ser independiente tecnológicamente en el ámbito de la ciberseguridad?

Desde luego es fundamental disponer de tecnología propia en ámbitos fundamentales como son, por ejemplo, las comunicaciones y, por supuesto, la ciberseguridad. En este sentido y como compañía que desarrolla tecnología propia, española y europea, para la detección y respuesta ante amenazas, se está realizando una fuerte inversión en I+D+i en este campo, pero se requiere de un apoyo todavía más decidido por parte de las administraciones públicas nacionales y europeas. Afortunadamente, en los últimos tiempos, y en parte a causa de los cambios en el contexto internacional, se ha tomado conciencia por parte de los gobiernos de esta necesidad y se están dando pasos en la dirección correcta.

¿Cuáles son los últimos avances tecnológicos que se están experimentando en la ciberdefensa?

Pues las principales líneas de trabajo se están dirigiendo a aumentar las capacidades defensivas de los equipos de ciberseguridad. Los especialistas en ciberseguridad son todavía un recurso escaso, comparado con la magnitud de la amenaza, por lo que la incorporación de técnicas

“Afortunadamente, se ha tomado conciencia por parte de los gobiernos de esta necesidad”

de automatización en las herramientas utilizadas en la detección y respuesta a amenazas es una línea de trabajo fundamental, como lo es el uso de inteligencia artificial aplicada a la ciberseguridad. Esto se complementa con el desarrollo de herramientas que permitan a los equipos y autoridades, con competencias en la gestión, disponer de una conciencia situacional que permita una mejor asignación de los recursos y una respuesta más ágil. S2 Grupo está colaborando con el Centro Criptológico Nacional en todas estas líneas.

¿Qué proyectos están desarrollando en estos momentos en S2 Grupo, incluido el ámbito de la industria?

Además de lo comentado anteriormente, en el ámbito de la industria se están implementando un número creciente de iniciativas, como consecuencia del incremento de madurez en estas cuestiones del sector y las nuevas exigencias regulatorias, como las derivadas de las directivas europeas NIS2 (2022/2555) y de resiliencia de las entidades críticas (2022/2557). En particular, S2 Grupo está colaborando con clientes de distintos sectores industriales, como energía, construcción naval, ferrocarriles, etc., en la incorporación de la ciberseguridad desde el diseño en los procesos de ingeniería y construcción, incluyendo la definición de criterios que se incorporan a las pruebas FAT y SAT. Otras líneas de trabajo cada vez más demandadas son la consultoría especializada sobre arquitecturas seguras y la evaluación técnica de dispositivos. Por último, cabe destacar el desarrollo de sondas embarcadas para la monitorización de alertas de seguridad en plataformas móviles como buques, trenes o automóviles.

¿Cómo se encuentra el mercado laboral en lo que respecta a la ciberseguridad? ¿Hay una alta demanda de estos expertos?

En general hay importantísima demanda no cubierta de perfiles tecnológicos y en particular de especialistas en ciberseguridad. INCIBE estimaba que en 2021 ha-

bía unas 24.000 posiciones no cubiertas en España. Se trata de un fenómeno a escala global. Es cierto que se está haciendo un esfuerzo en la incorporación de la ciberseguridad en

“En general, hay una importantísima demanda no cubierta de perfiles tecnológicos y en particular de especialistas en ciberseguridad”

los planes de estudios existentes, así como la creación de estudios específicos, pero siguen siendo claramente insuficientes. De hecho, S2 Grupo ha creado su propio programa de formación en ciberseguridad, denominado Enigma, que ya acumula 8 promociones de alumnos, que en muchos casos se incorporan como empleados a la compañía.

Los ciberataques son fenómenos relativamente nuevos y con ciertos agujeros legales, ¿qué sería necesario legislar a corto y medio plazo?

Pues precisamente en este momento, la expectativa está en la transposición a la legislación española de las nuevas directivas europeas, especialmente en lo relacionado con el nuevo esquema de certificación de productos. Básicamente, todo equipo o dispositivo con capacidades de conexión a una red va a precisar de un proceso de validación desde un punto de vista de ciberseguridad, para poder ser empleado en la Unión Europea. Esto implica desde un robot aspirador doméstico o una cafetera, hasta el equipamiento que forma parte del sistema de control industrial de una central de generación. Esto va a suponer un cambio fundamental a la hora de extender la demanda de requisitos de ciberseguridad a lo largo de toda la cadena de suministro, e implicará una transformación profunda del sector industrial, lo que servirá de base para garantizar una efectiva transformación digital en la industria.

El Clúster de la Industria de Defensa promueve la formación de especialistas en Guerra Electrónica

Con el objetivo de apoyar a la industria nacional de defensa y contribuir a mejorar las capacidades de nuestras Fuerzas Armadas (FAS) en el campo de la Guerra Electrónica, el Clúster de la Industria de Defensa (CID) ha promovido la creación de unos estudios universitarios de postgrado en este ámbito tecnológico, altamente especializado, profesionalmente muy demandado y de absoluta actualidad

Mónica Ramírez

El Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Cantabria (COITIC) es socio fundador del CID, entidad creada en 2019 y, desde entonces, está apoyando todas aquellas iniciativas encaminadas a favorecer el desarrollo profesional de los titulados en las diversas ramas de la Ingeniería Técnica Industrial, en el ámbito de la industria de defensa.

El título de Experto Universitario en Guerra Electrónica, se ha creado como titulación propia de postgrado de la Universidad de Cantabria (UC), que además es miembro del CID. La primera edición está ya en marcha desde el pasado 26 de septiembre, con 30 alumnos matriculados y finalizará el próximo mes de junio. Esta iniciativa formativa ha contado con el apoyo económico y docente de tres destacadas empresas del sector, también asociadas al CID: Indra, Erzia Technologies y TTI, además de SENER, empresa que no forma parte del Clúster, pero que cuenta con una larga trayectoria de conocimiento en este ámbito. Igualmente, se cuenta con el apoyo de expertos de las Fuerzas Armadas (FA) que se han incorporado al cuadro docente.

La presentación oficial tuvo lugar en el rectorado de la UC. El acto contó con la presencia de Ángel Pazos, rector de la UC; María José González López, vicerrectora de Títulos Propios y Enseñanza a Distancia de la UC; Daniel Pérez González, vicerrector de Transferencia del Conocimiento y Emprendimiento de la UC; UC Manuel Vila, presidente del CID; Alfonso Bourgon, director del CID; Fernando Borredá Rite, director comercial nacional de Defensa y Seguridad de Indra; Luis García, CEO de Erzia Technologies; Francisco Canales, director general de Erzia Technologies; Rafael Orbe Corsini, director general de Defensa de Sener Aeroespacial; el capitán de Navío de la Armada (en situación de servicios especiales) Rafael Espinosa González Llanos, responsable de Desarrollo de



Presentación del título de Experto en Guerra Electrónica.

Negocio de Defensa de Sener Aeroespacial; Cristina Barquín Aróstegui, CEO de TTI, y Amparo Herrera, directora del Departamento de Ingeniería de Comunicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación (ET-SIIT) de la UC; codirectora del curso junto con Jesús Reyes, exdirector de Guerra Electrónica en Indra, vinculado al desarrollo de esta actividad en la industria española desde sus orígenes, y ahora director del Programa de Guerra Electrónica del CID.

El curso ofrece a estudiantes universitarios de postgrado y profesionales ya en ejercicio, la formación específica que viene demandando la industria del sector, con un enfoque muy práctico. El temario se estructura en seis asignaturas, con más de 260 horas lectivas complementadas con actividades prácticas y visitas a empresas y unidades e instalaciones militares de interés, completando así un título de Experto Universitario de 26 créditos. El cuadro docente está formado por seis profesores universitarios, seis oficiales de las Fuerzas Armadas y siete ingenieros, con más de 20 años de experiencia en la materia que han desarrollado o desarrollan actualmente su actividad

profesional en Indra, y que imparten las materias más especializadas del curso.

La industria española de defensa lleva, desde los años 80 del pasado siglo, creando capacidades y equipos de Guerra Electrónica para la autoprotección de las plataformas aéreas y navales, dotando de sistemas de inteligencia de señales y de sistemas de contramedidas a nuestras FAS y manteniendo, a la vez, una significativa actividad exportadora.

A lo largo de todos estos años, la industria se ha venido apoyando en técnicos formados de manera generalista en las universidades que, posteriormente, completaban sus conocimientos profesionales dentro de las propias empresas. Esa demanda de profesionales se ha disparado de unos años a esta parte, fundamentalmente a raíz de la innovación tecnológica que están propiciando los nuevos conflictos armados, como el actual de Ucrania. En ese escenario de retos y amenazas, y con el fin de contribuir a satisfacer dicha demanda de profesionales, el CID decidió, a finales de 2021, promover e impulsar la creación de unos estudios de postgrado altamente especializados.

Programa dirigido a **ingenieros, arquitectos técnicos, abogados, directivos y gestores administrativos.**

Programa de especialización

Excel y proyecciones financieras para empresas y despachos

Adquiere las competencias y capacidades propias para elaborar y utilizar unas **proyecciones financieras claras, completas y detalladas** como **herramientas de análisis.**

Plan de estudios

Curso 1.

Excel
 Formulación, análisis de sensibilidad y modelización financiera.

Curso 2.

Modelos financieros
 Construcción de un modelo financiero y cálculo de los flujos de caja.

Píldoras complementarias de aprendizaje

- Operating (29 píldoras)
- Financing (20 píldoras)
- Excel (18 píldoras)
- VBA (2 píldoras)

Curso 3.

Business Plan Iniciación
 Gestión de negocios y toma de decisiones estratégicas adecuadas.

Curso 4.

M&A iniciación
 Construcción de los estados financieros, el DCF, LBO y análisis del modelo de M&A.

Duración: 75h

Modalidad: *E-learning*

Fecha inicio: 27/04/2023
 Fecha fin: 22/06/2023

Con el apoyo docente de reconocidos expertos en la materia

Programa bonificable en los seguros sociales (Fundación Estatal para la Formación en el Empleo - FUNDAE)

Con acceso a la biblioteca inteligente profesional Smarteca

Potencia tu Networking

Acceso al examen para Certificación modex®

Metodología

El programa se imparte en modalidad **e-learning** que permite **estudiar dónde y cuándo quieras.** Se desarrolla totalmente a través de Internet en nuestro Campus Virtual. Para el seguimiento contarás con un Coordinador Académico que te apoyará y orientará en el desarrollo del curso. El contenido se estructura en **unidades en formato de video**, con una parte teórica para afianzar los conceptos generales, que se complementa con la resolución de **casos prácticos** en Excel. Se trabaja con **terminología en español y en inglés**, idioma habitual en los entornos financieros. Además tendrán lugar **Encuentros digitales**, en

tiempo real, donde el docente desarrollará un tema en concreto. La grabación estará disponible posteriormente en el Campus Virtual para su consulta.

El curso está **pensado para profesionales** que podrán compatibilizar su seguimiento con su actividad profesional, siendo de obligado cumplimiento las fechas de finalización y entrega de actividades fijadas al comienzo del programa.

Con un **profesor especializado** a tu disposición para impartir la materia y resolver cualquier duda que te surja y acceso a herramientas Wolters Kluwer relacionadas con la materia.



Los alumnos pueden optar a la **certificación modex®**, examen acreditado por EFFAS (European Federation of Financial Analysts Societies) en modelización financiera.

Precio Total
~~720€~~

Precio Ingenieros y Arquitectos Técnicos Colegiados (15% descuento)
612€

Examen de Certificación en modelización financiera: 115€

Manuel Vila

Presidente del Clúster de la Industria de Defensa

“La invasión de Ucrania ha puesto de relieve la necesidad de incorporar profesionales con conocimientos específicos en determinadas tecnologías”

M. R.

Manuel Vila es el presidente del Clúster de la Industria de Defensa, que ha promovido la formación de especialistas en Guerra Electrónica.

¿Cuándo y con qué objetivos se creó el Clúster de la Industria de Defensa?

El CID nació en 2019 con la intención de acercar el mundo de la defensa a la empresa, de forma que se incrementara el número de suministradores de bienes y servicios a las Fuerzas Armadas, por un lado, y que desapareciera cierto “respeto mutuo” por el otro, a través del conocimiento mutuo, con especial incidencia en la difusión de la “cultura de defensa” en la sociedad (en la medida de nuestras posibilidades).

¿Cómo pueden contribuir las empresas del sector industrial a la potenciación de la investigación y el desarrollo tecnológico en el ámbito de la defensa?

Hay muchas empresas industriales que ignoran poder disponer de un producto de aplicación en este sector. Pero la tecnología dual impregna el know how de muchas organizaciones, donde ya tienen asentada una dinámica innovadora que mira a otros mercados. Esa contribución es factible, pues, más como un esfuerzo comercial que de cualquier otra índole.

“La tecnología dual impregna el know how de muchas organizaciones, donde ya tienen asentada una dinámica innovadora que mira a otros mercados”



Manuel Vila

¿Qué papel juegan los ingenieros en este ámbito?

Son los responsables de hacer posibles las nuevas ideas, bajando a tierra los proyectos ambiciosos mediante el desarrollo de las soluciones técnicas adecuadas en la definición del producto, permitiendo la industrialización del proceso o asegurando la calidad de éste en beneficio de la del primero. Eso sin contar con la presencia masiva de dicha profesión en el ámbito comercial (el sector requiere de una venta técnica) o de compras (por la misma razón).

Uno de los objetivos del CID es promover la “cultura de defensa”, ¿qué actuaciones lleva a cabo en este sentido?

Acercar a las empresas la realidad de nuestras Fuerzas Armadas en cada una de las jornadas de trabajo que organizamos es lo más significativo. Pero en estos años se han organizado actividades meramente culturales o deportivas, como regatas con la participación de la Armada o las jornadas de marcha militar

Santander 4 Days.

El CID se caracteriza, además, por la diversidad de las empresas, entidades e instituciones que lo conforman, de diferentes tamaños y distintas áreas de actividad. En este contexto, se han constituido diversos grupos de trabajo, ¿cuáles son los más destacados?

Hay muchos, en los ámbitos más variados y destacar alguno en concreto sería injusto hacia los demás. No obstante, quepa destacar, por la reciente renovación de su dirección y en homenaje a sus antiguos responsables, el de construcción naval y el de inteligencia económica.

“Acercar a las empresas la realidad de nuestras Fuerzas Armadas en cada una de las jornadas de trabajo que organizamos es lo más significativo”

Con el objetivo de apoyar a la industria nacional de defensa y contribuir a mejorar las capacidades de nuestras Fuerzas Armadas (FAS) en el campo de la Guerra Electrónica, el Clúster de la Industria de Defensa (CID) ha promovido la creación de unos estudios universitarios de postgrado en este ámbito tecnológico altamente especializado, ¿cómo surgió esta iniciativa y cómo ha sido el proceso hasta la puesta en marcha de estos estudios?

Fue una iniciativa del anterior comité ejecutivo del CID, que surgió de la mano del director del clúster durante la última celebración de Feindex, lugar de encuentro idóneo para todo



Equipos de guerra electrónica.

tipo de iniciativas relacionadas con el mundo de la defensa.

¿A quiénes va dirigido este curso y dónde se imparte?

Aunque está abierto a titulados universitarios o alumnos del último curso de grado en general (incluso a profesionales que reúnan los requisitos de acceso al sistema universitario español), el estudiante tipo es ingeniero de telecomunicaciones, tanto recién graduado como en ejercicio, motivo por el que el curso tiene cierto carácter virtual al ser semipresencial; está basado en la ETSIT de la Universidad de Cantabria (UC).

¿Cómo se estructura?

Es un curso de experto que sigue las pautas de la UC para los títulos propios a ese respecto. Tiene una parte teórica (21 créditos distribuidos en cinco temas) y otra práctica (5 créditos).

¿En qué momento se encuentra la demanda de estos profesionales, teniendo en cuenta la situación bélica actual?

Siendo, en general, la demanda de todo tipo de ingenieros casi una constante

“La defensa es generadora de tecnología puntera, y los ingenieros especializados en la misma tienen cabida en otros sectores demandantes de alta preparación”

desde los años noventa del pasado siglo, se da la circunstancia de que la invasión de Ucrania ha puesto de relevancia la necesidad de incorporar a la cadena de suministros de las Fuerzas Armadas profesionales con conocimientos específicos en determinadas tecnologías de aplicación en la defensa. No es, de todas formas, una demanda coyuntural. La defensa es generadora de tecnología puntera, y los ingenieros especializados en la misma tienen cabida en otros sectores demandantes de alta preparación: la defensa es un motor de innovación, pero no un compartimento estanco.

¿Qué proyectos tiene a la vista el Clúster de la Industria de Defensa?

Queremos facilitar la incorporación de compañías consolidadas en el suministro a Defensa, y la aproximación de empresas cuya actividad en el sector sea proporcionalmente pequeña (o incluso inexistente, si tienen tecnología o producto susceptible de adaptación a las necesidades de Defensa), para dotar a las Fuerzas Armadas de una base industrial y tecnológica propia (independiente, podríamos decir), adecuada a las necesidades nacionales.

En 2023 pretendemos, además: 1) consolidar la interlocución de nuestras empresas con el Ministerio, la Armada y los Ejércitos; 2) dotarnos con una estructura mínima para hacer llegar las convocatorias de las administraciones públicas nacionales y europeas a nuestros asociados; 3) favorecer la presencia de las empresas del CID en las ferias españolas con un stand propio; 4) intentar extender la experiencia del curso de experto en guerra electrónica a otro tipo de materia de gran interés de la mano de la UC, y 5) coordinar nuestra actividad con otras asociaciones nacionales y clústeres regionales para una mejor optimización de los recursos... etc.

Use of 3D printing in the manufacture of prosthetic hands

Uso de la impresión 3D en la fabricación de prótesis de mano

Christian Pérez Fernández¹, María del Mar Espinosa², Manuel Domínguez³

Abstract

3D printing is very popular in society, mostly due to fused deposition modelling, allowing prototypes and products of varying degrees of reliability to be created quickly and easily. In the case of hand prostheses, where the existence of high-cost commercial designs is inaccessible to a large percentage of the population, this technology is shown to be an alternative to the manufacture of this type of device at a much lower cost.

This article gives a brief introduction to additive manufacturing technology and the development of the different types of hand prostheses that can be found. Examples of mechanical and myoelectric prostheses are shown, in which different types of mechanisms and functionalities common to the vast majority of designs that people develop in universities, research centres, NGOs or as independent volunteers can be seen.

Keywords

Prosthetic hands, 3D printing, prosthesis.

Resumen

La impresión 3D posee una gran acogida en la sociedad, debido en su mayoría al modelado por deposición fundida, permitiendo crear prototipos y productos de una mayor o menor fiabilidad de forma rápida y sencilla.

En el caso del campo de las prótesis de mano, donde la existencia de diseños comerciales de alto coste económico inaccesibles para un gran porcentaje de la población, esta tecnología se muestra como una alternativa a la fabricación de este tipo de dispositivos con un coste muy inferior.

En este artículo se realiza una breve introducción a la tecnología de fabricación aditiva y al desarrollo de los diferentes tipos de prótesis de mano que pueden encontrarse, mostrando ejemplos de prótesis mecánicas y mioeléctricas, en los que pueden comprobarse diferentes tipos de mecanismos y funcionalidades comunes en la gran mayoría de diseños que distintas personas desarrollan en universidades, centros de investigación, ONGs o como voluntarios independientes.

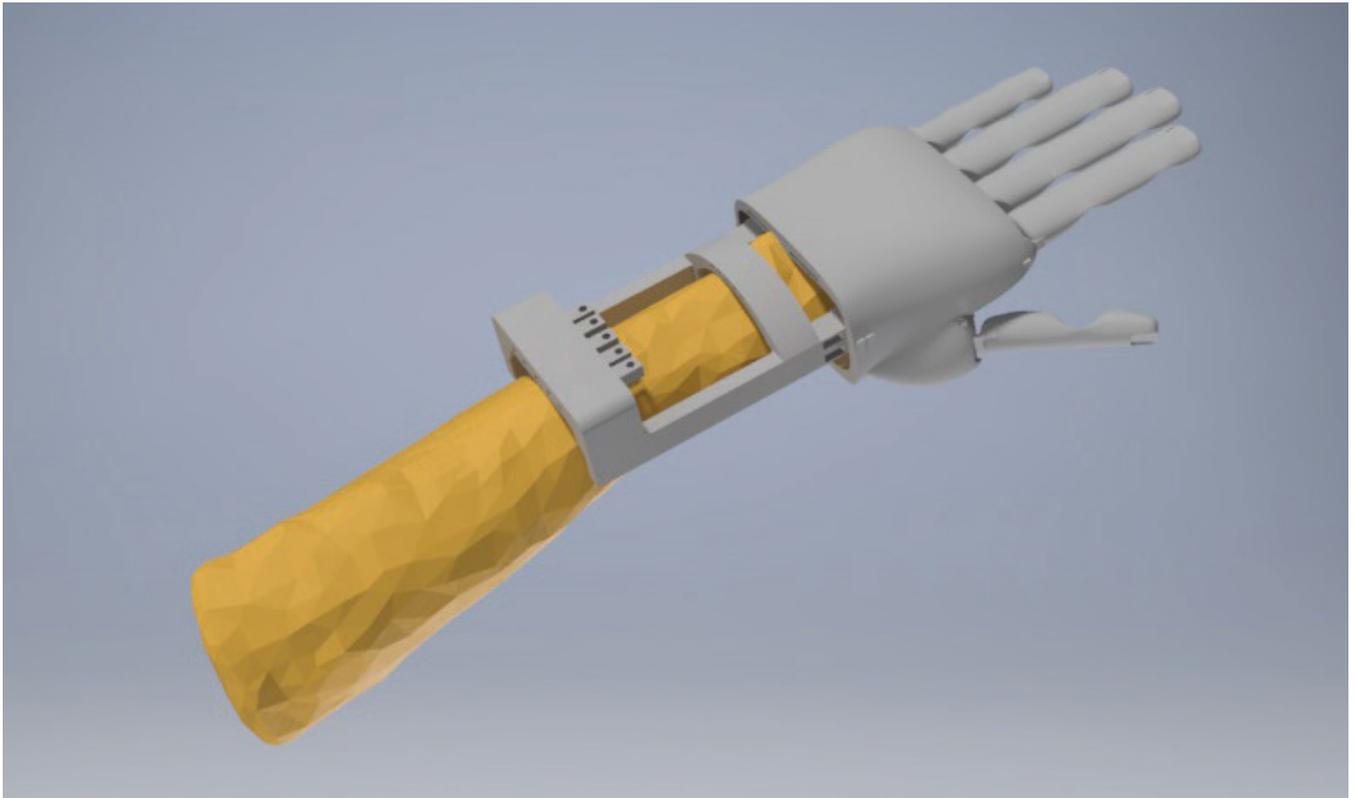
Palabras clave

Manos protésicas, prótesis de mano, impresión 3D, prótesis

Received 06/09/2021 Accepted 03/01/2023

1-3 Design Engineering. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Juan del Rosal, 12. 28040 Madrid, Spain

Corresponding author: Christian Pérez Fernández, cperez1522@alumno.uned.es



Rendered image of a 3D prosthetic design. Image provided by the authors of the article (Fernández, 2016).

Introduction

Thanks to the development and accessibility of 3D printing in recent years, not only in industrial and educational environments, but also in domestic environments, society has become more involved in the creation of designs to be manufactured using this type of technology, achieving a wider range of possibilities and examples of useful elements for society.

In this aspect, the field of prostheses for people with loss or absence of upper limbs has been impacted, as in this case, hand prostheses, which have had several developments thanks to the cheapness and easy adaptability that allows the use of 3D printers, allowing access to this type of technology for a much lower price than proprietary designs, something important in the case of developing populations or in the case of young people of growing age, in which it would be necessary to change prostheses successively until they reach adulthood.

Material and methods

The method used for the research and writing of the article is theoretical, having carried out a search for information related to the topic to be developed in a general way for the two areas it covers.

In order to carry out the process, scientific articles and reference bibliography have been sought through:

- IEEE Xplore.
- ProQuest Research Library.
- Google Scholar.

The keywords used in the searches are: prosthetic hands, 3D printing, and prosthesis.

Searches were carried out only in Spanish and English in the different media mentioned above, selecting articles and documents in which different examples of designs and developments of prosthetic hands using 3D printing technologies could be seen.

3D printing

3D printing has existed in our society for more than 30 years. In recent years, thanks to the expansion of more affordable 3D printers, such as those based on fused deposition modelling (FDM), together with other movements such as open source. This is based on sharing technical knowledge, encouraging participation between the different people who can take part in its development, both in software development and in plans and three-dimensional models, as in this case.

An example of this is the RepRap movement (Koprnický & Šafka, 2017),

whose name comes from the basic idea of replicating itself, i.e., creating 3D printers that can print parts to make other printers. This fact allows us to understand the fabrication of prostheses using this technology, in which it is normal to share designs to help people in need, using the idea of self-replication (Dally, et al., 2015).

3D printing concept

3D printing is a type of additive manufacturing based on the superimposition of successive layers of material in order to obtain a three-dimensional object or part (Fernández, 2016). It can be considered slower compared to mass production if the aim is to produce a large number of products (Koprnický & Šafka, 2017), but in the case of the manufacture of prototypes, as well as the production of unique or customised items, it becomes a more efficient and optimal process due to the use of less expensive materials and means, both energy and machinery (Fig. 1).

It also allows the production of unique or customised items, being able to create complicated, geometries or non-standardised parts of various sizes with good aesthetic and functional properties in a more cost-effective way (Mohammadi, et al., 2020).

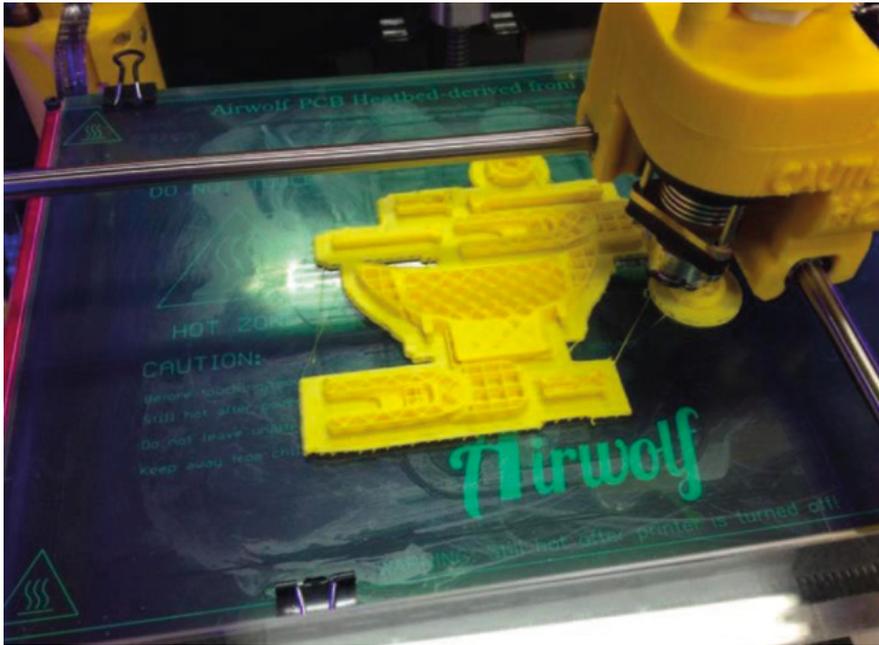


Figure 1. 3D printing of prosthetic hand parts (Borjas & Flores, 2015).

Printing technologies

Different additive manufacturing technologies have been developed but, because of its wide use in the production of this type of prosthesis, only the following types will be discussed:

- Stereolithography: Stereolithography (SLA) is an additive manufacturing process in which the photopolymerisation of resins, i.e., liquid polymers, is used to manufacture three-dimensional objects or models. An ultraviolet laser travels across the surface of the material in the XY planes, solidifying the parts needed to obtain the geometry of the solid body. When the layer of the material solidifies, the platform on which the resin is located descends, making it easier for the beam to work on the following layer of the solid, repeating the process successively until the three-dimensional element is obtained (Fernández, 2016).

Post-treatments in ovens are often used to improve the mechanical properties of the model.

- Fused deposition modelling: This type of technology uses spools of filament that pass through an extruder at temperatures, depending on the type of material used, of around 200 °C. Heating the filament reduces its diameter to the order of microns, while the extruder follows the appropriate trajectory to generate the layers of the three-dimensional model. This extruder can move along the

XYZ axes, with the base on which the material is deposited being fixed (an example can be seen in Fig. 1), or it can move along the XY axes, with the base being movable along the Z axis, similar to the stereolithography process (Fernández, 2016).

This type of 3D printing is the most widely used in the manufacture of prostheses, due to the wide variety of printers and their cost, which is considerably lower than that of other technologies, together with the voluntary nature of the group of individuals who own this type of machine (Sánchez & Falfán, 2019), who are dedicated to designing or manufacturing prostheses for people who can use them.

The spools used in this process can be found in different filament diameters, around 3 mm, and there is a wide variety of materials, with two being the most commonly used:

- ABS: acrylonitrile butadiene styrene is an amorphous thermoplastic terpolymer with high impact

resistance often used in the automotive industry, e.g., in the manufacture of bumpers. Each of its three monomers provides different characteristics: acrylonitrile provides rigidity, resistance to chemical attack, hardness and stability at high temperatures; butadiene provides toughness at low temperatures and impact resistance; while styrene, similar to the previous ones, provides mechanical strength, hardness and rigidity.

- PLA: polylactic acid is a thermoplastic derived from the starch of vegetables such as maize or cassava. It is biodegradable and decomposes slowly in contact with water and carbon oxides. It is denser than ABS and harder, but with less elasticity and resistance to impact and high temperatures.

There are types of filaments that use different materials to achieve different looks and properties, many of these are based on adding additives to the PLA or ABS itself, such as spools made from nylon, polystyrene or flexible materials.

Prosthetic hands

The hands, limbs located at the limit of the upper extremities, are the main tool for physical manipulation of the environment by human beings, thanks to the two primary capabilities they have: pressure and touch; allowing the performance of movements, grasping and holding objects, as well as their sensitive qualities (Fernández, 2016) (Loaiza & Arzola, 2011).

Gripping ability is largely due to the thumb, which has the power to rotate 90 degrees (Brito, et al., 2013), which, together with the remaining four fingers, gives the hand the ability to mould and adapt to the shape of the objects or surfaces with which it interacts (Castellanos, et al., 2011) (Fig. 2).

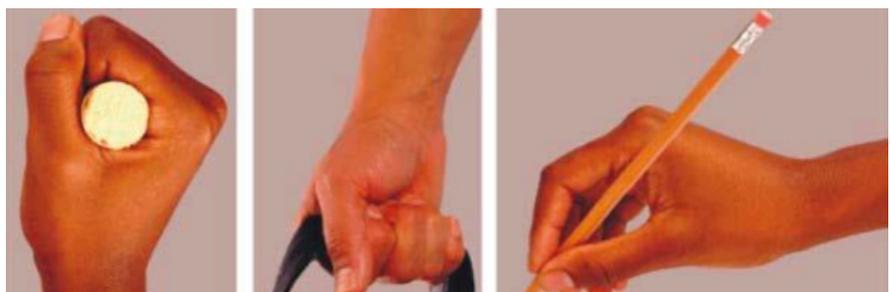


Figure 2. Examples of hand grips (Castellanos, et al., 2011).



Figure 3. Examples of modern aesthetic prostheses (Brito, et al., 2013).

Due to the events of World War II, more than 20,000 people had limbs amputated; 120,000 civilians were amputated as a result of disease or accidents (Rodríguez & Saldaña, 2018).

Amputations or malformations can affect patients both psychologically and socially, in addition to the economic cost to their quality of life, due to the search for prosthetic solutions or the impossibility of carrying out work or trades.

The manufacture of prosthetic hands seeks to fulfil two fundamental objectives: on the one hand, functionality, giving the opportunity to recover the movements and capacity to hold, use and interact with objects and the environment; on the other hand, aesthetics, by recovering the symmetry between limbs and the standard appearance of the human body, solving conditions derived from malformations or amputations.

Evolution of prosthetic hands

The development of prostheses has gone hand in hand with the development of materials, technologies and knowledge of the human body (Fig. 3).

Prostheses appear as early as the civilisations B.C. (before Christ), as well as in the medieval times. Most of these prostheses had an aesthetic rather than a functional function.

Amputation of limbs in battle was common. It could be said that the prostheses of those times had a

secondary functional function, such as holding the shield of soldiers in order to use the sword with the hand they still possessed (Fernández, 2016).

During the 20th century, with the advent of the World Wars and after the Civil War in the USA, the great innovations in prosthetics took place, as the aim was to enable amputees to return to work once their military service was over.

In 1912, Dorrance developed the Hook prosthesis, which could be opened and closed by the movement of the scapula with the aid of a harness.

Later, in 1946, pneumatic and electric active prostheses were developed. It was in Russia in the 1960s where the first myoelectric type active prosthesis was produced. This prosthesis used sensors in the muscle mass of the amputated limb stump in order to effect the movement of the hand/gripper (Fernández, 2016).

With the technological advances of the time, numerous hands or upper limb prostheses were developed and appeared, which were designed with a focus on robotic tasks. However, lighter hand models were also developed, such as the Otto Bock hand (Brito, et al., 2013), which has the main advantage of being able to grasp objects quickly and precisely in an active manner thanks to the sensors in the fingers (Fig. 4).

With the arrival of the 80s, the hand of Scottish origin ProDIGITS appears, presented for different types of amputation or absence of limbs of the upper extremity, being improved in 1994, achieving an improvement in the size of the mechanisms and power source (Castellanos, et al., 2011).



Figure 4. Otto Bock prosthesis (Brito, et al., 2013).



Figure 5. First ProDIGITS design vs. later design (Castellanos, et al., 2011).

In the following image (Fig. 5) you can see the first design, compared to a later one.

In recent years, the development of new technologies together with the improvement of the lives of people with missing or amputated limbs, as well as competition between companies, has led to a great evolution in this field, achieving improvements in precision and in the number of movements and orientations, with a wide range of models and updates of older versions appearing. One example is the creation of artificial skins that mimic the touch of a human hand; this is related to myoelectric prostheses, seeking a mind-machine connection, where commands and movements are more natural and instantaneous.

One example is the I-Limb prosthesis, in which each of its fingers is controlled independently, facilitating a large number of positions with precision thanks to a 90 degree rotation of the thumb (Brito, et al., 2013) (Fig. 6).

Classification of active prostheses

Active prostheses are those that do not

merely fulfil an aesthetic function but can carry out tasks due to the mobility and control of their different parts by the individual. According to their mode of action, they can be classified as follows.

Mechanical prostheses

Mechanical hand prostheses are devices that, in most cases, facilitate a grasping or clamping action, i.e., they can be closed and opened to hold or grasp objects. They are usually controlled by harnesses or cables attached around the wrists, shoulders, chest, etc. They are not very precise.

One of the mechanisms used for the operation of some mechanical prostheses is the so-called articulated quadrilateral or four-bar mechanism, shown in figure 7.

In this mechanism, three of the bars are mobile and one is fixed, one bar generates the movement and the other receives it, with the movement of one being rotational on its axis, while the other performs a see-saw movement; the movements can change, with both being rotational or see-saw. Grashof's Law (Eq. 1) is used to check

the type of motion.

$$S + L \leq P + Q$$

Equation 1. Grashof's Law.

In which:

S = length of the shortest link,

L = length of the longest link,

P and Q = length of the remaining links.

This type of mechanism, with design and execution possibilities of greater or lesser complexity, can be used, for example, for the operation of prosthetic fingers, managing to imitate the movement of the phalanges.

Other types of mechanism used for the operation of this type of prosthesis is the use of springs for the flexion or extension of the limbs (fingers or hooks/hooks) accompanied by tensors, cables or bars, which carry out the opposite operation to the spring, i.e. if, thanks to the tension of the cables, the hand closes, when these are relaxed, the springs would return the hand to an open position, and vice versa (Fernández, 2016).

An example can be seen in the following pictures with a Snap-Together prosthesis design from Robohand, where in the first case the fingers are at rest (Fig. 8), while in the second picture it can be seen that when the wrist part is flexed, the fingers close thanks to the use of tensioners (Fig. 9).

The majority of 3D printed prostheses are of this type, due to the simplicity of the mechanisms, as they use the user's own movements or strength and do not have electronic elements.

Electric prostheses

Electric prostheses are powered by electric motors, replacing the force of the user and the type of mechanisms used in the previous example mentioned. They are controlled by a push button or switch with a harness operated in a similar way to the mechanical ones.

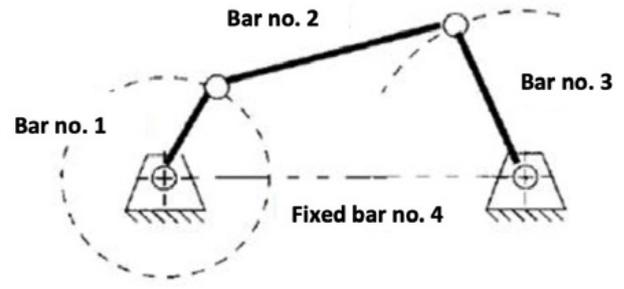


Figure 7. Articulated quadrilateral (Castellanos, et al., 2011).

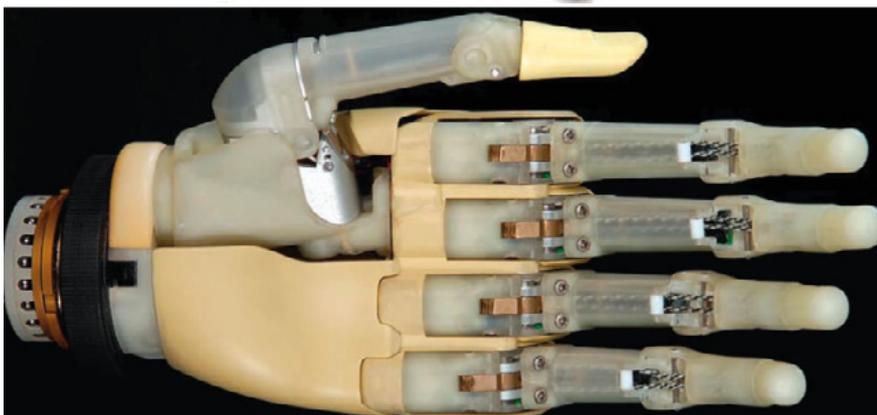
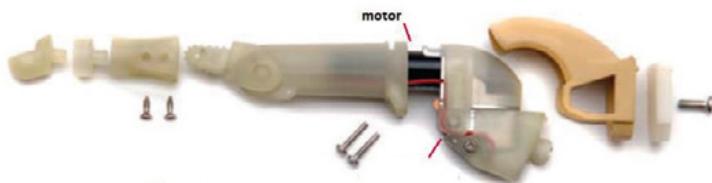


Figure 6. I-Limb prosthesis (Brito, et al., 2013).

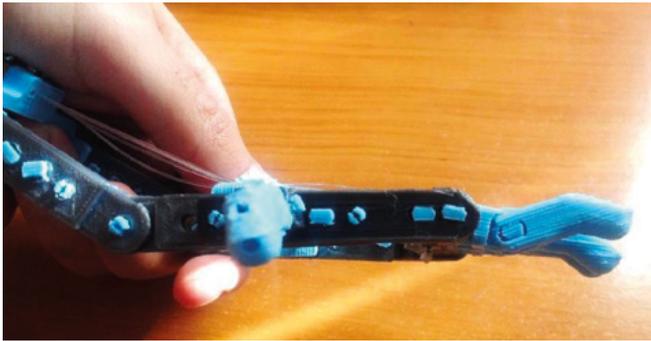


Figure 8. Snap-Together prosthesis at rest (own authorship).

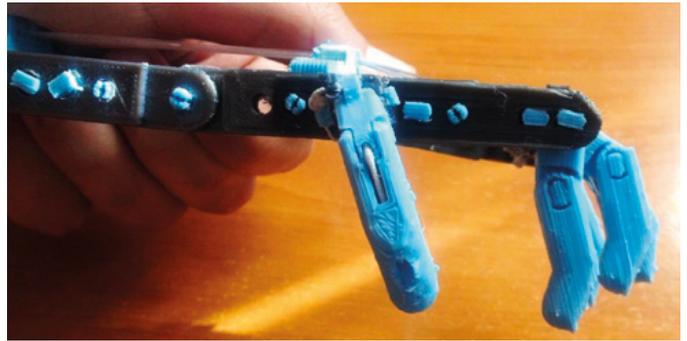


Figure 9. Fingers tractioned by the Snap-Together prosthesis mechanism (own authorship).

Pneumatic prostheses

The first designs of pneumatic prostheses were powered by the use of compressed carbonic acid, but due to the complications and risk they could cause to the user, their manufacture and development has been abandoned.

Currently, pressurised air obtained by means of a compressor is used, allowing great strength and speed in movements (Brito, et al., 2013), although it is costly to maintain due to the complexity of its mechanisms and the use of relatively large devices.

Myoelectric prostheses

Myoelectric prostheses are the most developed type at present. They combine the action of the body by means of myoelectric sensors located on the periphery of the amputated area. These elements pick up small electrical signals originating from the nerve endings and muscles of the individual's organ or residual limb, transmitting them to one or more microcontrollers, which translate them into commands for the actuators that govern the various movements of the prosthesis.

There are surface electrodes, placed on the skin, and electrodes inserted inside the individual's tissue. Two types of hand-integrated sensors can also be found:

- Position sensors: these are used to measure the position of the fingers and joints, an example being the so-called Hall sensors, accompanied by magnets, to measure the movement and angular position of the element.
- Force sensors: these are used to measure the force that is being applied to the prosthetic fingers when they come into contact with an object, e.g., FSR sensors (resistive force sensors).

Long-life batteries are used to power

the sensors, actuators and the microcontroller circuit board, allowing the device to operate for at least one full day (Fernández, 2016). One such example could be seen in Figure 6.

3D printed prostheses

As mentioned, most 3D printed prostheses are mechanical, employing mostly the same type of mechanism, using wrist flexion to achieve finger closure.

An example is the Raptor Hand designed by R. Borjas and W. Flores (Fig. 10). The Raptor Hand model consists of an assembled set whose fingers are elevated 25 degrees by means of ropes that generate a permanent tension in the resting state of the hand, forcing it to open. When a change of angle is generated, the tension is increased, acting so that the hand finally executes the flexion of the fingers (Borjas & Flores, 2015).

This type of design is very useful in developing countries due to the low cost of its manufacture compared to commercial models, as well as its use focused on growing children, being

able to successively print different sizes for the following stages until maturity, thus saving the use of commercial prostheses for each of these phases.

In the prosthesis developed by Marlene Bustamante's team (Bustamante, et al., 2018) a parameterised model of a prosthetic hand was devised, which could be successively scaled up using the measurements of the patient's other healthy hand, carrying out a 3D scan of the residual limb in order to design a comfortable cavity for its use.

In order to carry out the parameterisation, different sections or measurements of the palm and fingers were marked, seeking a proportionate configuration and scaling.

On the other hand, a complementary software for AutodeskTM Inventor was developed to help insert and change the parameters of the 3D model and customise the prosthesis in an intuitive way. With the previous study of the lengths of the hand segments, the formulas for their parameterisation were included in two parts of the software: an Excel file and a program developed in the Visual Studio development environment

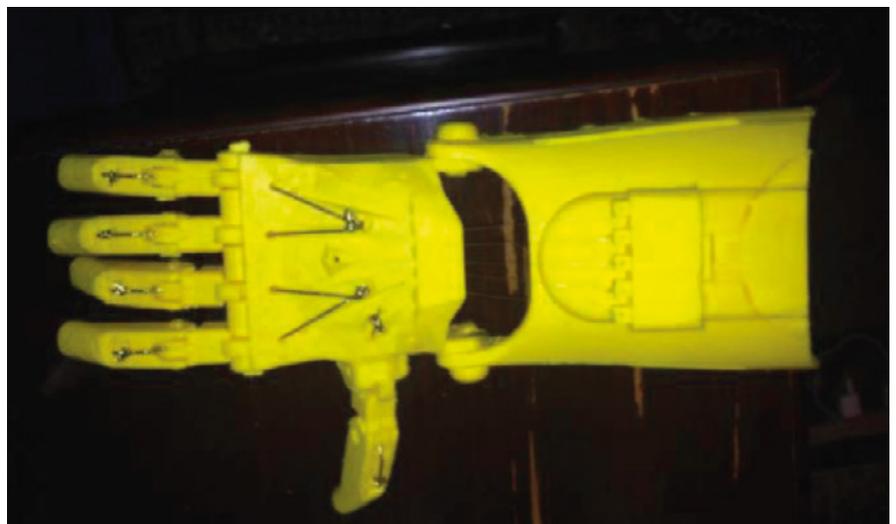


Figure 10. Raptor Hand Prosthesis (Borjas & Flores, 2015).

using the Autodesk™ Inventor application programming interface (API). The former performs the calculations and transfers the necessary dimensions to the design program; the latter receives the calculations and updates the parametric design via buttons on a user interface before proceeding to export the files for 3D printing (Bustamante, et al., 2018).

The design of the fingers consists of three four-bar links, the length of each link was calculated according to the Grashof equations and the anthropometry of each user, i.e., the length of each finger.

The positions of the joints are aligned with the axes of rotation axes of the fingers (Fig. 11).

The activation or flexion of the fingers is achieved by means of tensioning cables as in other mechanical prostheses, with the difference that, in this case, the cable pulls on the handle of the first four-bar joint. This movement produces the rotation of the following phalanges by their crank links.

With regard to the development of myoelectric prostheses, there has been an increase in the number of developments, thanks to open-source microprocessors such as Arduino, being able to easily program and control the different actuators and components of the hand, while it is possible to manufacture cavities and housings for the different elements in a simple way with the additive manufacturing techniques already mentioned.

A prosthesis of this format and low cost is the one presented by Víctor Ferman, Carlos de la Cruz and Ali Lemus (Ferman, et al., 2015), called Galileo Hand, in which its distribution is intended as a kit available for potential users to make their own model.

It has 5 small servomotors that transfer movement to the parts that make up the hand (Fig. 12). The fingers are made up of three phalanges and the thumb is able to rotate, allowing the whole assembly to be moulded more easily to the object or surface with which it is intended to interact.

Elastics are used to force the fingers open, forcing them to return to rest, using the actuators simply to close the fingers or rotate the thumb.

A more complete myoelectric prosthesis in terms of the possibility of movement and degrees of freedom is the one designed by Victoria E. Abarca's team (Abarca, et al., 2019), Octa Hand. This prosthesis has an



Figure 11. Detail of parametric prosthesis (Bustamante, et al., 2018).

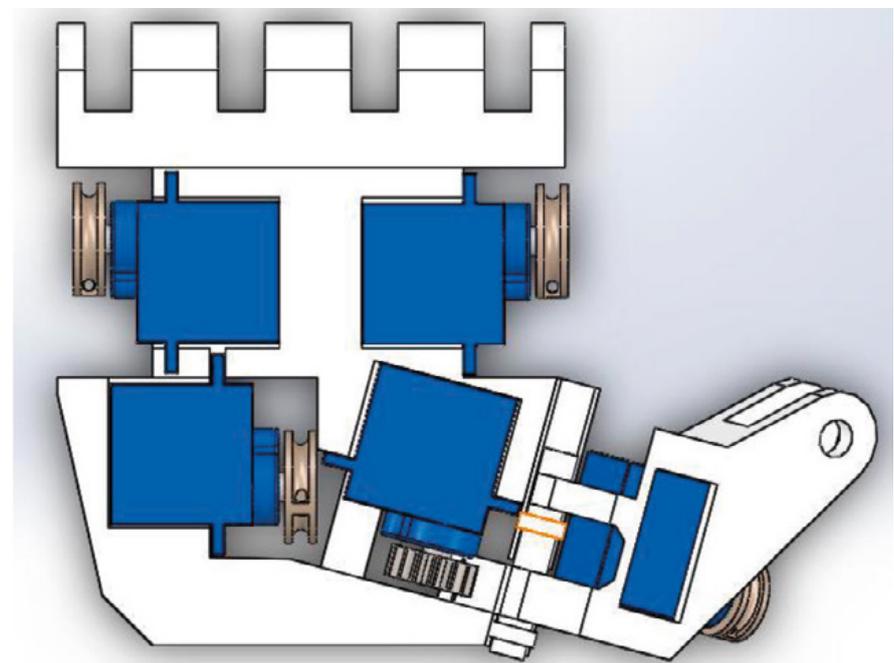


Figure 12. Distribution of the motors in the palm of Galileo Hand (Ferman, et al., 2015).

active wrist that allows turning on itself to change the orientation of the hand and six types of grip thanks to the configuration of its fingers: rest, tip, tripod, powerful, spherical, and extension.

The mechanism includes four cables per finger, two for each phalanx and a pulley (Fig. 13). Each pulley works with two sides, one taut and one loose, when the pulley moves to the right the finger executes the flexion movement and when the pulley moves to the left the finger executes the extension movement.

The wrist has two degrees of freedom, its flexion/extension movement is carried out by a worm gear from 0 to 70 degrees. In addition, it includes a self-locking system to the movement of the axis and

joints of the hand.

Pronation movement from 0 to 90 degrees and supination movement from 0 to -90 degrees is carried out by an internal worm gear (Fig. 14).

Each degree of freedom of the hand must have an angular position sensor that measures the absolute position. Its main advantage is that no initial position calibration is required when the prosthesis is turned on in any position.

It has eight compact actuators that work independently to meet the necessary torque and speed requirements.

As discussed above, part of the function of prostheses is aesthetics, so it is important to design realistic prostheses that simulate the skin and properties

of the human body. The team of Masahiro Yoshikawa (Yoshikawa, et al., 2015) presents the Rehand, a myoelectric prosthetic hand (Fig. 15).

It consists of a hand, a support bracket and a control box that includes an operating system using a distance sensor. The gripping function is achieved by a simple linkage mechanism with an actuator. The opening and closing of the fingers are controlled by changes in the distance between the distance sensor and the skin surface caused by the bulging of the muscle during muscle contraction.

The joints of the thumb and other fingers are actuated by the simple linkage mechanism that works with the extension of the linear actuator shaft simultaneously.

The fingers open and close according to the extension of the linear actuator shaft and proportional to the user's level of muscle contraction.

The entire prosthesis is covered with a commercial glove that adheres to the prosthesis thanks to its shape and design, giving a more natural look and concealing the 3D printed mechanism and parts (Fig. 16).

Conclusions

The expansion of 3D printing, making it a more accessible technology for society to the point where additive manufacturing machines are now available even at home, has led to the emergence of an increase in three-dimensional designs and models related to various fields.

In this case, the development of prostheses to be manufactured with this technology, from mechanical to myoelectric, by research centres, universities, NGOs or independent volunteers, makes it possible to create an alternative at a much lower cost than the possibilities of commercial brands, not always within the reach of the entire spectrum of the population.

The opportunity for customisation and scaling, as in the case of children who have to change prostheses year after year due to their growth, is one of the clear examples of the value of this manufacturing alternative.

This type of device, together with the aforementioned open source, becomes a global solution in which users or interested parties can carry out specific modifications, as well as the creation of new designs based the mechanisms or functionalities shared

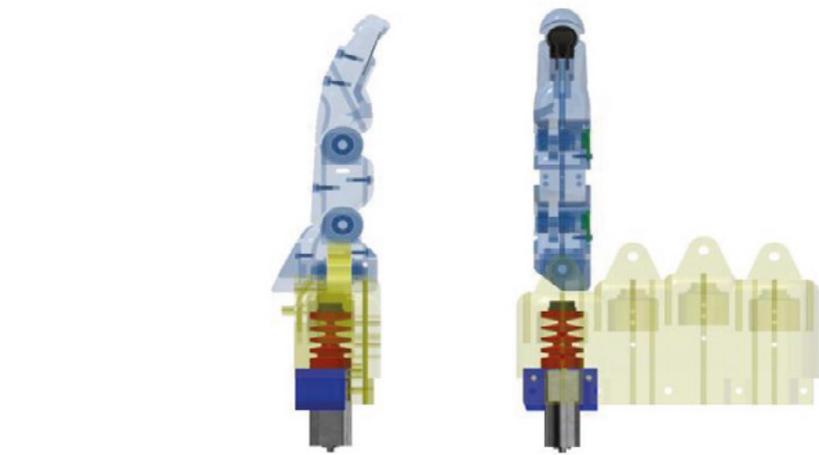


Figure 13. Finger design detail of the Octa Hand prosthesis (Abarca, et al., 2019).



Figure 14. Detail of the wrist design of the Octa Hand prosthesis (Abarca, et al., 2019).

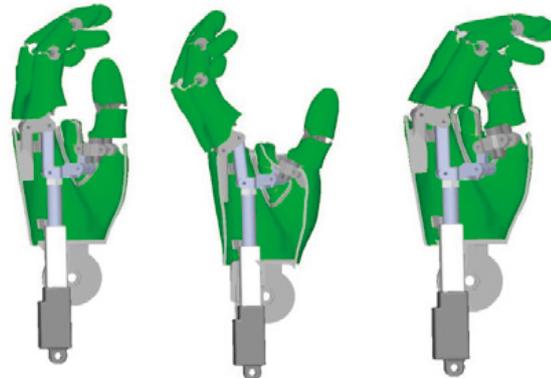


Figure 15. Rehand prosthesis opening-closing mechanism (Yoshikawa, et al., 2015).

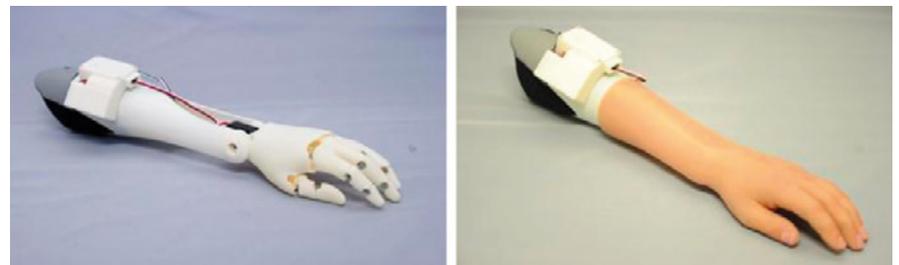


Figure 16. Rehand prosthesis with and without aesthetic glove (Yoshikawa, et al., 2015).

by others.

To sum up, the union of 3D printing and the design of prostheses is a field in continuous development, bringing on hope to a large part of the world's population that cannot access to other models of higher range and price.

It is undoubtedly worth mentioning the use of this technology to create study prototypes that can later generate final products to be manufactured with other types of processes and more resistant materials, seeking to produce more durable and reliable products.

References

- Abarca, V. E., Flores, K. M. & Elías, D., 2019. The Octa Hand: An Affordable Multi-Grasping 3D-Printed Robotic Prosthesis for. Beijing, China, s.n.
- Borjas, R. & Flores, W., 2015. Developing a Human Prosthesis using a 3D printer in Honduras. Panama, s.n.
- Brito, J. L., Quinde, M. X., Cusco, D. & Calle, J. I., 2013. Estudio del estado del arte de las prótesis de mano. Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología, Enero-Junio(9), pp. 57-64.
- Bustamante, M., Vega-Centeno, R., Sánchez, M. & Mío, R., 2018. A parametric 3D-printed body-powered hand prosthesis based on the four-bar linkage. Taichung, Taiwan, s.n.
- Castellanos, C. A. S. et al., 2011. Diseño mecánico y cosmético de una prótesis parcial de mano. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 30(1), pp. 15-41.
- Dally, C. et al., 2015. Characteristics of a 3D-Printed Prosthetic Hand for Use in Developing Countries. Seattle, WA, USA, s.n.
- Ferman, V., Cruz, C. d. l. & Lemus, A., 2015. Galileo Hand: Diseño de una prótesis biónica subactuada de bajo costo utilizando impresión 3D. El Salvador, s.n.
- Fernández, C. P., 2016. Diseño y fabricación de mano protésica mediante impresión 3D. Gijón: Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón.
- Koprnický, J. & Šafka, J., 2017. 3D printed bionic prosthetic hands. Donosti-San Sebastian, s.n.
- Loaiza, J. L. & Arzola, N., 2011. Evolución y tendencias en el desarrollo de prótesis de mano. DYNA: revista de la Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia, 78(169), pp. 191-200.
- Mohammadi, A. et al., 2020. A Paediatric 3D-Printed Soft Robotic Hand Prosthesis for Children with Upper Limb Loss. Montreal, QC, Canada, s.n.
- Rodríguez, V. A. & Saldaña, J. J., 2018. Prótesis en impresiones 3D de bajo costo "Hand To Hand". Chiriquí, Panamá, s.n.
- Sánchez, E. J. A. & Falfán, L. G., 2019. El impacto de la impresión 3D en la construcción de una prótesis de mano. Publicación Semestral Pádi, 7(Especial), p. 27-31.
- Yoshikawa, M. et al., 2015. Rehand: Realistic Electric Prosthetic Hand Created with a 3D Printer. Milan, Italy, s.n.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

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

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

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

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

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

Estructura Los trabajos constarán de tres partes diferenciadas:

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

2. Texto. En la primera página se incluirá el título (máximo 60 caracteres con espacios), resumen (máximo 250 palabras) y 4-8 palabras clave. Se recomienda que el título, el resumen y las palabras clave vayan también en inglés. Los artículos originales deberán ajustarse en lo posible a esta estructura: introducción, material y métodos, resultados, discusión y/o conclusiones, que puede re-

producirse 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://li-bweb.anglia.ac.uk/referencing/files/Harvard_referencing.pdf. (Consultado el 1 de diciembre de 2010).

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

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

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

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

Origami. Deployable structures

Origami. Estructuras desplegadas

Paula Álvarez-García, Manuel Domínguez ¹

Abstract

Deployable structures have been extensively researched in fields such as medicine and aerospace engineering. Its application to the terrain of the architecture is, in comparison, anecdotal, linked to ephemeral constructions, roof design systems and construction supplies. This article makes a study among the different available methods to generate this kind of reconfigurable structures, the origami code. It gathers among his followers' great mathematicians who share their theoretical research in computer programs code. Their revolutionary speculations are opposed to build architectures examples, less technologically transcendental at the present time. Finally, possible investigation lines based on the lack of theoretical novelties application to the architectural project and in the lack of classificatory studies that define action methods in the case of the application of the origami code to the architecture role are raised.

Keywords

Origami, structures, deployable, architecture.

Resumen

Las estructuras desplegadas han sido ampliamente investigadas en campos como el de la medicina y la ingeniería aeroespacial. Su aplicación en el terreno de la arquitectura es, en comparación, anecdótica, ligada a construcciones de carácter efímero, al diseño de cubiertas y de sistemas de apoyo a la construcción. El presente artículo estudia entre los distintos métodos para la generación de estructuras reconfigurables el código origami. Este reúne entre sus seguidores, a grandes matemáticos que comparten sus investigaciones teóricas en forma de programas computacionales. Sus especulaciones de carácter revolucionario se contraponen a una serie de ejemplos de arquitecturas construidas, menos trascendentales tecnológicamente para el momento actual. Se plantean, finalmente, posibles líneas de investigación basadas en la escasa aplicación de las novedades teóricas al mundo del proyecto arquitectónico y en la falta de estudios clasificatorios que definan métodos de actuación ante casos de aplicación del código origami a la arquitectura.

Palabras clave

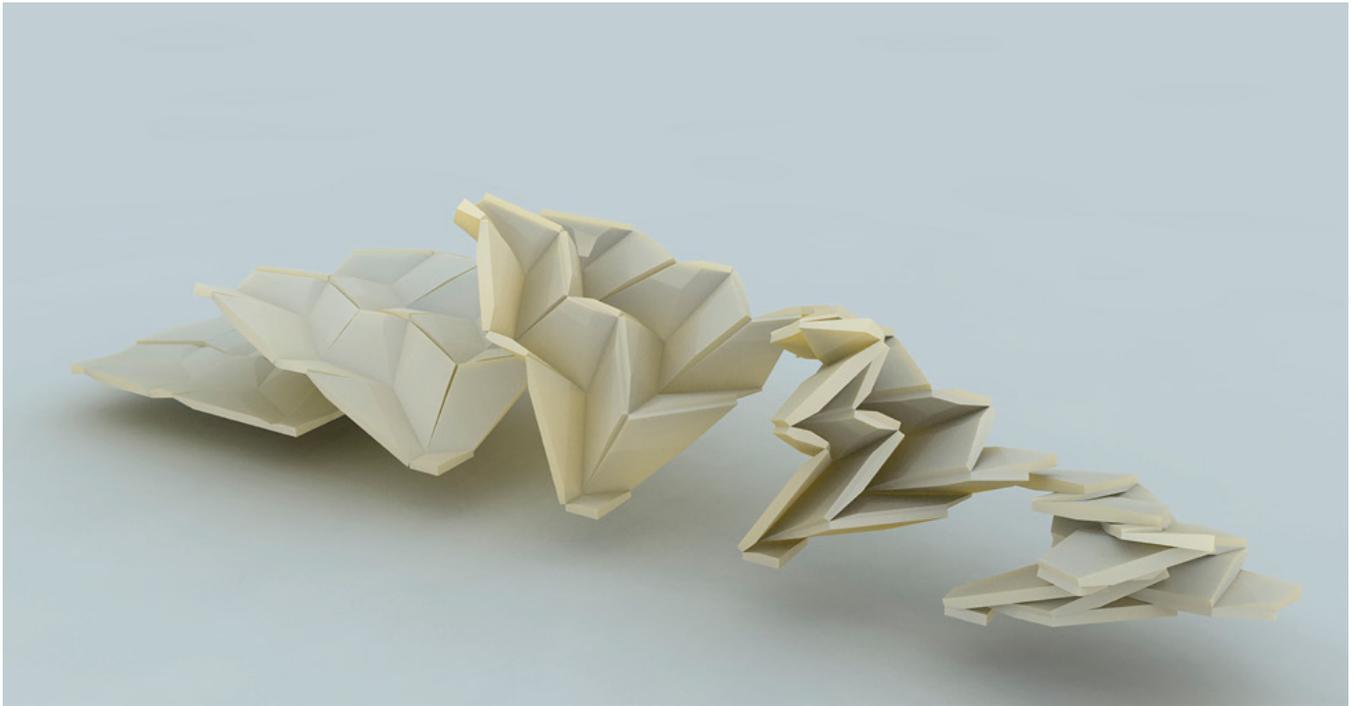
Origami, estructuras, desplegadas, arquitectura.

Recibido / received: 07/11/2022. Aceptado / accepted: 03/01/2023.

¹ Design Engineering. Universidad Nacional de Educación a Distancia - UNED, Spain.

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

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4748-0588> (P. Álvarez); <http://orcid.org/0000-0003-1037-0542> (M. Domínguez)



Folding of Thick Rigid Origami, 2009. Photo provided by the authors of the article.

Introduction

We call deployable those transformable structures whose shape can be modified with the addition of energy, passing from a compact state to an expanded one.

Its development takes place within the framework of the Industrial Revolution and certain avant-garde movements such as Italian Futurism that focus on technological progress. It is also worth mentioning, as a key milestone in the activation of the public interest in these structures, the theory of relativity, which presents the dimension time as geometric (Rivas-Adrover, 2015).

Its use has been indispensable in the aerospace field, given the facilities they offer when transporting large pieces occupying a much smaller volume until the moment of deployment. Robotics and medicine, on the other hand, benefit from this system using millimeter scales. But also, art, design and architecture draw on the dynamic possibilities of reconfigurable structures.

In the field of architecture, deployable structures have traditionally been used in specific sectors:

a) Ephemeral architectures: constructions that limit a space for a short period of time, to be later moved or reused in new contexts. This is the case of travelling exhibitions, fairs, temporary shelters, or field hospitals.

b) Roofs: for specific use and variable

depending on the weather. Roofs of sports stadiums or urban squares.

c) Construction support systems such as scaffolding and formwork.

Development and methodology

The research method used to write this article is theoretical. Searches have been made for information about the topic to be developed first from a more general point of view and then from a more specific one. The progress shown in the exposition of matter has its origin in the research itself. Chronologically, articles from different periods have been selected to help to understand the concept from its origins to the present moment. The investigation process is explained below:

a) Search for scientific articles and reference books through the following databases:

- Google Scholar.
- IEE Xplore.

b) Moreover, these documents refer to other documents of interest to the investigation which are also consulted.

Deployable structures. Clasification

Historically we have attempted to classify the different systems of deployable structures identifying connections among the different families through their mechanical and structural behavior (Fenci et al., 2017).

These are criteria that have been established by recognized authors throughout history. The aim of this section is to provide a theoretical framework for the origami method:

a) Merchan (1987) bases his classification on the differentiation between member structures and those based on surfaces, also seeking disparity in the distribution of loads.

b) Gantes (1991) distinguishes deployable structures according to the application environment; they can be terrestrial or spatial.

c) Pellegrino (2001) starts from the kinetic perspective to carry out the classification, specifies certain structures through clear examples, but does not delve into all of them, leaving aside some such as those based on the concept of tensegrity.

d) Hanaor and Levy (2001) make a two-way distinction: morphological and kinematic.

e) Korkmaz (2004) starts from the point of view of architecture, and distinguishes between deployable buildings and constructions formed by deployable parts, between building and component.

f) Schaeffer and Vogt (2010) differentiate between movement in rigid materials and deformable materials.

g) Stevenson (2011) continues with the conception of Korkmaz

and develops it. Based on the morphology of the material difference between physical transformation and position in space and the direction of transformation.

h) Del Grosso and Basso (2013) difference between deformable structures and structures with rigid joints, following the current of Hanaor and Levy.

i) Rivas Adrover (2015) considers two main aspects, the one based on structural components and the one that is inspired by other sources giving rise to certain generative techniques.

Based on this, the differentiation continues, in the first case according to the flexibility of the material and in the second one, based on the source of inspiration.

According to the latter classification, origami, the main object of interest for the present study, is considered a generative technique. It is a system that, despite not having its origin in the structural design, has qualities that make it intuitively optimal when solving deployable.

Origami

The origami method was born in Japan around VIII B.C., after the paper of Chinese origin arrived on this island via Korea. It consists of the transformation by folds, from a sheet of flat paper into sculptural forms, a transition is given between the two and the three dimensions without adding more elements than bending operations.

In the beginning, the folds contained a certain symbolic meaning, but the ceremonial perspective disappears over time, and origami becomes a technique at the service of decorative art, linked to the creation of toys and inexpensive pieces.

It was in the 3rd century A.D. when Akira Yoshizawa developed this art. He worked with a special paper that allowed him to generate thousands of new figures and he was the first one to use the wet paper technique. It established a code based on dashed lines and arrows that enable the disclosure of their discoveries, allowing the evolution of the method.

Origami, as a trend, resurrects in the nineties of our era with the so-called "Bug Wars". Figures become more complex when it is decided to apply mathematical knowledge to the

design of fold patterns (Haven, 2014).

Below there is a tour of different authors who have tested this union obtaining revealing results for fields as far a priori as medicine and aerospace engineering.

Robert Lang

Robert Lang is an artist and author of the "Tree Theory" algorithm capable of solving by means of the tree concept any desired shape, available through the "TreeMaker" program.

This program generates a base plane with axes of the desired length, which later can be folded to form the origami figure, it is the tree-shaped pattern. It is based on the theory that each geometric tree is the projection of a uniaxial base. The folding time has as variables the number of crests, vertices, or issues such as symmetry or how modular the object can be (Haven, 2014).

He proposes the application of this system to so-called mechanical metamaterials, those that could not exist otherwise than folded. Given that, most of the buildings built today are the result of industrial manufacturing, any innovation in this sense is of direct application to architecture.

Tomohiro Tachi

Tomohiro Tachi studies the behavior of so-called rigid origami, a system of surfaces developed by sections convertible into a mechanism if the faces and folds are replaced by panels and hinges. This is of great interest for architecture since (Tachi, 2010):

a) If the airtightness of the structure is achieved, a space can be enveloped and developed, either through the façade, the roof, or both.

b) By not relying on the elasticity of the materials, it is possible to generate kinetic, robust, and large-scale structures.

c) The transformation of the structural complex is under the action of a lower number of degrees of freedom than a traditional structure, so that it is possible to achieve a semi-automatic actuation of the whole.

However, the direct application of these patterns to the architecture is not feasible fundamentally due to the change of thickness that occurs when we move from the paper model to the constructive reality.

Tachi offers two different solutions

to solve this scale problem:

a) The first solution is based on the sharp panel method. To avoid the collision between faces when folding the structure, the facets are sharpened balancing the thickness in the directions of the folds. By setting the useful angles during the deployment motion, the structure works for certain dimensions.

b) The second solution, simpler at the time of manufacture, involves working with two different thicknesses, one for the interference area between planes (the one that according to the previous solution would sharpen) and another for the central area of the faces. This solution generates hollow areas at the vertices that prevent the tightness of the assembly.

Starting from both systems, the folds can be resolved through embedded hinges or textile materials.

The author develops a computer application that allows constant section designs to be carried out through the Grasshopper program that works as a plug-in in Rhinoceros. He also develops a series of prototypes in which it implements its research:

- Rigid/foldable thick origami (Tachi, 2011): Prototype corresponding to the second method of solving the scale problem, constant thickness panels. For the built example, hinge-free joints are proposed, based on the superimposition of flexible materials: cardboard, fabric + cardboard.

- Rigid origami with Vacuumatics (Rivas-Adrover, 2015): This other prototype raises the possibility of using Vacuumatics technology in the joints. This technique allows to add rigidity to the set in the desired positions thanks to the extraction of air.

- Rigid/flexible composite curve origami structure: Prototype based on a concept further from the art of traditional origami. Seeking to solve the thickness conflict, the author changes the point of view and approaches the exercise of curved folding. This simplifies the number of fold lines and with it, their manufacture. From a smooth curve, surfaces are created that form a family of structures able to bend and unfold without losing rigidity. These structures can be combined with each other, in the case of the dome-shaped model generated from eight cylindrical elements welded together by smooth sheets.

Eric Demaine

Eric Demaine works in the field of computational origami. It is a line of research that has to do with the interests exposed by Tomohiro Tachi (Vives, 2015) to analyze the system and find the rules that configure it to be able to dispose of it in previously unsolvable situations.

He puts forward a technique designed to solve origami with thickness that consists of accommodating the panels with the double hinge technique, according to which each fold is divided into two. As Tachi does, thickness is eliminated in the folding area, but in this case, it is done by duplicating the mechanism, which generates difficulties in complex structures.

Together with Tomohiro Tachi, he creates the computer program "Origamizer" that generates crease patterns for any given mesh.

Biruta Kresling

The so-called Kresling pattern is the result of wrinkling a sheet of paper around two coaxial stems with a gap between them. Turning them in opposite directions on their common axis, a regular pattern is generated and the cylindrical wall collapses forming a kind of diagram.

This is an almost accidental, experimental discovery, but the test of time has allowed us to find a relationship between the height of the gap and the angles of passage, the number of parallelograms that are formed. In this way, the pattern can be used in design tasks of reconfigurable structures. Interestingly, this system that has been reached through the folding of paper is present in nature and could be classified as typical of the biomimetic generative technique (Kresling, 2020).

Katia Bertoldi

Katia Bertoldi develops, based on the origami code, a robust design strategy based on the tiling of polyhedral that fill the space to create reconfigurable structures, periodic sets of rigid plates and elastic hinges (Overvelde et al., 2017).

In this case, the possibility of not building the whole on a single plane is assumed. A combination of elements that do have their origin in the origami method is then carried out. This point is

interesting given that other systems such as rigid origami that are born of the ideal situation of a plane in two dimensions, when they are built and according to what scale, lose this essence of material continuity.

Katia's strategy is similar to that of other disciplines like traditional apparel. In most cases, folding operations are combined with other types of joints, thus achieving versatile structures. There is even a current of traditional origami called "modular origami" that consists of combining several identical pieces together to form a complete model. In this way, complex parts can be reached from simple elements.

The result is application for the construction of metamaterials whose modularity is adaptable to different projects, allowing a unique manufacturing process to be applied in very different situations.

In addition, her team has been able to generate an algorithm available for free in Matlab.

Esther Rivas-Adrover

Adrover detects the problem of thickness of origami structures when moving from the ideal paper model to the building scale.

So far, the methods used to avoid the problem of the thickness between panels, the collapse of the faces at the time of the fold had been the following (Rivas-Adrover, 2018):

a) Tachi Tomohiro, as already seen, proposes to reduce the thickness in the folding areas.

b) Edmondson proposes to create compensation panels away from the folding area. While Tomohiro solves the problem by subtraction, Edmondson does so by addition. Both strategies have the problem of creating discontinuous and unsightly surfaces.

c) Temmerman considers the possibility of avoiding vertices in the models, creating gaps in such encounters, such a solution generates problems of tightness, transferring the problem to later phases.

d) Chen provides a thick origami method based on mechanical theories that dispense with the ideal zero-thickness model, but this, while interesting as a solution, is not effective in all cases.

Rivas-Adrover proposes to generate folding structures with scissor type hinges, this solution involves adding

a degree of freedom to the initial structure which allows to generate structures that in addition to folding and unfolding can contract and expand.

The author, as seen in many other cases, develops an algorithmic method called "Form Generation Method of Relative Ratios" (FGMORR). In the following example he develops his application and compares the result with the method explained by Chen.

A prototype is generated in which each face of the Chen model is replaced by a succession of 77 bars and 124 nodes, reproducing the original six faces, a model with 462 bars and 744 nodes is obtained, for its construction only 6 different types of bars are used. The folds are located on the same spatial line for both cases. The coplanar bars are joined by pivots, in the rest of the cases they did it by means of elastic knots capable of allowing small margins of deformation. The maximum gap between the position of the nodes in the theoretical model and the constructed one is 1.5 mm; its disposition is studied so that these discrepancies are annulled among themselves. The images show the possibility of contraction and expansion that the Rivas-Adrover model offers at any stage of folding or unfolding the origami model.

Rivas-Adrover establishes a series of conditions that allow applying the FGMORR method to thick origami:

a) Thick origami must be made of equal or proportional thicknesses so that when translating the geometry, the final nodes match.

b) The patterns that mark the folds and join faces together must have an equal morphology and bilateral symmetry.

The application of this method can be carried out through the Grasshopper program which, in turn, operates in Rhinoceros.

The importance of this strategy lies above all in the ability to modify the volume of objects and thus the shape. As in the case of Katia Bertoldi's research, the results are constructions of variable form, versatile and with revolutionary possibilities at the time of applying them to the architectural project.

In any case, Esther's work could function as a structural component of the building and requires a protective, enveloping layer to be completed as a

habitable construction, this functional division implies the need to create a closure capable of adapting to the volumetric flexibility offered by the structure.

On the other hand, the investigations with hinges of scissors have been reason of interest by some professionals of the Spanish architecture. Authors, who, undoubtedly, Rivas-Adrover, has considered when developing their studies and who, classifies in the section combined structural components (Rivas-Adrover, 2015).

Examples of built architecture

Before drawing conclusions about the application of the origami method to the architectural project, it is necessary to investigate examples carried out that help establish a realistic practical basis. For this purpose, we present some case studies cited by Rivas-Adrover and framed in its, already cited, classification.

Combined structural components

a) Itinerant theatre 1961/ Emilio Pérez Piñero (Figure 1): The work arose in the 1960s in response to a competition of ideas proposed by the International Association of Architects, in which Buckminster Fuller, Félix Candela and Over Arup appear as judges.

The structure, which covered 8,000 square meters and weighed 40 tons, consisted of the assembly of three-arm scissor bars bolted in coplanar positions. A canvas was used to cover it, the size of which was adapted to the size of the theatre. The following images show the volumetric difference reached between the folded and unfolded structure, relevant to the itinerant character of the object.

b) Indoor pool San Pablo roof 1996/ Escrig, Valcárcel, Sánchez (Figure 2): Built almost 40 years later by the architects Félix Escrig, Juan Pérez Valcárcel and José Sánchez, the cover of the pool of San Pablo makes possible the presentation of the covered or uncovered pool depending on the weather, and without leaving any trace of the structure.

For this, its creators design a structure based on modules of type X-Frame that are moved by crane to the place of implantation. From their initial position and with the help of gravity, they are deployed to anchor to foundations and reinforcements, disassembly is equally simple.

Each joint connects 4 bars of equal measure, without the need for node offset.

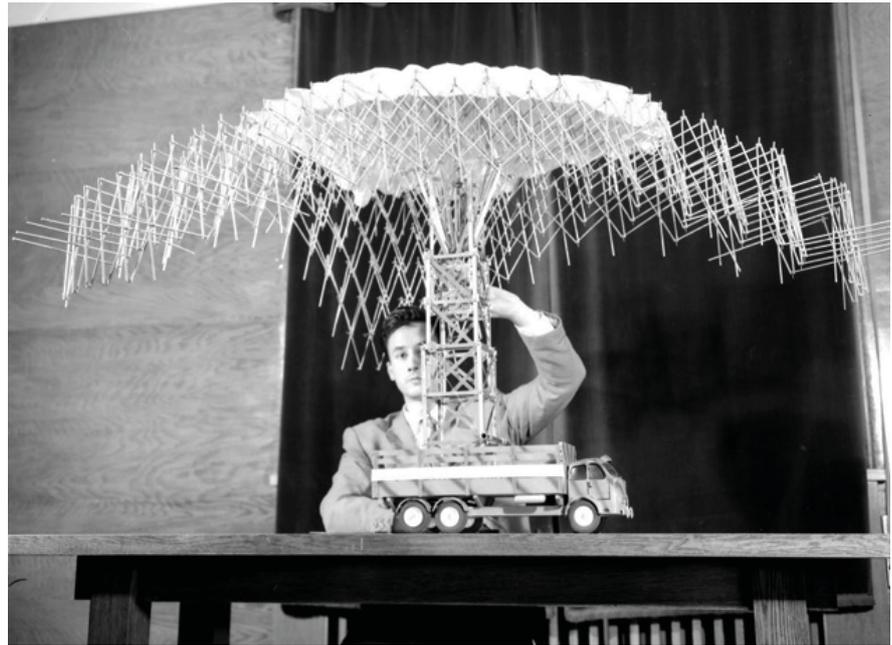


Figure 1. Itinerant theatre, 1961.

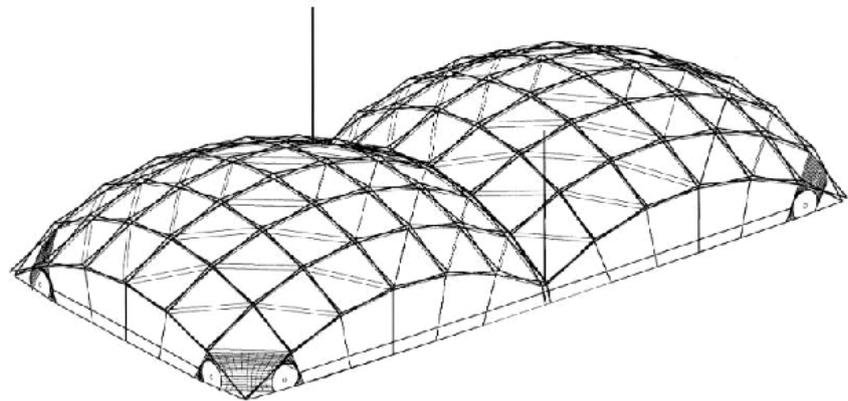


Figure 2. San Pablo pool cover, 1996.

The problem of the envelope is also solved in this case, by hanging the fabric at the lowest level of the structure and anchoring it to the different quadrilaterals.

Generative technique, origami

This section of the classification is considerable from a strict point of view in the present study, which starts from origami as a way of approaching the design of folding structures. It clarifies how origami excludes gluing and cutting operations from its method, becoming part of the studies of "paper folds". The latter began at the Bauhaus school at the direction of Josef Albers. The starting point refers to the famous ancient structure of the Miura-Ori, on which some of the systems we will see below are based.

a) Pavilion of Venezuela Expo Seville 1992/Zalewski and Hernández: This deployable structure works in a single

direction and is based on a rectangular pattern divided into nine sections. The combination of this type of surface together with the one that defines the structural pattern of the already mentioned cover of San Pablo makes possible the study of unfoldable structures with two-way folds by Maciej Piekarski. These structures are rigid, foldable and although in principle they are established as planarians, they can become curves at the time when the angles of the modules are modified.

There are more examples of the application of the origami method to architecture, some of them relevant when telling the history of art. Below, several of these projects fit into a personal classification adapted to architectural design concepts.

b) Structures based on the origami-deployable concept:



Figure 3. Dymaxion Deployment Unit, 1939.



Figure 4. Tricycle House, 2012.

- Dymaxion Deployment Unit, 1939. Buckminster Fuller (Figure 3). It is a milestone in the history of architecture, this model of prefabricated house used during the war had a dome formed by sheets arranged radially, able to be collected with a single movement.

- Tricycle House, Beijing 2012, People Architecture Office (Figure 4): This portable housing is designed on the occasion of the exhibition Get It Louder. It is experimented with polypropylene, as a material that can be folded and welded without the aid of hinges or intermediate elements, making use of the ideal model of 0 thickness that offers a pattern formed by parallel folds of valley and mountain with three vertices in "V" in the longitudinal direction. The result is a house that can be carried in tow and that

increases and decreases in volume like an accordion.

c) Structures based on the concept of origami-rigid:

- UNESCO Headquarters. Paris 1958. Pier Luigi Nervi (Figure 5): This building is based on the principle of folded laminar structures. It is one of the first buildings that contemplates the use of this system of concreting. The fold is in a single direction has a structural reason, providing rigidity to the building.

- Sulphur factory shelter Pomezia, 1966. Renzo Piano (Figure 6): The design of this vaulted structure meets specific lighting, chemical and spatial requirements. To solve the problem, Piano formulates a structural system of fiberglass panels folded and joined together as would the faces of a folded paper vault. The result is a rigid structure

which allows the illumination of the outer space and does not degrade before the fumes generated in the extraction of sulphur.

d) Structures based on the formalist conception of origami: Buildings that use the language of origami to create a space type, vibrant and contemporary, but for which the method lacks structural function or versatility through deployment or volumetric variation:

- Seattle Library, 2004. LMN, OMA: In this work they use the language of folds to sew a set of plants not coincident in height, and that owe their outdated location in the horizontal axes to functional issues. The folds help to make the building a good example of contextual architecture, as they sculpt the elevations and views in relation to the buildings of its immediate surroundings.

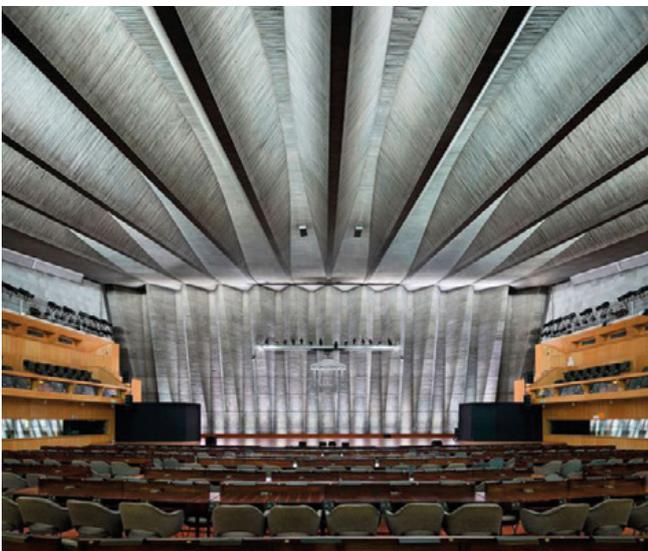


Figure 5. UNESCO Headquarters, 1958.



Figure 6. Pomezia, 1966.

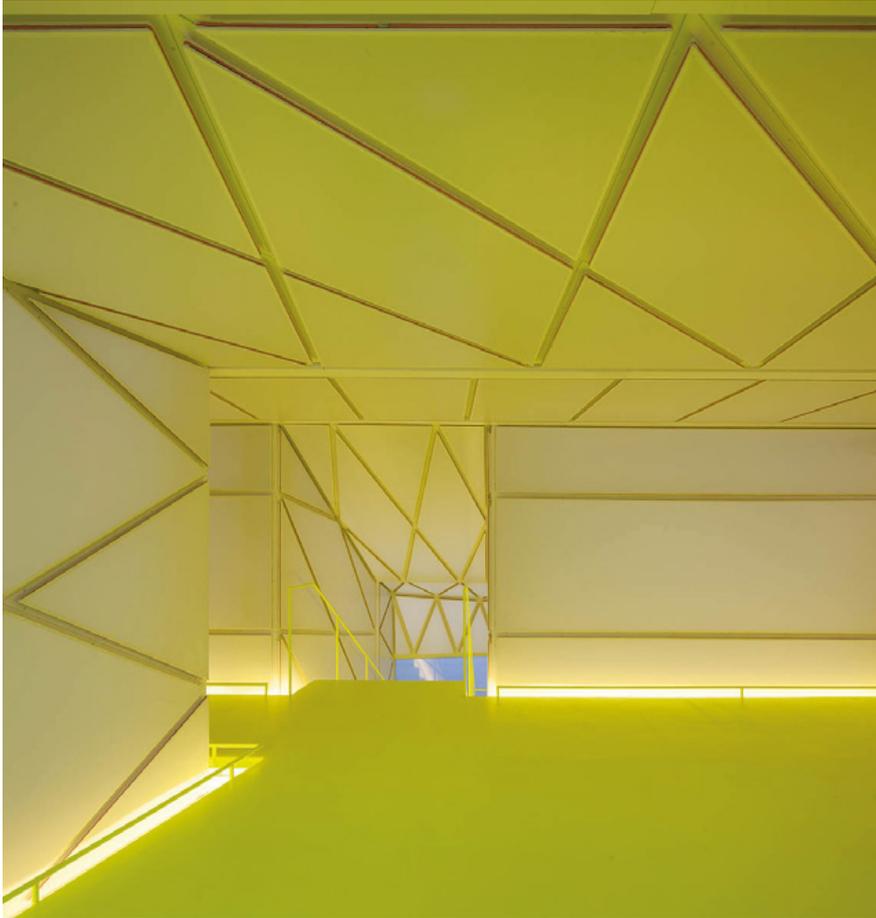


Figure 7. MediaLab Prado, 2008.



Figure 8. Congress Hall and Auditorium, Plasencia, 2017.

•Medialab Prado, 2008. Langarita Navarro (Figure 7): Expansion of the old Belgian Sawmill, which seeks to update the pre-existing building and adapt it to the new functions of the building. The aesthetic strategy involves constructing a new and differentiated element of reinforced concrete construction. For this, the architecture study is based on the language of origami reaching a result of pretechnological appearance. But this appearance does not respond to a need to give structural rigidity. In fact, the main structure is composed of a series of metal frames. Nor is it a building that can be transformed into volumetric or folding. Nevertheless, the image generates in the viewer-user that sense of dynamism, making them believe that the whole can undergo formal modifications at any time.

•Congress Hall and Auditorium, Plasencia, 2017. Selgascano (Figure 8): This example has much to do with the previous one. A folding language is used to detach itself from the existing constructions and rest on the natural terrain. The authors justify the formal decision taken as a result of the expression in section of the stage area. But this clearly contains an intention of pseudo transformable architecture (because it does not allow dynamic alterations) whose generative technique would describe Rivas-Adrover as Biomimetics.

Conclusion

One of the first conclusions that are obtained in view of this study is that the main difficulty presented when building with origami techniques is the transition from the ideal model with zero thickness to the building reality. A problem, on the other hand, with which every designer must deal, is to design to manufacture, but in this case, it becomes central from the moment of the initial design.

In view of the data collected, it is conceivable that rigid origami, composed of a sequence of folded faces, is useful when manufacturing components for construction, providing rigidity to materials that, a priori, lack it. But when it increases in scale, the system generates more conflicts than opportunities, saving paradigmatic situations in which the origami code offers an optimal response to a specific case of design. Two main strategies then emerge:

a) Dividing the structure from its envelope.

b) Combining the folding with other types of joints.

The result of combining both strategies leads us to the bar and knot structures employed since the time of Buckminster Fuller. They are systems that, based on the classification presented by Rivas-Adrover, the guiding thread of this study would no longer be part of the origami generative technique.

Moreover, in view of the studies presented here, there is another strategy of the origami method based on modular origami and which uses the repetition of parts designed through this generative technique to obtain rigid and/or deployable assemblies.

Contributions

The present study could serve as a starting point for different areas of research:

a) The study of a classification specifically focused on the design strategies offered by the origami method. This should consider issues such as the timing of the code and how this temporary issue affects in constructive terms. Whether it is a question of language (appearance), conceptual (bar structure) or surfaces (rigid origami). If applied to the assembly, modularly or to some of its components (materials). And whether the function of origami is to generate a shape, to provide rigidity, or to give rise to a deployable structure.

b) The application of the theoretical studies exposed for the creation of

new metamaterials, modular, but with greater possibilities of adaptation to the constructive realities. That allow an optimal level of industrialization of the architectural project without, therefore, having to flee from the formal, contextual, and culturally responsible investigation of the architecture. The Kresling pattern is a new way to compact cylindrical wall structures while maintaining rigidity.

c) Katia Bertoldi systems are highly reconfigurable, this can be useful even from a sustainable point of view, by allowing the transport of large volumes in small spaces.

d) Optimize paradigmatic designs such as the Tricycle House, seeking to solve the construction of buildings for emergency situations, as has already been done with other methods such as air structures, but avoiding the energy expenditure that these involve.

References

- Fenci, G. and Currie, N., (2017). Deployable structures classification: A review. *International Journal of Space Structures*, 32(2), pp. 112-130.
- Haven, O. (2014). Paper Perfect. Robert Lang and the Science of Origami. *The Virginia Quarterly Review*, 90(3), pp. 12-19.
- Kresling, B., (2020). The fifth fold: Complex symmetries in Kresling-origami patterns. *Symmetry: Culture and Science*, 31(4), pp. 403-416.
- Overvelde, J., Weaver, J., Hoberman, C. and Bertoldi, K., (2017). Rational design of reconfigurable prismatic architected materials. *Nature*, 541 (7637), pp. 347-352.
- Rivas-Adrover, E. (2015). Estructuras desplegables. *Arquitectura, ingeniería y diseño*. Promopress
- Rivas-Adrover, E. (2018). Origami-Scissor hinged geometry method. *Origami* 7.
- Tachi, T. (2010). Geometric Considerations for the Design of Rigid Origami Structures. *Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS)*, 12, pp. 458-460.
- Tachi, T. (2011). Rigid-Foldable Thick Origami. *Origami* 5, pp. 253-263.
- Vives, F. (2015). *El código origami* (Película). Francia: La Compagnie des Taxis-Brousse.

Image credits

Article opening image. Available from: <https://www.grasshopper3d.com/photo/folding-of-thick-rigid-origami?context=user>

Figure 1. Available from: <https://arquiscopio.com/las-estructuras-desplegables-de-perez-pinero/>

Figure 2. Escrig, Félix, Pérez V., Juan, Sánchez S., José, (1996). Las cubiertas desplegables de malla cuadrangular. *Bac Boletín Académico Revista de investigación y arquitectura contemporánea*

Figure 3. Available from: https://www.moma.org/calendar/exhibitions/3015/installation_images/34537

Figure 4. Available from: <https://www.designboom.com/design/tricycle-house-and-garden-by-peoples-architecture-office/>

Figure 5. Available from: <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/sede-la-unesco-paris/>

Figure 6. Trautz, Martin., Herkrath, Ralf, (2009). The application of folded plate principles on spatial structures with regular, irregular and free-form geometries. *Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) 2009, Valencia*

Figure 7. Available from: <https://afasiaarchzine.com/2014/06/langaritanavarro-arquitectos/>

Figure 8. Available from: <https://www.floornature.es/selgascano-palacio-de-congresos-y-auditorio-en-plasencia-14461/>

Safety in electric car accidents

Seguridad en accidentes de coches eléctricos

Dr. Pablo Zapico Gutiérrez¹, José Alonso de Linaje Aguirre², José Alejandro Alonso de Linaje Díez³, Ángel Carlos Rodríguez Llamas⁴, María Zapico Gómez-Collantes⁵

Abstract

Engine vehicle accidents are an undesirable but existing part of mobility, which cannot be completely eliminated. However, the proliferation of electric and hybrid vehicles causes some peculiarities that differentiate them from traditional assumptions.

Keywords

BEV, PHEV/HEV, electric car, safety, accident, electrocution.

Resumen

Los accidentes en vehículos de motor son una parte indeseada pero existente de la movilidad y que no se puede eliminar totalmente. Sin embargo, la proliferación de vehículos eléctricos e híbridos hace que se presenten unas particularidades que los diferencian de los supuestos tradicionales.

Palabras clave

BEV, PHEV/HEV, coche eléctrico, seguridad, accidente, electrocución.

Recibido / *received*: 18/01/2022 . Aceptado / *accepted*: 03/01/2023

1 Dpto. de Ingeniería Eléctrica y de Sistemas y Automática.

2 Laboratorio Regional de Combustibles, Junta de Castilla y León.

3 Ayuntamiento de León.

4 I-DE Redes I. S.A.U..

5 PREPA INP Bordeaux.

Autor para correspondencia (corresponding author): Pablo Zapico Gutiérrez, e-mail: pablo.zapico@unileon.es



Photo provided by the authors of the article. Source: Guardia Civil de Tráfico (Civil Guard of Traffic).

Introduction and objective

As battery electric vehicles (BEV), plug-in hybrid electric vehicles (PHEV) and hybrid electric vehicle (HEV) become more common on our roads and cities, they are also included in accident statistics like any other car. However, they have certain characteristics that make them different from traditional vehicles. In this work, we will try to expose these singularities.

Background

Currently, there are well-proven protocols to deal with accidents in traditional internal combustion engine (ICE) vehicles and they are well-known for their safety. However, such protocols are not yet in place for BEV, PHEV or HEV cars. This is a new use of technology that presents multiple particularities and risks different from those known to date in the automotive industry.

Risks of intervention

The first and most important thing is to identify the accident vehicle/s as BEV, PHEV or HEV through the external indicators used by manufacturers. Each one has its own one and they may have been detached in the crash. Besides, they are not uniform among different brands and require some experience to identify them.

In the market there are PHEV or HEV with an internal combustion engine, and the BEV. The first ones make noise when the conventional engine is started; the second ones do not (this does not mean that they are not under voltage). The PHEV or HEV has an exhaust pipe, the BEV does not, but there are now electric cars with a diesel tank and a small heating boiler. As the battery is not used to heat the cabin, they have a greater range and an exhaust pipe that can be misleading.

Both will have two charging connectors, one for standard on-board charging and the other one for fast charging. HEV will not have any external connector, they are not plug-in, but they have a traction battery. They can be confused with ICE cars, with the corresponding electrocution risk, chemical risk, and so on.

At the time of approaching the accident, the protocol is similar to a conventional accident. However, they have a battery at a voltage of between 200 and 800 volts (400 volts on average) in direct current that makes them different.

Generalities

The first problem that arises is that as it is a new technology and, therefore, there is not enough standardization. The vehicle must be identified as ICE vehicle or PHEV/HEV (they usually have an

external identification plate, but it may also have fallen or can be hidden). Then, if possible, check if it is operating, or prepared to do so, in electric mode. The rescue card (usually at the driver's sun visor, but not all carry it) must be sought. It is important to put the gear lever in the "parking" (P) position or, at least, in neutral (N) position.

If you can access the dashboard, check if the word "READY" appears. It indicates that the vehicle is in drive mode (under voltage). Next step is pressing the START/STOP button and moving away the key or radio frequency card at least five meters. Other brands replace the "READY" sign with a green light pilot on the dashboard or an "ON". There is no unique methodology among all manufacturers.

Mechanical risk

It is necessary to put the parking brake on, even if it is electric, if it is activated it gets locked, even if the 12-volt battery is disconnected. Then, you have to remove the ignition key and move it away more than five meters. If the battery is disconnected and the parking brake is electric, it will not be able to be activated again. If it is locked like this, it will remain so, but if it is unlocked, it will no longer be able to be used again.

Electric risk

Regarding the voltages used in the traction battery, it should be noted that the Spanish electrical regulation, which is similar to the European one in the Article 2.1 of Royal Decree 337/2014, of May 9, approving the Regulation on technical conditions and safety guarantees in high voltage electrical installations and its Complementary Technical Instructions ITC-RAT 01 to 23, entitled "Scope of application", states:

"The provisions of this regulation apply to high-voltage electrical installations, understood as those of three-phase alternating current of service frequency below 100Hz, whose nominal effective voltage between phases is greater than 1kV."

Article 2.1 of Royal Decree 842/2002, of August 2, approving the Low Voltage Electrotechnical Regulation, entitled "Scope of application," says:

"This Regulation shall apply to installations that distribute electrical energy, to electricity generating plants for own consumption and to recipients, within the following limits of nominal voltages:

- a) Alternating current: equal to or less than 1,000 volts.
- b) Direct current: equal to or less than 1,500 volts."

It is clear from all of this that the term "high voltage" used for the traction battery does not comply with current legislation. However, it does not mean the battery and its working voltage are not dangerous, especially in the case of an accident.

According to Royal Decree 842/2002, of August 2nd, which approves the Low Voltage Electrotechnical Regulation, safety voltages in Spain are 24 volts in damp or wet environments and 50 volts in all other cases, very similar to those established by countries in our environment.

It is evident that the 12-volt battery does not present a risk of death by electrocution. In lead-acid sulfuric acid batteries, the lead sulphate deposits on their terminals are poisonous. It is toxic and corrosive by inhalation, ingestion, and contact. Besides, lead is a cumulative poison and continuous exposure to small amounts can increase the body's content to toxic levels. Moreover, in the case of a short circuit, it can produce dangerous sparks and projections of melted metal particles. Regarding the traction battery, the criteria is very different. The average

voltage is 400 volts and there are some that reach 800 volts. As already seen, it is not high voltage, because according to the regulation cited, it is not considered as such; however it is dangerous.

Almost all manufacturers use orange-colored conductors between the battery and the inverter. This circuit is insulated from the vehicle's chassis. If the car needs to be lifted, special care must be taken not to place supports under the power cables, as they can be damaged and cause leakage and/or short circuits. There are specific points under the cars to support jacks or lifts.

Normally, when there is a collision involving hybrid or electric vehicles and the airbag sensors are activated, the following safety actions are automatically triggered:

- The hybrid or electric system stops:
 - When the impact sensors send signals to the Supplemental Restraint System (SRS) electronic control unit or to the Battery Management System (BMS) or a detection of an electrical imbalance.
 - Each time there is an airbag deployment or an electrical imbalance that occurs, when some positive or negative relay of the traction battery is disconnected.
- The direct current flow of the high voltage of the traction battery pack is interrupted and remains open as a prevention of electrical energy leakage from the main battery.
- The fuel pump is deactivate (hybrids).

The low voltage energy that flows to power the SRS electronic control unit or the airbag serves to cut off the power supply to the hybrid system. Once the SRS is activated, resulting in the deployment of an airbag, the hybrid system then automatically stops and will not start again without a clear external

action:

- Check the windshield if it has a sticker that identifies the vehicle with a rescue sheet. If the sticker is not visible, still check if they have a rescue card or similar, for example on the sun visor.
- Do not rely on not hearing noise, as the vehicle may be connected, running in electric mode and working with electrical voltage.
- Disconnect the ignition key, because, for example, if the victim has their foot on the brake pedal, when removing them and releasing pressure from the pedal, the car can move, since it is automatic.

It should be remembered that the inverter that converts the direct current from the battery into three-phase alternating current has a series of capacitors that maintain the charge and they discharge slowly after the direct current supply is interrupted. The typical discharge curve of a capacitor is represented in figure 1.

To ensure that these capacitors are discharged, it is advisable to wait at least five minutes from the interruption of the electricity supply.

Never cut the power circuit's ground braids; they are a safety device that serves to protect the occupants of the vehicle and the safety services. Never cut the orange cables at any point, since they are shielded and when cut with scissors it causes a short circuit, as it connects the active conductor with the shield or ground when cutting.

Normally, by disconnecting the 12-volt battery everything will be out of service and in a safe situation. This is the most recommended solution.

Finally, the existing risks and necessary protective measures are reminded. The use of protections is the only way to avoid injuries caused by the passage of electrical current. The electric

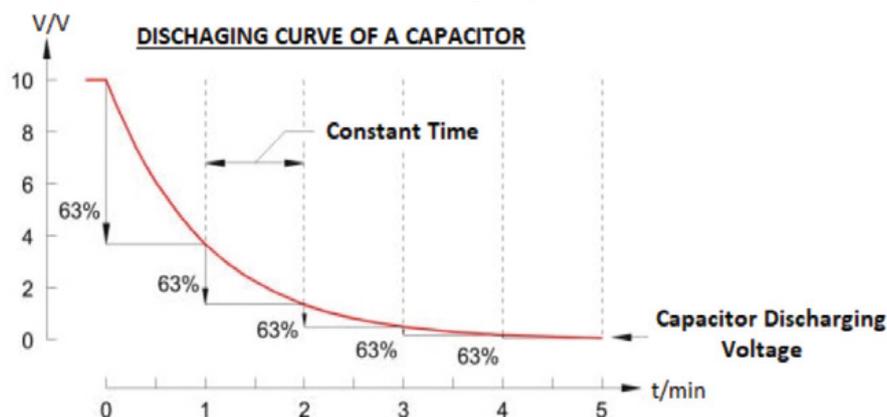


Figure 1. Discharge curve of a capacitor.



Figure 2. Double cut signal for the cable, intended for firefighters.

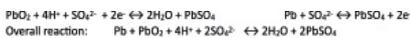
arc, if caused, is capable of projecting incandescent metal that can cause serious burns. Therefore, the following safety precautions are recommended:

- Isolate yourself at ground level to avoid the passage of current.
- Insulate your hands with insulated gloves.
- Insulate points near the work area that are in tension or may be so.
- Use insulated and pre-checked tools.
- Use flame-retardant and closed work clothes (even in summer).
- Use a helmet and lowered protective screen (a full-face motorcycle helmet can be an emergency solution).
- Use flame-retardant gloves under insulated gloves.
- You can only dispense with the insulating protections when there are no points in tension within 50 centimetres of the working area (this criterion is only valid for professionals with electrical training).

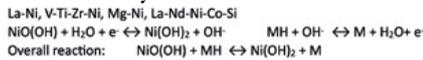
Chemical safety

Depending on the manufacturer and type of vehicle, various types of batteries and their variants can be found. We indicate some of them with their corresponding reactions:

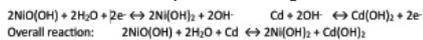
- Lead-acid batteries (discharge reactions); sulfuric acid electrolyte



- Ni-Cad batteries; potassium hydroxide electrolyte

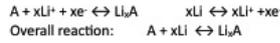


- Ni-metalhydride, NiMH batteries; potassium hydroxide electrolyte; metal hydride anodes of complex stoichiometry, for example:



- Lithium-ion batteries: non-aqueous electrolytes (aprotic) or lithium salt due to the thermodynamic instability of lithium; mixed oxides (Co, Ni, Mn, ...) or metallic sulphides with Li in cathodes and Li or carbon-Li materials for anodes. Complex reactions

depending on the materials used, summarized below:



oxygen or hydrogen, can be produced. As described, the chemical species that we may encounter will be of variable nature and should be described by the manufacturer and their quantities. Some electrochemical reactions are exothermic in nature and can cause temperature increases in the cells. Pay attention to the safety data sheets for each compound. For example, the NiMH electrolyte is a caustic alkaline substance (pH 13.5) harmful to human tissues, to neutralize a spill of NiMH electrolyte, you could use: *Litmus paper is one of the oldest acid-base indicators. It is practical, economical and efficient for measuring pH in an approximate way. Neutral litmus paper, in an acidic medium turns red and in a basic medium it turns blue. You can add a drop of the solution to a piece of paper strip or directly submerge a piece of paper strip in the solution. It does not give a quantitative value of the pH but meets the objective of checking if the initial solution (strong base) has been neutralized (Figure 3).

The battery module is wrapped in a metal box, with access only on the top. Never remove the cover, severe electrical burns, discharges, electrocution, release of toxic and/or flammable gases or

chemical burns can occur.

The electrolyte of the lithium-ion traction battery can be a clear liquid and has a characteristic smell of organic solvent. It is a flammable solution. In case of leakage, it is necessary to ventilate the accident area. The electrolyte of the battery is corrosive. It causes skin burns and serious eye injuries in case of contact with these parts of the body.

To avoid breathing in the fumes, you must use a self-contained breathing device or a mask with a chemical cartridge. The cartridge will always be replaced whenever it is used, regardless of the duration of use. It is always important to follow the instructions and recommendations of the supplier of the personal protective equipment, in addition to chemical protection gloves and glasses (Figure 4).

In case of ingestion, inhalation, contact with skin or eyes, rinse with plenty of water as soon as possible; call a toxicology information centre and a doctor immediately. In case of inhalation, it should be remembered that the lung is an organ with few defence mechanisms and an instinctive order that compels it to breathe continuously. When it is faced with an unwanted contaminant, the first thing to do is coughing to try to expel it. In case it is already deep and since it is an acid, it is important to try to dilute it, because it can produce lung edema.

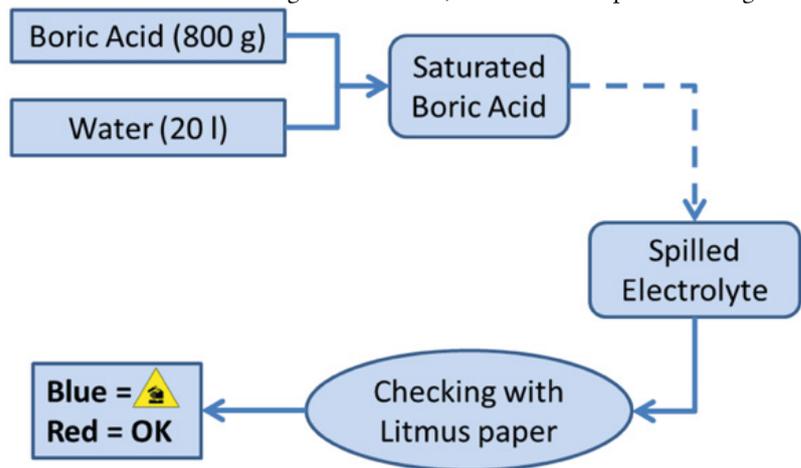


Figure 3. Neutralization of a basic electrolyte.



Figure 4. Safety equipment.

If someone has been exposed to an acidic air contaminant, it is best to go, without rush, but on the same day, to the emergency room. There they will treat the victim with an appropriate nebulizer, observe them and, perhaps, administer a diuretic. If the victim goes to bed instead of going to hospital, the situation may worsen due to lack of lung capacity.

For fire extinction, water will be used, maintaining safety distances and with a quick and aggressive attack. An offensive fire attack on a battery pack will be carried out by flooding the traction battery pack with large amounts of water. If the fire attack is defensive, it will be carried out at a safe distance, using a jet or a water curtain. ABC or CO₂ type fire extinguishers and/or sand can also be used. After a fire, the vehicle can always pose an electrical risk due to the presence of bare parts under tension and there are still chemical products, so access to the vehicle must be cordoned off.

The main battery is cooled by air in case of fire or overheating. Therefore, the location of the nozzles where air enters is known, and they can be used to introduce water in case of fire or overheating. However, other chemical species may become potentially toxic when in contact with water. In some models, under the backseat, there are hatches that, in case of fire, melt and let water extinguish through them.

Insulating footwear will always be used to prevent the entry/exit of current through the feet. Due to the strong heat formation, under certain circumstances, it is important to cool the battery and accept the risk of a lithium chemical reaction with water (in which hydrogen can be produced). In general, and despite some controversies, attempts to extinguish the fire with water in general have positive results.

Car submerged in water

In the case of a car submerged in water, the following circumstances occur:

- There is no electrical risk when touching the vehicle and assisting the occupants, after ten minutes of immersion.
- Underwater, the battery will suffer a rapid self-discharge, lowering its voltage.
- The vehicle could still be in “ready”, and the power cables should never be cut or manipulated.
- Stay alert to always avoid skin contact

- with the liquid that comes out of the traction battery.

- If the vehicle is submerged in a closed flooded location (car park, garage), ventilate well the area before intervention.

The safety protocol should be as follows:

1. Remove the vehicle from the water.
2. Empty it completely (if possible).
3. Check:
 - a. If it has a rescue card (usually in the sun visor).
 - b. Put in neutral (N) or parking position (P) (automatic cars).
 - c. Put on the parking brake.
 - d. Remove the key or contact card (and move it +5 meters away).
4. Locate and disconnect the 12 V battery.
5. Locate and remove the power battery service connector.

Note: (if possible)

Fill the traction battery with deionized water through the cooling duct, and remove the vehicle to an outdoor ventilated area (for about 72 hours) to avoid the risk of fire, as filling it with deionized water can produce hydrogen generated by electrolysis. It is reminded that the air-hydrogen mixture is flammable and sometimes explosive, although still unconfirmed.

Towing

The first thing to do is to verify which is its drive axle, and that it does not touch the ground. If not, it could cause a fire due to a short circuit produced by the electricity generated by the electric motor. When turning the drive wheels on the asphalt and moving it, it becomes an electric generator. If it has 4 engines, one on each wheel, or two, one on each axle, it is inevitably necessary to transport it on a platform crane.

In an emergency, it is possible to use a cable to tow short distances and at low speed. In general, and in case of doubt, the vehicle will be evacuated from the accident site to the workshop or scrap yard on a platform crane.

Conclusions

In the event of an accident or fire in an electric or hybrid vehicle, these are some of the recommendations that should be considered regarding the new risks generated:

- To limit the electrical risk of the traction battery, it is essential to disconnect the 12-volt battery.
- Avoid any contact with damaged

or porous cables, or better, with cables at all.

- It should always be assumed that the traction battery and its associated components are fully charged

- Exposed electrical components, cables or traction batteries pose a very dangerous risk of electric shock.

- If the automatic disconnection of the battery has not been carried out, proceed to disconnect it manually

- You cannot rely on the colour of the identification of the cables if you are not sure that the battery is completely disconnected.

- Do not handle without safety gloves protecting above 1,000 volts, boots, and dielectric screen any detached battery element from the vehicle or inside of it.

- The vapors of the traction batteries can be potentially toxic and flammable.

- The damages caused, both in the vehicle and in the power battery, can cause the immediate or delayed release of toxic and/or flammable gases and fire.

From the above, it is concluded that the vehicle:

- Must be identified unequivocally as electric or hybrid through an international sign.

- Must have a clear identification of the elements subjected to high tensions

- Has to be equipped with an automatic disconnection device of the battery and/or its modules and have an easily visible signalling system that guarantees the disconnection has been carried out.

- Information about the chemical components of the batteries and their corresponding safety sheets are available.

- Be equipped with an accessible and redundant manual disconnection system, in the event of failure of the automatic system.

- Be equipped with an overheating detection system for the battery, which warns and, if necessary, acts on the automatic disconnection.

- All of this will result in greater safety for the occupants, the police and security services that have to intervene and the possible public that witnesses the accident.

Bibliography

- Álvarez Pelegrí, E., & Menéndez Sánchez, J. (2017). Energías alternativas para el transporte de pasajeros. Amsterdam Roundtable Foundation. (2014). Electric vehicles in Europe: gearing up for a new phase?

- Amsterdam.
- Assum, T., Kolbenstvedt, M., & Figenbaum, E. (2014). The future of electromobility in Norway. BASREC. (2015). The development of electric transport – its effect on the security of the electrical energy system and forecasting energy demand in chosen 8 BASREC countries (Norway, Denmark, Germany, Sweden, Finland, Estonia, Lithuania and Poland).
- Bossche, V. D. (2008). Defining & Developing International Standards For Electric Vehicle Charging Infrastructures – What Are The Optimum Standards For Meeting Future Power & Charging Capabilities? American Business Conferences.
- Chaouachi, A., Covrig, C. F., & Fulli, G. (2016). Framework for Electric Vehicles and Photovoltaic Synergies. JRC technical report.
- Circuitor. (2017). circuitor.es. Available in: <http://circuitor.es/es/productos/recargainteligente-para-vehiculos-electricos/recarga-exterior-de-vehiculoselectricos/poste-recarga-exterior-2-tomas-rve2-pt3-detail>
- Cobb, J. (2017). Top 10 Plug-in vehicle adopting countries of 2016. Available in: <http://www.hybridcars.com/top-10-plug-in-vehicle-adopting-countries-of-2016/>
- Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. (15 de abril de 2015). Informe sobre la propuesta de planificación de la red de transporte de energía eléctrica 2015-2020.
- Conchoso Alvarez, A. Nuevos ánodos de carbón para baterías de ion-litio. Departamento de Ciencia de los materiales. Universidad de Oviedo.
- COTEVOS. (2017). Business Opportunities for Interoperability Assessment of EV Integration. Department of Energy, U. S. (2016). Developing Infrastructure to Charge Plug-In. Electric Vehicles. Available in: https://www.afdc.energy.gov/fuels/electricity_infrastructure.html
- Electromaps.com. (2017). Electromaps. Available in: www.electromaps.com
- Elektromobilität, S. (2017). The Showcase Regions for Electric Mobility. Available in: http://schaufensterelektromobilitaet.org/en/content/ueber_das_programm/foerderung_schaufensterprogramm/foerderung_schaufensterprogramm_1.html
- ELMO. (2017). ELMO.ee. Available in: <http://elmo.ee/estonia-becomes-the-first-in-the-world-to-open-a-nationwide-ev-fast-charging-network/>
- EURELECTRIC. (2016). Charging infrastructure for electric vehicles.
- European Commission, & US Department of Energy. (s.f.). Harmonization of standards, technology and testing. EV-Smart Grid Interoperability Centers in Europe and the U.S.
- European Distribution System Operators (EDSO). (s.f.). Position paper on Electric Vehicles Charging Infrastructure.
- Fonseca Jaime Hamel. Celdas, pilas y baterías de litio. Journal boliviano de ciencias. Volumen 8 ISSN 2075-8936.
- Gómez, J., & Morcos, M. (2003). Impact of EV Battery Chargers on the Power Quality of Distribution Systems. IEEE Trans. on Power Delivery, 18(3), 975-981.
- Gómez, T., Momber, I., Rivier, M., & Sánchez, Á. (2011). Regulatory framework and business models for charging plug-in vehicles: infrastructure, agent and commercial relationships. Energy Policy, 39(10), 6360-6375.
- Gómez Sosa, G. Algunas aplicaciones de las reacciones redox. Facultad de Química. Unam.
- Grantham Institute. (2017). Expect the unexpected. The Disruptive Power of Lowcarbon Technology.
- Guía de movilidad eléctrica para las entidades locales, IDAE, FEMP, REE. Available in: <https://drive.google.com/file/d/1O4mDVmQfVffIwqYlStSxjGgGhDpB1Rt/view>
- International Energy Agency. (2016). Global EV Outlook 2016. Beyond one million electric cars.
- International Energy Agency. (2017). Global EV Outlook 2017. Two millions and counting.
- International Renewable Energy Agency. (2017). Electric vehicles, technology brief.
- International Programme on Chemical Safety, Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo, fichas internacionales de seguridad química.
- Jiang, C., Torquato, R., Salles, D., & Xu, W. (2014). Method to Assess the Power-Quality Impact of Plug-in Electric Vehicles. IEEE Trans. on Power Delivery, 29(2), 958-965.
- Lo Schiavo, L. (2017). Competition and regulatory aspects of electric vehicles charging: the Italian regulatory experience.
- Madina, C., Zamora, I., & Zabala, E. (2016). Methodology for assessing electric vehicle charging infrastructure business models. Energy Policy, 89, 284-293.
- Martin, S. (2016). Developing a Business Model for Commercial Electric Vehicle Charging Infrastructure. Master Thesis.
- Matas Díaz, F. J. (2016). Gestión del sistema eléctrico de un monopla. Sevilla.
- Montoya, F., Martínez-Lao, J., Torres-Moreno, J., Manzano-Agugliaro, F., & Barón, V. (2016). Analysis of charging stations for electric vehicles in Spain. ICREPQ, (págs. 494-499). Madrid.
- Nieuwenhuis, J. (2015). E-mobility in the Netherlands.
- Peças Lopes, J., Soares, F., & Rocha Almeida, P. (2009). Identifying Management Procedures to Deal with Connection of Electric Vehicles in the Grid. IEEE Power Tech Conference. Bucharest.
- PlugShare. (2017). PlugShare. Available in: <https://www.plugshare.com/>
- RENAULT Academy. Cuaderno del cursillista, formación carrocería, Renault Fluence Z.E.
- RENAULT Academy. Cuaderno del cursillista, formación carrocería, Renault Kangoo.
- RENAULT Academy. Cuaderno del cursillista, formación carrocería, Renault Twizy.
- Reuters.com. (2013). Germany ends tax disadvantage for corporate electric cars. Available in: <http://www.reuters.com/article/germany-electricvehicles-taxidUSL5N0EJ1Y320130607>
- Sahuquillo, M. (30-V-2017). How Estonia persuaded drivers to go electric. El País.
- Sbordone, D., Bertini, I., Di Pietra, B., Falvo, M., Genovese, A., & Martirano, L. (March 2015). EV fast charging stations and energy storage technologies: A real implementation in the smart micro grid paradigm. Electric Power Systems Research, 96-108.
- Searle, S., Lutsey, N., & Lingzhi, J. (2014). Evaluation of State-level. U.S. electric vehicle incentive.
- Shengyin, L., Yongxi, H., & Mason, S. (2016). A multi-period optimization model for the deployment of public electric vehicle charging stations on network. ELSEVIER, Transportation Research Part C(65), 128-143.
- Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., & van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. Elsevier, Energy Policy(68), 183-194.
- Terra, F. (2017). Los contaminantes atmosféricos: las partículas en suspensión (PM). Available in: <http://www.terra.org/categorias/articulos/los-contaminantesatmosfericos-las-particulas-en-suspension-pm>.
- Tesla. (2016). Available in: www.tesla.com/es_ES/supercharger.
- THEMA, C. g. (2015). Mapping of TSO and DSO roles and responsibilities related to information exchange.
- USCS, T. U. (2017). Market brief – E-Mobility in France (2016).
- Van den Oosterkamp, P., Koutstaal, P., van der Welle, A., de Joode, J., Lenstra, J., van Hussen, K., & Haffner, R. (2014). The role of DSO in a Smart Grid environment.
- Veldman, E., & Verzijlbergh, R. (2015). Distribution Grid Impacts of Smart Electric Vehicle Charging From Different Perspectives. IEEE Trans. on Smart Grid, 6(1), 333-342.
- Viera Pérez, Juan Carlos. Carga rápida de baterías Ni-Cd y Ni-MH de media y gran capacidad. Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Oviedo.
- Safety
- EC 61140. Protection against electric shock. Common aspects for installation and equipment.
- IEC 60529 - Amendment 2. Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).
- IEC 60364-7-722. Low-voltage electrical installations: o Part 7-722: Requirements for special installations or locations –Supplies for electric vehicles.
- ISO 6469-3. Electrically propelled road vehicles - Safety specifications: o Part 3: Protection of persons against electric shock.
- ISO/FDIS 17409. Electrically propelled road vehicles - Connection to an external electric power supply - Safety requirements.
- Gratefulness
- We thank all the participants in this article, as well as other colleagues in the sector for their help and support.

Pérdida de carga y energía en impulsiones de fango deshidratado: análisis como fluido no newtoniano

Pressure and energy loss in dewatering sludge drives: analysis as a non-Newtonian fluid

José García Cascallana¹

Resumen

El comportamiento reológico de los fangos deshidratados es similar al de un fluido seudoplástico o adelgazante de tipo no newtoniano, y se puede considerar que sigue el modelo de Herschel-Bulkley. De esta forma, y una vez superada la tensión umbral, la derivada del esfuerzo cortante con respecto a la velocidad de deformación disminuye de forma no lineal al aumentar la velocidad de deformación, mientras que la viscosidad dinámica aparente disminuye. Este comportamiento es diferente al de los plásticos de Bingham, en los que dicha derivada se mantiene constante y, cuando la velocidad de deformación tiende a infinito, la viscosidad dinámica aparente coincide con la de Newton. El cálculo teórico de la pérdida de carga para este tipo de fluidos se ha realizado en régimen laminar a velocidades mucho menores que la crítica, donde el factor de fricción es inversamente proporcional al número de Reynolds de acuerdo con la ecuación de Poiseuille.

Palabras clave

Reología, viscosidad, polielectrolito, biosólidos, centrados.

Abstract

The rheological behaviour of the dewatered sludge is similar to that of a non-Newtonian pseudoplastic or thinning fluid, and can be considered to follow the Herschel-Bulkley model. Thus, once the threshold stress is exceeded, the derivative of the shear stress with respect to the strain rate decreases non-linearly as the strain rate increases, while the apparent dynamic viscosity decreases. This behaviour is different from that of Bingham plastics, in which this derivative remains constant and, when the strain rate tends to infinity, the apparent dynamic viscosity coincides with the Newtonian viscosity. The theoretical calculation of the head loss for this type of fluid has been carried out in the laminar regime at speeds much lower than the critical speed, where the friction factor is inversely proportional to the Reynolds number in accordance with Poiseuille's equation.

Keywords

Rheology, viscosity, polyelectrolyte, biosolids, centrates.

Recibido / received: 03/11/2022. Aceptado / accepted: 15/02/2023.

1- Ingeniero técnico industrial por la Universidad de León, ingeniero industrial por la UNED y doctor por la Universidad de León.

Autor para correspondencia (corresponding author): José García Cascallana; e-mail: jgc0504@yahoo.es



Planta de tratamiento de aguas residuales. Foto: Shutterstock.

1. Introducción

La tensión cortante τ (N/m²) experimentada por un fluido al circular por un conducto se puede representar mediante la ecuación (1) que constituye la Ley de Newton de la viscosidad.

$$\tau = \mu \cdot \frac{du}{dy} \quad (1)$$

En ella, μ es la viscosidad dinámica (Pa·s) y du/dy la velocidad de deformación por unidad de longitud (s⁻¹).

Se denominan fluidos newtonianos (N) aquellos que presentan una relación lineal entre el esfuerzo cortante producido y la velocidad de deformación aplicada, cumpliendo con la Ley de Newton de la viscosidad (Bergadá-Grañó, 2012). Los fluidos N son los más sencillos de analizar y se caracterizan por la propiedad de que el gradiente de velocidad de deformación en un punto es proporcional al esfuerzo cortante (Levenspiel, 2022). Son fluidos no newtonianos (NN) aquellos que no cumplen la Ley de Newton de la viscosidad. La viscosidad de un fluido NN no existe como tal, ya que depende del valor que tenga en cada momento el esfuerzo cortante τ , por tanto, es variable. El parámetro τ se denomina viscosidad aparente (Pa·s), pero no solo varía con la temperatura,

sólidos totales (ST, %), etc., como lo hace μ , sino también con τ (Navarro et al., 2007).

La diferencia básica entre el comportamiento de los fluidos N y NN es la longitud de la molécula, de forma que aquellos fluidos con moléculas de pequeño tamaño (agua, vapor de agua, todos los gases, etc.) presentan un comportamiento N en contraposición con aquellos (fangos, emulsiones, pinturas, etc.) que poseen moléculas de mayor tamaño y se comportan como fluidos NN (Navarro et al., 2007; Levenspiel, 2022). Los fluidos N son aquellos en los que la viscosidad es inherente a la naturaleza fisicoquímica de los mismos y, por tanto, independiente del esfuerzo cortante aplicado. Otra diferencia importante entre los fluidos N y NN se puede visualizar mediante el análisis de las ecuaciones (2) y (3) (Martín et al., 2011).

$$\tau = \mu \cdot (du/dy), \text{ Ley N, } \mu = \text{constante} \quad (2)$$

$$\tau = \eta \cdot (du/dy), \text{ Ley NN, } \eta = \text{variable} \quad (3)$$

La reología es definida en el Diccionario de la lengua española como, “el estudio de los principios físicos que regulan el movimiento de los fluidos”. La reología de un fango varía sensiblemente de una muestra a otra en fun-

ción de los procesos de tratamiento realizados (Haldenwang et al., 2012), y es la ciencia que describe la deformación de los fluidos bajo la influencia de tensiones tangenciales (Seyssiecq et al., 2003).

Las variables que influyen en la viscosidad dinámica son:

1. ST: aumenta al incrementarse ST. Se han descrito dos tipos de modelos matemáticos para considerar el efecto de ST en la viscosidad según la ecuación (4), modelo potencial y la ecuación (5), exponencial.

$$\mu = K_1 \cdot ST^{A1} \quad (4)$$

$$\mu = K_2 \cdot e^{A2 \cdot ST} \quad (5)$$

donde K_1 , K_2 , A_1 y A_2 son constantes.

2. Temperatura: disminuye al aumentar la temperatura. Varias fórmulas permiten evaluar la variación de la viscosidad de un fluido al cambiar la temperatura, y la ecuación (6) de Arrhenius es la más utilizada:

$$\mu = A \cdot e^{B/T} \quad (6)$$

donde T es la temperatura absoluta (K), A y B constantes.

3. Presión: su efecto se ignora en el cálculo de la viscosidad (Panchi Gua-

noluisa, 2013).

Hay varios modelos reológicos de los fluidos NN: ecuación (7), Sisko; ecuación (8), Careau; ecuación (9), Cross; ecuación (10), Bingham; ecuación (11), Ostwald (potencial), y ecuación (12), Herschel-Bulkley.

$$\mu = \mu_{\infty} + K \cdot \dot{\gamma}^{n-1} \tag{7}$$

$$\frac{\mu - \mu_0}{\mu_0 - \mu_{\infty}} = (1 + (\lambda \cdot \dot{\gamma})^2)^{\frac{n-1}{2}} \tag{8}$$

$$\frac{\mu - \mu_0}{\mu_0 - \mu_{\infty}} = \frac{1}{1 + (\lambda \cdot \dot{\gamma})^m} \tag{9}$$

$$\tau = \tau_0 + \eta_B \cdot \dot{\gamma}^n \tag{10}$$

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n \tag{11}$$

$$\tau = \tau_0 + K \cdot \dot{\gamma}^n \tag{12}$$

donde μ_{∞} es la viscosidad aparente en el límite (Pa·sⁿ); K, el índice de consistencia (Pa·s); $\dot{\gamma}$, la velocidad de deformación (s⁻¹); n, el índice de flujo; μ_0 , la viscosidad aparente de cizalladura inicial (Pa·s); λ , la constante de tiempo (s); m, la constante de velocidad; τ_0 , la tensión umbral (Pa), y η_B , la viscosidad límite de alta cizalladura (Pa·s) (Hong et al., 2017).

Los fluidos NN se pueden clasificar en:

- a. Fluidos independientes del tiempo: Velocidad de cizalladura= función de τ únicamente (García Villegas 2008)
- La figura 1 a muestra el valor de τ y la figura 1 b el de η , ambos en función de $\dot{\gamma}$ para distintos tipos de fluidos NN.

- Los fluidos NN de este tipo pueden ser:
 1. Plásticos reales o de Herschel-Bulkley: se comportan como sólidos elásticos, almacenando cierta cantidad de energía cuando son sometidos a esfuerzos por debajo de cierto valor umbral τ_0 , mientras que con un esfuerzo superior se deforman continuamente como un fluido, y el esfuerzo es una función no lineal de la velocidad de deformación. El índice de flujo es $n < 1$. Ejemplos típicos son: mahonesa, mermelada, arena

de playa mojada, etc.

2. Plásticos ideales o de Bingham: requieren el desarrollo de un nivel significativo de tensión umbral τ_0 antes de empezar a fluir y la tensión cortante varía de forma proporcional con la velocidad de deformación, siendo $n = 1$. Cuando $\dot{\gamma}$ tiende a ∞ , entonces $\eta_B = \mu$. Algunos ejemplos son: chocolate, salsa de tomate, pasta de dientes, etc.
3. Seudoplásticos o adelgazantes: reducen su viscosidad dinámica aparente al aumentar la velocidad de deformación. Muchos materiales muestran este tipo de comportamiento en mayor o menor grado y es el comportamiento más común, con $n < 1$. Ejemplos de ellos son el plasma sanguíneo, la arcilla (Navarro et al., 2007), la pulpa de papel y la pintura (Levenspiel, 2022).
4. Dilatantes: aumentan su viscosidad dinámica aparente al ser incrementada la velocidad de deformación, causada por reorganizaciones dentro de su microestructura interna, donde $n > 1$. Estos fluidos son poco numerosos: fécula de maíz en etilenglicol, almidón en agua etc. (Navarro et al., 2007), arenas movedizas y algunas emulsiones de arena (Ramiro Betancourt-Grajales, 2022).
- b. Fluidos dependientes del tiempo:

Son fluidos cuyo comportamiento en un momento determinado está influenciado por lo que le haya ocurrido en el pasado reciente. Por ejemplo, la salsa de tomate que ha estado en reposo durante un rato no verterá. Sin embargo, recientemente agitada verterá fácilmente. Estos fluidos parece que tienen una memoria que se desvanece con el tiempo. Velocidad de cizalladura = función de τ según su historia pasada (Gardea-Villegas, 2007).

La figura 2 muestra la representación de la variación de frente al tiempo para tres tipos de fluidos, con $\tau =$ constante (Bergadá-Grañó, 2012).

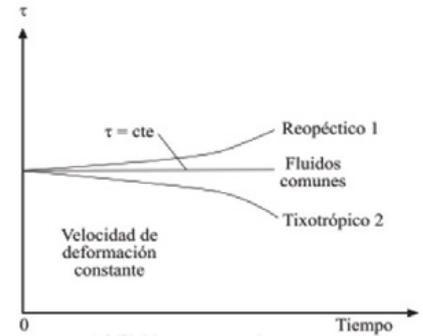


Figura 2. Diagrama de variación del esfuerzo cortante frente al tiempo.

Estos tipos de fluidos NN son los siguientes:

1. Tixotrópicos: disminución reversible del esfuerzo cortante con el tiempo cuando $\dot{\gamma}$ es constante, por ejemplo: manteca, pintura y tinta (Navarro et al., 2007).
2. Reopécticos: aumento reversible del esfuerzo cortante con el tiempo cuando $\dot{\gamma}$ es constante (Navarro et al., 2007; Ramiro Betancourt-Grajales, 2022).

2. Objetivos

El objetivo de este artículo ha sido realizar el cálculo teórico de la pérdida de carga y energía asociadas a la impulsión de fangos deshidratados a partir de datos referenciados de viscosidad dinámica y aplicación de las ecuaciones clásicas de la mecánica de fluidos para flujo laminar. Estos resultados han sido comparados con valores reales obtenidos durante la operación de la EDAR de Burgos en el mes de marzo del año 2016 con objeto de poder establecer la viabilidad del procedimiento matemático adoptado durante el proceso de cálculo. Se ha desarrollado un análisis de sensibilidad de la impulsión para estudiar el comportamiento del flujo de fango y la variación de diversos factores operacionales de las bombas de impulsión. Finalmente, se ha calculado el diámetro económico de la impulsión.

3. Metodología

3.1. Descripción del escenario

La impulsión de fangos deshidratados objeto de análisis ha sido la existente en la EDAR de Burgos. La capacidad de tratamiento de aguas residuales en el año 2016 era de 118.000 m³/día y 833.000 habitantes equivalentes (EDAR, 2022).

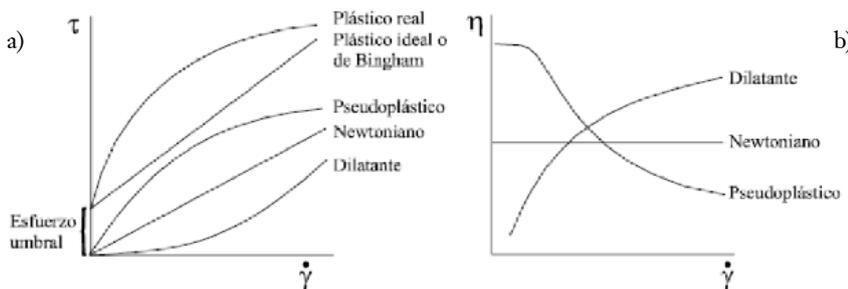


Figura 1. Diagramas de comportamiento de fluidos NN. a) Tensión cortante y b) viscosidad dinámica aparente en función ambos de la velocidad de deformación.

La figura 3 representa el diagrama de operación del bloque deshidratación de fangos. Con objetivo de regular convenientemente el flujo de fango digerido de entrada, se dispone de un depósito tampón desde el cual unas bombas de tornillo impulsan el fango a las bombas centrífugas en las que se añade una solución de polielectrolito y agua. El fango una vez deshidratado es enviado al silo de fangos por medio de un tornillo transportador y dos bombas de tornillo helicoidal. Los centrados originados son enviados a los decantadores primarios por gravedad, con objeto de ser recirculados nuevamente al proceso.

La figura 4 indica un esquema funcional del bombeo de fangos deshidratados al silo, que ha constituido el escenario de cálculo y donde se puede observar todo el equipamiento necesario para efectuar la deshidratación.

3.2 Equipamiento y datos de producción de fango

La tabla 1 indica las características principales del equipamiento necesario para efectuar la deshidratación.

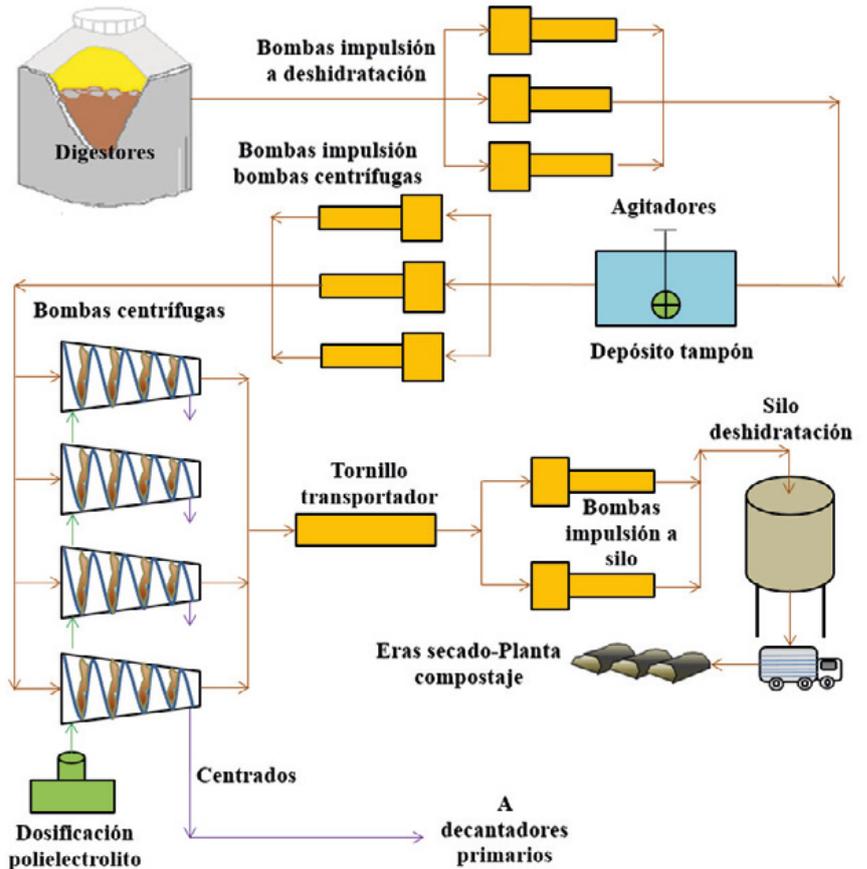


Figura 3. Diagrama de operación de la deshidratación de fangos.

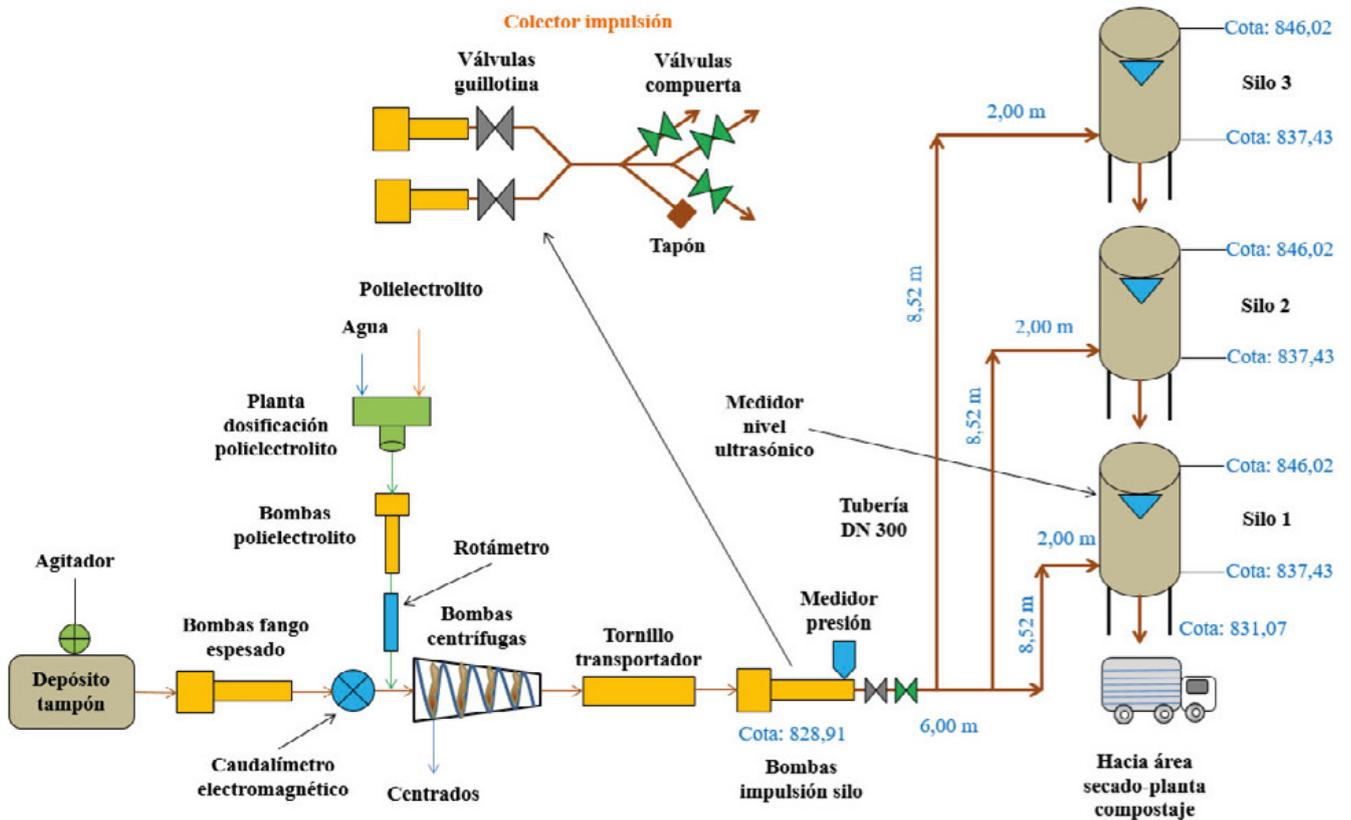


Figura 4. Diagrama del proceso del bombeo de fangos deshidratados.

Equipo	Valor	Equipo	Valor
Bombas centrífugas		Bombas de impulsión	
Número (uds)	4	Número (uds)	2
Rendimiento (%)	90	Caudal (m³/h)	18
Caudal nominal entrada (m³/h)	34,6	Velocidad (r.p.m)	60
ST entrada (%)	3,5	Diámetro impulsión (mm)	200
ST salida (%)	30	Presión (bar)	24
Velocidad (r.p.m)	3.800	Potencia instalada (kW)	45
Potencia instalada (kW)	37,5	Silo	
Tornillo Transportador		Número (uds)	3
Número (uds)	1	Capacidad (m³)	125
Caudal (m³/h)	17	Diámetro (m)	4
Velocidad (r.p.m)	26	Altura (m)	10
Potencia instalada (kW)	7,5	Potencia instalada (kW)	6,25
<i>Rendimiento mecánico bombas de tornillo: 50% (Albosa 2021)</i>			

Tabla 1: Equipamiento de deshidratación (EDAR, 2022)

La tabla 2 muestra los valores medios de ST y caudal de los diferentes tipos de fangos producidos en la EDAR durante los años 2010-2016 (EDAR, 2022). Los datos del fango deshidratado constituyen el denominado punto de operación (PO), objeto de análisis.

La tabla 3 presenta los datos de caudal de fango deshidratado, ST y altura media de impulsión tomada in situ en la EDAR durante el mes de marzo de 2016 agrupados en 4 semanas, con objeto de comparar, posteriormente, los resultados teóricos y experimentales.

Se han establecido 4 escenarios de análisis: el escenario 1 contempla la comparación entre los valores teóricos obtenidos y los experimentales de

de la presión media de impulsión acontecidos durante el mes de marzo de 2016; el escenario 2 estudia la variación de una serie de parámetros con el valor ST en PO en función del caudal de fango deshidratado; el escenario 3 representa el análisis de sensibilidad de la impulsión variando el diámetro, ST y la longitud equivalente en función del caudal de fango deshidratado. Por último, el escenario 4 permite calcular el diámetro económico de la tubería de impulsión.

3.3. Ecuaciones necesarias

La ecuación (13) indica el cálculo de la altura total de impulsión (htotal, m). La ecuación (14) permite obtener la pérdida de carga que experimenta un fluido al circular por una tubería según la ecuación de Darcy-Weisbach.

Fango	ST (%)	Caudal
Primario	4,7	17,6
Secundario	6,7	10,1
Mixto	5,4	27,7
Digerido	3,6	27,3
Deshidratado	20,3	4,3
Centrados	0,4	24,5

Tabla 2. Datos analíticos medios de los fangos.

Días	Fango deshidratado (m³/h)	ST (%)	Altura media medida (m)
1-7	4,3	20,9	53
8-14	4,9	22,4	57
15-22	5,1	22,4	57
23-30	4,4	21,4	50
Media	4,7	21,8	54,2

Tabla 3. Datos medios semanales de caudal de fango deshidratado, ST y altura media de impulsión tomada en campo en marzo de 2016 (EDAR, 2022).

La ecuación (15) permite calcular la pérdida de carga directamente partiendo de las ecuaciones de Darcy-Weisbach, Poiseuille y número de Reynolds (Re, adimensional) considerando régimen laminar. La ecuación (16) indica el cálculo de la longitud equivalente de tubería (Leq, m) y la ecuación (17) el Re. Normalmente, al ser la velocidad máxima recomendable de circulación del fango deshidratado por las tuberías de impulsión de 0,06 m/s (Albosa, 2021), resulta $Re < 2.300$, lo que significa circulación en régimen laminar y se traduce en un valor para f establecido según la ecuación (18) de Poiseuille. La ecuación (19) indica la potencia teórica necesaria (P, kW) para bombear el fango deshidratado.

$$h_{total} = h_{geo} + \Delta h \tag{13}$$

$$\Delta h = f \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{14}$$

$$\Delta h = \frac{4,16 \cdot \mu \cdot L_{eq} \cdot Q_{fa}}{\rho \cdot D^4 \cdot 3.600} \tag{15}$$

$$L_{eq} = L_{tub} + L_{acc} \tag{16}$$

$$Re = \frac{V \cdot D \cdot \rho}{\mu} \tag{17}$$

$$f = \frac{64}{Re} \tag{18}$$

$$P = \frac{Q_{fa} \cdot \rho \cdot g \cdot h_{total} \cdot 10^{-3}}{3.600 \cdot \delta_b} \tag{19}$$

Donde h_{geo} es la altura geométrica (m); Δh , la pérdida de carga (m); L_{tub} , la longitud de la tubería de impulsión (m); L_{acc} , la longitud equivalente de los accesorios (m); μ (η), la viscosidad dinámica (Pa.s) del fango; ρ , su densidad (kg/m^3); Q_{fa} , su caudal (m^3/h); D , el diámetro de la tubería de impulsión (m); V , la velocidad (m/s); g , la aceleración de la gravedad (m/s^2), y δ_b , el rendimiento mecánico de la bomba (%).

Para el cálculo de las pérdidas singulares se ha utilizado el método de la longitud equivalente aplicando los valores obtenidos del ábaco del Hydraulic Institute (Hydraulic Institute, 2022) en función del tipo de elemento singular considerado y de su diámetro.

3.4. Viscosidad dinámica

La tabla 4 indica los valores analíticos de la viscosidad absoluta del fango deshidratado en función de ST basados en datos suministrados por la empresa británica Mono, una de las líderes mundiales en la fabricación de bombas de cavidad progresiva y piezas afines

ST (%)	15	16	16,8	17,8	19	20	21,8	23,5	25,8	28	31	35
μ tubería (Pa·s)	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
ST (%)	15	20	25	30	35							
μ tubería (Pa·s)	25	70	110	140	170							

Tabla 4. Viscosidad absoluta del fango deshidratado en tubería y cavidad de la bomba en función de ST.

Diámetro (m)	Tubería (€/ml)	Ampliaciones (€/ud)	Tes (€/ud)	Codos (€/ud)	Guillotinas (€/ud)	Compuertas (€/ud)
0,15	168,44	112,88	44,02	102,27	337,59	261,70
0,20	214,08	148,72	61,42	157,76	537,84	375,15
0,25	247,52	184,55	71,40	268,91	744,92	675,86
0,30	286,91	261,84	80,24	406,64	1.134,00	854,22
0,35	412,42	326,40	92,48	482,80	2.393,04	2.042,97
0,40	471,34	380,80	111,93	774,30	2.439,10	2.782,42
0,45	565,08	421,60	124,17	847,28	2.914,95	3.400,00
0,50	636,65	462,40	147,15	897,60	3.390,80	4361,61

Tabla 5. Precios unitarios. Referencia de precios de acero inoxidable: (Almesa, 2022). Referencia de precios unitarios de válvulas: (Talis Belgicast, 2022).

(Albosa, 2021). En dichos datos, no se han tenido en cuenta la acción de factores como la temperatura, los sólidos volátiles, el pH, etc.

3.5. Diámetro económico

Se define la función coste anual de la impulsión de fango deshidratado C (€) mediante la ecuación (20) (Bernis, 2020), en la que C₁ (€) es el coste correspondiente al consumo de energía eléctrica anual expresado en la ecuación (21) y C₂ (€) es el coste anual de la inversión en tuberías, piezas especiales y válvulas indicado según la ecuación (22). Por otro lado, la ecuación (23) representa el valor del tipo de amortización de la inversión realizada (a, s.u.) (Bernis, 2020).

$$C = C_1 + C_2 \tag{20}$$

$$C_1 = \frac{Q_{fa} \cdot \rho \cdot g \cdot (l_{geom} + \frac{4,16 \cdot \mu \cdot L_{eq} \cdot Q_{fa}}{\rho \cdot D^4 \cdot 3.600}) \cdot 10^{-3}}{3.600} \cdot N_{horas} \cdot P_{EE} \tag{21}$$

$$C_2 = [L_{tub} \cdot P_{tub} + N_{ampl} \cdot P_{ampl} + N_{tes} \cdot P_{tes} + N_{codos} \cdot P_{codos} + N_{guill} \cdot P_{guill} + N_{comp} \cdot P_{comp}] \cdot a \tag{22}$$

$$a = \frac{r \cdot (1+r)^t}{(1+r)^t - 1} \tag{23}$$

Donde, N_{horas} es el número de horas anuales de funcionamiento de la impulsión (h), P_{EE} es el precio unitario del suministro de energía eléctrica (€/kWh), P_{tub}, P_{ampl}, P_{tes}, P_{codos}, P_{guill}, P_{comp} son los precios unitarios de las tuberías (€/ml), ampliaciones de diámetro, tes, codos, válvulas de guillotina y compuerta (€/ud), N_{ampl}, N_{tes}, N_{codos}, N_{guill}, N_{comp} son el número de unidades de cada pieza especial (uds), r es el tipo de interés anual (s.u.) y t es el número de años de amortización (años).

Se ha considerado que las bombas de fango deshidratado operan durante 8.760 h/año (50% bomba 1 y 50% bomba 2, caso real en la EDAR de Burgos), un precio de la energía eléctrica, solo término de energía, media de los 6 periodos P1-P6 tarifa ATR 6.2 (EDAR, 2022) de 0,1858 €/kWh (AEGE, 2022), un tipo de interés anual del 3% (Banco de España, 2017) y un periodo de amortización estimado de 25 años. La tabla 5 indica el valor del precio unitario de las tuberías, piezas especiales y válvulas en función del diámetro.

4. Resultados y discusión

4.1. Variación de ST del agua residual y fango

La figura 5a indica la variación de ST en las aguas residuales desde su entrada como agua bruta hasta su salida como depurada, mientras que la figura 5b presenta la variación del mismo parámetro para el fango (EDAR, 2022). La

disminución de ST en el agua residual es del 96,8%, lo que da una idea de la efectividad del tratamiento realizado. El incremento de ST en el fango primario y secundario en los espesadores de gravedad y flotación es del 859% y del 2.691%, mientras que para el fango deshidratado es del 463,9%.

4.2. Viscosidad absoluta del fango en tubería y cavidad de la bomba

La figura 6a muestra la variación de la viscosidad del fango deshidratado en tubería y bomba en función de ST.

La velocidad en la hidráulica de la bomba es mucho mayor que en la tubería. Por eso, su viscosidad es mucho menor, lo que, junto con el valor elevado del par de arranque, constituye un comportamiento típico del modelo de Herschel-Bulkley. Cuando ST es un 20%, la viscosidad en la bomba es 70 Pa·s y en la tubería 500 Pa·s, un valor el 614,3% superior. La viscosidad

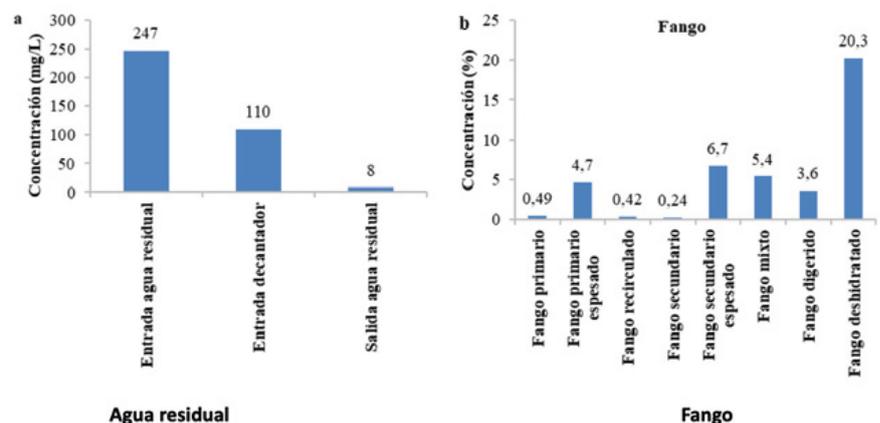


Figura 5. Variación de ST. a) Agua residual y b) fango.

dentro de la bomba puede variar dentro de un estrecho margen de valores, 25-175 Pa·s, mientras que en la tubería varía entre 250 y 800 Pa·s. La figura 6b presenta los resultados de la curva $d(\eta)/d(ST)$ en función de ST en tubería y bomba, donde se aprecia que el incremento relativo de la viscosidad en tubería es mucho más elevado para valores bajos que altos, puesto que la curva se va aplanando progresivamente a valores crecientes de ST, mientras que, en la bomba, este valor se mantiene constante.

4.3. Pérdida de carga y energía

La tabla 6 indica los datos comunes de partida y los valores obtenidos para el cálculo de los escenarios 1, 2, 3 y 4. La viscosidad cinemática del fango para ST del 20,3% es 0,4741 m²/s, mientras que la del agua a 20 °C es de 1,008·10⁻⁶ m²/s, o sea 470,337 veces más elevada, lo que da una idea de las enormes fuerzas de cizalla existentes en las paredes de las tuberías que se oponen al movimiento del fluido. El colector de salida, con todas las piezas especiales y válvulas, origina una elevada pérdida de carga del orden del 71,1% del total. A continuación, en orden de magnitud, se encuentran los 3 codos de radio largo de 90 grados, que originan unas pérdidas de carga del 13%. La longitud equivalente del circuito supone el 88,7% del total, lo que indica la gran importancia que tiene la correcta predisposición de los elementos singulares para reducir la pérdida de carga.

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos de forma teórica y experimental de la altura de impulsión acontecidos

La tabla 8 representa los resultados teóricos obtenidos de pérdida de carga y energía en la impulsión del escenario 2 para el caso ST 20,3% en función del caudal de fango deshidratado. Los resultados obtenidos en el PO de la planta han sido señalados en negrita.

Cuando operan 3 bombas centrífugas a caudal nominal impulsando por una sola tubería, la velocidad es de 0,073 m/s, el 21,7% superior a la máxima recomendada de 0,06 m/s. La velocidad en PO es 0,017 m/s < 0,06 m/s, el 71,7%. Sin embargo, al estar las tuberías dispuestas en paralelo, el máximo caudal que puede circular por cada una de ellas es 5,5 m³/h, que es la capacidad nominal de cada bomba centrífuga, aunque se ha analizado el caso de fluir todo el caudal por una sola tubería.

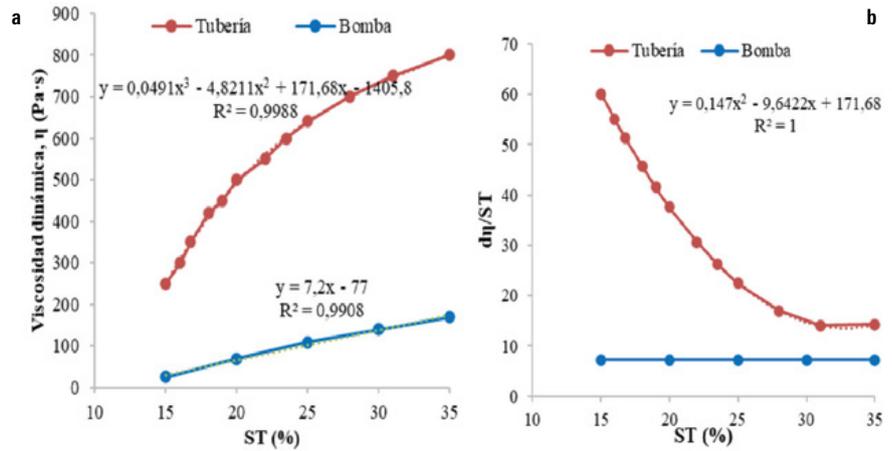


Figura 6. Variación en función de ST. a) Viscosidad dinámica. b) $d(\eta)/d(ST)$.

Parámetro	Datos comunes partida	Longitud equivalente (m)
Diámetro tubería (m)	0,300	...
Longitud tubería (m)	14,36	...
Ampliaciones diámetro (uds)	1	2,5
Codos 90° (uds)	3	16,5
Válvulas guillotina (uds)	1	1,6
Válvulas compuerta (uds)	1	1,6
Tes (uds)	5	90
Altura geométrica media (uds)	12,82	...
ST(%)	20,3	...
Viscosidad dinámica (Pa·s)	490,7	...
Densidad (Kg/m ³)	1.061	...
Viscosidad cinemática (m ² /s)	04741	...
Parametro	Valores comunes	
Longitud equivalente (m)	112,20	
Longitud total (m)	126,56	
Leq/Ltot (%)	88,7	

Tabla 6. Escenarios 1, 2, 3 y 4: datos de partida, longitud equivalente y valores comunes obtenidos.

Q (m ³ /h)	V (m/s)	V (m ² /s)	Re (s.u)	f (s.u.)	Δh (m)	h _{total} media teórica	h _{total} media real (m)
4,3	0,017	0,4929	0,010	6.249	38,1	50,9	53
4,9	0,019	0,5356	0,011	5.894	47,7	60,5	57
5,1	0,020	0,5356	0,011	5.698	49,3	62,1	57
4,4	0,017	0,5080	0,010	6.264	40,4	53,2	50
4,7	0,018	0,5188	0,011	6.014	43,8	56,7	54,2

Tabla 7. Escenario 1: resultados teóricos y experimentales obtenidos de la altura de impulsión.

Parámetro	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Caudal	2,48	4,3	6,21	8,69	12,41	14,90	18,62
Nº bombas centrífugas (uds)	1	1	1	2	2	3	3
Nº bombas impulsión (uds)	1	1	1	1	1	1	1
Velocidad (m/s)	0,010	0,017	0,024	0,034	0,049	0,059	0,073
Número Reynolds (s.u)	0,06	0,011	0,015	0,022	0,031	0,037	0,046
Coefficiente rugosidad (s.u.)	10.373	5.982	4.142	2.960	2.73	1727	1.382
Pérdida de carga (m)	21,23	36,80	53,15	74,38	106,22	127,54	159,38
Altura total media (m)	34,04	49,62	65,97	87,20	119,04	140,35	172,19
Potencia media absorbida (kW)	0,49	1,23	2,37	4,38	8,53	12,08	18,52

Tabla 8. Escenario 2: pérdida de carga y potencia absorbida para ST 20,3% en función del caudal de fango deshidratado.

Resultan unos valores de Re muy bajos, del orden de 0,011, muy distantes del valor de 2.300 que marca la separación entre flujo laminar y turbulento. Esto indica una muy clara circulación en régimen laminar. El valor de f es 5.982, muy elevado en comparación con los obtenidos normalmente para el caso del agua de 0,010-0,020. El valor de f es tanto más grande cuanto más pequeño sea el caudal, pues f es inversamente proporcional al valor del Re, que sigue la tendencia contraria. Por otro lado, f disminuye proporcionalmente al aumentar el caudal; sin embargo, la pérdida de carga aumenta en función de su cuadrado, por lo que esta variable en su conjunto aumenta.

4.4. Estudio de sensibilidad

La figura 7 representa los resultados del escenario 3. Las figuras 7a y 7b

visualizan la variación de la pérdida de carga y la potencia media consumida en función del caudal de fango deshidratado variando el diámetro. La figura 7c y 7d indica lo mismo, variando ST. Finalmente, la figura 7e y 7f, ídem modificando la longitud equivalente.

En todos los casos se puede observar la variación lineal de la pérdida de carga con el caudal. Sin embargo, la potencia absorbida varía de forma cuadrática, pues depende de Qfa^2 . La altura máxima total de bombeo para caudal máximo y ST 30% (ST máximo de las bombas centrífugas) alcanza el valor de 225 m en PO, valor que identifica plenamente la instalación de esta bomba de 24 bares de presión. Destaca la reducción en la pérdida de carga al modificar el diámetro, por

ejemplo, de 300-350 mm (incremento $D = 16,7\%$), pues disminuye el 46,1% y la potencia absorbida, el 45%. Por otro lado, se observa el gran incremento en la pérdida de carga cuando se disminuye el diámetro a 250 mm, aumentando el 107,3% y la potencia el 95%. Se

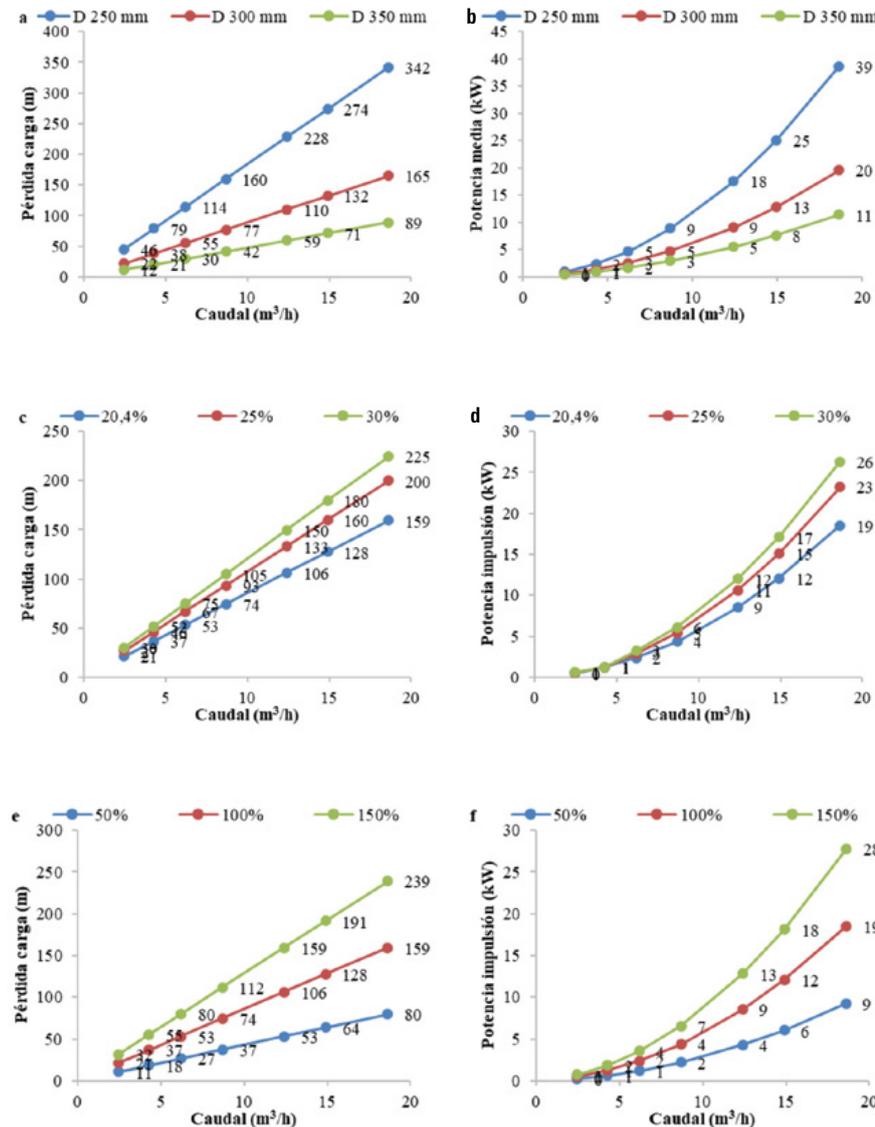


Figura 7. Escenario 3: pérdida de carga y potencia absorbida en función del caudal de fango deshidratado. a) y b) Variación del diámetro. c) y d) ST y e) y f) longitud equivalente.

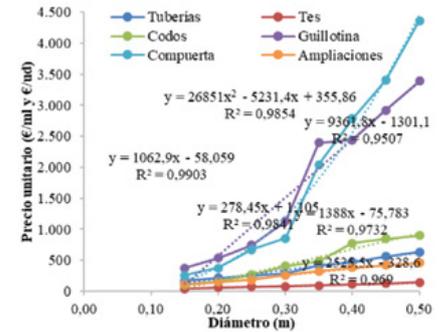


Figura 8. Líneas de tendencia y R2 del precio unitario de los elementos de la impulsión en función del diámetro.

observa que cuanto mayor es ST, menor es el incremento relativo en la pérdida de carga, pues sigue la curva $\eta = f(ST)$. El incremento o disminución de la longitud equivalente influye de forma directamente proporcional en la pérdida de carga con iguales incrementos.

4.5. Diámetro económico

La figura 8 representa las líneas de tendencia y coeficientes de correlación R2 del precio unitario de las tuberías, piezas especiales y válvulas en función del diámetro de la tubería. Se observa el comportamiento lineal de cinco de los seis precios unitarios representados en función de D, y solo resulta el precio de las válvulas de compuerta con una variación de tipo cuadrática.

Para calcular el diámetro económico de la impulsión, se deriva la función C con respecto a D e iguala a cero, o sea:

$$\frac{dC}{dD} = 0$$

Posteriormente, se sustituye D en la segunda derivada:

$$\frac{d^2C}{dD^2}$$

Y si el resultado obtenido es mayor que cero, entonces D hará que el valor de la función C sea mínimo, y se denomina diámetro económico D_{econ} (m)

de la impulsión.

La ecuación (24) indica el valor de C en función del diámetro de la tubería D.

$$C = \frac{Q_{fa} \cdot \rho \cdot g \cdot (h_{geom} + \frac{4,16 \cdot \mu \cdot Leq \cdot Q_{fa}}{\rho \cdot D^4 \cdot 3.600}) \cdot 10^{-3}}{3.600} \cdot$$

$$N_{horas} \cdot P_{EE} + [L_{tub} \cdot (1.670 \cdot D - 151) + N_{ampl} \cdot (245 \cdot D) + N_{tes} \cdot (1.500 \cdot D) + N_{codos} \cdot (1.000 \cdot D) + N_{guil} \cdot (8.332 \cdot D + 0,4) + N_{sosep} \cdot (5.480 \cdot D - 924)] \cdot a$$

Derivando la ecuación (24) con respecto a D y se iguala a cero, resulta la ecuación (25).

$$\frac{dC}{dD} = Q_{fa} \cdot \rho \cdot g \cdot \frac{-4 \cdot 4,16 \cdot \mu \cdot Leq \cdot Q_{fa}}{\rho \cdot D^5 \cdot 3.600^2} \cdot$$

$$10^3 \cdot N_{horas} \cdot P_{EE} + [L_{tub} \cdot (1.670) + N_{ampl} \cdot 245 + N_{tes} \cdot (1.500) + N_{codos} \cdot 1.000 + N_{guil} \cdot (8.332) + N_{comp} \cdot (5.480)] \cdot a = 0$$

Derivando nuevamente la ecuación (25) con respecto a D se obtiene la ecuación (26).

$$\frac{d^2C}{dD^2} = Q_{fa} \cdot \rho \cdot g \cdot \frac{-4 \cdot 5 \cdot 4,16 \cdot \mu \cdot Leq \cdot Q_{fa}}{\rho \cdot D^6 \cdot 3.600^2} \cdot 10^3 \cdot N_{horas} \cdot P_{EE}$$

Sustituyendo el D calculado según la ecuación (25) en la ecuación (26), se puede observar que:

$$\frac{d^2C}{dD^2} > 0$$

luego indica que D_{econ} es un valor que

hace mínima la función C, coste de la impulsión.

La figura 9a representa las tres funciones de coste anteriores, C_1 , C_2 y $C = C_1 + C_2$ y la figura 9b su derivada con respecto a D, ambas en función de D, con los valores del PO.

Se observa en la figura 9a la variación prácticamente lineal creciente del coste de la inversión en tuberías, piezas especiales y válvulas, en contraste con el carácter potencial decreciente de la función coste de la energía eléctrica. El valor del diámetro económico que ha hecho mínimo el coste anual de la impulsión operando durante un periodo de 25 años ha resultado ser $D_{econ}=0,450$ m. La figura 9b indica claramente que cuando:

$$D \text{ tiende a } \infty, \frac{dC_1}{dD} \approx 0 \text{ y } \frac{d[C_1 + C_2]}{dD} \approx \frac{dC_2}{dD}.$$

La tabla 9 muestra cómo varía D_{econ} en función del incremento de 10 variables presentes en las ecuaciones (21) y (22). De las

variables incrementadas, el D_{econ} aumenta con seis de ellas, disminuye en tres y no le afecta en una.

5. Conclusiones

La gran diferencia entre los valores de la viscosidad dinámica en tubería y bomba demuestran fielmente el carácter no newtoniano del fango deshidratado. Su tendencia a la disminución no lineal al incrementarse la velocidad de deformación junto con la necesidad de un elevado par de arranque en la bomba para vencer la tensión umbral, indican claramente que este fluido sigue el modelo de Herschel-Bulkley. La pérdida de carga es directamente proporcional al valor del caudal, viscosidad y longitud equivalente, e inversamente proporcional al diámetro elevado a la cuarta potencia mientras la pérdida de energía es directamente proporcional al cuadrado del caudal de fango deshidratado a igualdad

Variable (incremento)	D_{econ}
Caudal de fango	Incremento
Altura geométrica	No afecta
Viscosidad dinámica/densidad	Incremento
Longitud equivalente	Incremento
Número de horas de funcionamiento	Incremento
Precio de la energía eléctrica	Incremento
Longitud de tubería	Decremento
Coste de piezas especiales y válvulas	Decremento
Tipo de interés anual	Decremento
Número de años amortización	Incremento

Tabla 9. Variación del diámetro económico.

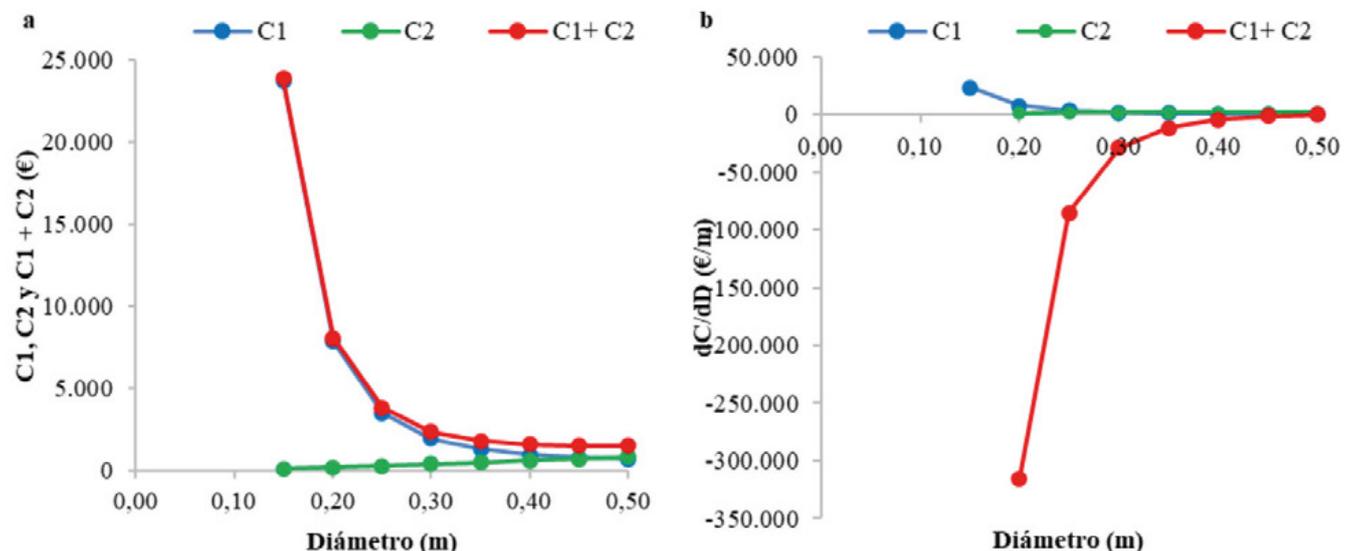


Figura 9. Variación en función de D. a) Costes de energía eléctrica C_1 , elementos de impulsión C_2 y total $C_1 + C_2$. b) dC/dD .

de los demás parámetros. Las tes, codos y demás piezas especiales son los principales responsables de las pérdidas de carga en la impulsión, alcanzando hasta el 90% del total. Se puede afirmar que tanto la elección de las piezas especiales como el diámetro de la tubería son los factores más importantes a tener en cuenta en el diseño de una impulsión de fango deshidratado. El cálculo del diámetro económico depende de un total de 10 variables independientes, que deben ser elegidas convenientemente. El valor del precio actual de la electricidad distorsiona el valor del diámetro económico hacia valores más altos que cuando su precio era inferior.

Agradecimientos

Desearía dar las gracias a D. Pablo Piedras Romero, director de la empresa Alternativas de Bombeo S.A. y a D. Arsenio Costilla Rodríguez, jefe de planta de la EDAR de Logroño (anteriormente de Burgos), por la inestimable ayuda recibida a la hora de conseguir los datos necesarios para poder elaborar este artículo.

Referencias

- AEGE (2022). Barómetro energético en España. <https://www.aege.es/barometro-energetico-espana/>, acceso septiembre 2022.
- Albosa (2021). Análisis del transporte de fango deshidratado. Cortesía de Albosa.
- Almesa (2022). Tuberías de acero inoxidable. www.almesa.com, acceso agosto 2022.
- Banco de España (2017). Tabla de tipos de interés. http://www.bde.es/cliente-banca/es/areas/Tipos_de_Interes /Tipos_de_interes/Otros_tipos_de_i/ otros-tipos/Tabla _ tipos_de_interes_legal.html, acceso agosto 2022.
- Bergadá-Grañó J. (2012). Mecánica de fluidos. Breve introducción teórica con problemas resueltos. <https://www.researchgate.net/profile/JBergada/publication/262698142>, acceso agosto 2022.
- Bernis F (2020). Diseño económico de tuberías. Diámetro óptimo en impulsiones. https://www2.uned.es/ca-tortosa/Biblioteca_Digital/Biblio/JM_Franquet/Disen_economico.pdf, acceso agosto 2022.
- Betancourt-Grajales R (2022). Fenómenos de transferencia. Transferencia molecular de calor masa y cantidad de movimiento. <https://pdf-coffee.com>, acceso agosto 2022.
- EDAR (2022). Estación depuradora de aguas residuales de Burgos.
- Gardea-Villegas H (2008). Dos propuestas para el proyecto del bombeo de fluidos no newtonianos. Caso de los fangos residuales de plantas de tratamiento de aguas negras. Ingeniería, investigación y tecnología IX, 2, 87-97. <https://www.redalyc.org/pdf/404/40490201.pdf>.
- Haldenwang R, Sutherland APN, Fester VG, Holm R and Chhabra RP (2012). Sludge pipe flow pressure drop prediction using composite power-law friction factor-Reynolds number correlations based on different non-Newtonian Reynolds numbers. ISSN 0378-4738 (Print) = Water SA Vol. 38 No. 4 July 2012. <http://dx.doi.org/10.4314/wsa.v38i4.17>.
- Hong E, Yeneneh AM, Sen TK, Ang HM, Kayaalp A (2017). The relationship between physico-chemical and rheological characteristics of digested sludge, biosolid, centrate and the effects on dewatering performance (A case study). Journal of Water Process Engineering, 19, 193-204. <https://espace.curtin.edu.au/bitstream/handle>.
- Hydraulic Institute (2022). The Global Authority on Pumps and Pumping Systems. <https://www.pumps.org>, acceso agosto 2022.
- Hydraulic Institute (2022). The Global Authority on Pumps and Pumping Systems. <https://www.pumps.org>, acceso agosto 2022.
- Levenspiel (2022). Capítulo 5. Fluidos no newtonianos. http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/hja/file/Mec_Fluid_CBS/Fluidos_No_Newtonianos_Levenspiel.pdf, acceso agosto 2022.
- Martín I, Salcedo R, Font R (2011). Mecánica de fluidos. Tema1. Flujo interno de fluidos incompresibles y compresibles. <https://rua.ua.es/dspace/bitstream>, acceso agosto 2022.
- Navarro S, Almera J, Botero F, Vargas P (2007). Unidad 1, Fenómenos de transporte. Hidrostática. <https://marcanord.files.wordpress.com/2012/11/unidad>, acceso agosto 2022.
- Panchi Guanoluisa AN (2013). Determinación de parámetros reológicos en bebidas de frutas con diferentes concentraciones de sólidos solubles mediante el uso del equipo universal TA-XT2I. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream>, acceso agosto 2022.
- Seysieq I, Ferrasse JH, Roche N (2003). State-of-the-art: rheological characterisation of wastewater treatment sludge. Biochemical Engineering Journal 16 (2003) 41-56. Doi: 10.1016/S1369-703X(03)00021-4.
- Talis Belgicast (2022). www.belgicast.eu, acceso agosto 2022.

Lista de símbolos

a : tipo de amortización de la inversión realizada (s.u.)	N_{tes} : número de tes (uds)
A : constante	P : potencia teórica necesaria (kW)
A₁ : constante	P_{ampl} : precio unitario de ampliaciones de diámetro (€/ud)
A₂ : constante	P_{comp} : precio unitario de válvulas de compuerta (€/ud)
B : constante	P_{codos} : precio unitario de codos (€/ud)
C : coste anual de la impulsión de fango deshidratado (€)	P_{EE} : precio unitario de energía eléctrica (€/kWh)
C₁ : coste anual del consumo de energía eléctrica (€)	P_{guill} : precio unitario de válvulas de guillotina (€/ud)
C₂ : coste anual de la inversión en tuberías, piezas especiales y válvulas (€)	PO : punto de operación
D : diámetro de la tubería de impulsión (m)	P_{tes} : precio unitario de tes (€/ud)
D_{econ} : diámetro económico de la impulsión (m)	P_{tub} : precio unitario de tuberías (€/ml)
du/dy : velocidad de deformación por unidad de longitud (s ⁻¹)	Q_{fa} : caudal de fango (m ³ /h)
EDAR : estación depuradora de aguas residuales	r : tipo de interés anual (s.u.)
f : factor de fricción (s.u.)	R² : coeficiente de correlación
g : aceleración de la gravedad (m/s ²)	Re : número de Reynolds (s.u.)
h_{geo} : altura geométrica (m)	ST : sólidos totales (%)
h_{total} : altura total de impulsión (m)	t : tiempo de amortización (años)
K : índice de consistencia (Pa·s ⁿ)	T : temperatura absoluta (K)
K₁ : constante	V : velocidad (m/s)
K₂ : constante	γ : velocidad de deformación (s ⁻¹)
L_{acc} : longitud equivalente de accesorios (m)	δ_b : rendimiento mecánico de la bomba (%)
L_{eq} : longitud equivalente de tubería (m)	Δh : pérdida de carga (m)
L_{tub} : longitud de la tubería de impulsión (m)	η : viscosidad aparente (Pa·s)
m : constante de velocidad (s.u.)	η_B : viscosidad límite de alta cizalladura (Pa·s)
N : newtoniano	λ : constante de tiempo (s)
n : índice de flujo (s.u.)	μ₀ : viscosidad aparente de cizalladura inicial (Pa·s)
NN : no newtoniano	μ_∞ : viscosidad aparente en el límite (Pa·s)
N_{ampl} : número de ampliaciones de diámetro (uds)	μ : viscosidad dinámica (Pa·s)
N_{codos} : número de codos (uds)	v : viscosidad cinemática (m ² /s)
N_{comp} : número de válvulas de compuerta (uds)	ρ : densidad del fango (kg/m ³)
N_{guill} : número de válvulas de guillotina (uds)	τ : tensión cortante (Pa)
N_{horas} : número de horas anuales de funcionamiento (h)	τ₀ : tensión umbral (Pa)

Servicio de Reclutamiento y Selección de Ingenieros

El ingeniero que buscas está aquí

¿POR QUÉ ELEGIRNOS?



Más información:

www.proempleoingenieros.es

cogiti@cogiti.es

91 554 18 06

Metodología de selección
de probada eficacia

Sello de profesionalidad de la
colegiación y la Acreditación DPC

Expertise en la ingeniería de
la rama industrial

Garantía de calidad respaldada
por COGITI



COGITI

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



proempleo
ingenieros.es

Clinical study on inflation incidence in salary vs. business benefits relationship with application in Argentina 2016-2022

Estudio clínico sobre la incidencia de la inflación en la relación salario vs. beneficios empresariales con aplicación en Argentina 2016-2022

José Luis Infante¹

Abstract

Inflationary processes produce informative modifications when prices are distorted, one of them being the labor wage. Parity-type negotiations where, on the one hand, employers seek to defend the position of benefits while, on the other, workers seek the same with wages, show spaces of asymmetric information that, a priori, are more complex the greater the inflation is. Economic theory has discussed for years the mark up relationship, as the ratio between benefit and price, and the wage share. Intuition leads us to think that the higher the mark up, the lower the participation of wages in costs, making up a trade off. But it is not intuitive how inflation affects the mark up. This paper analyzes this relationship from an economic model that reflects it and applies it to the case in Argentina in the period 2016-2022.

Keywords

Inflation, mark up, negotiation, profits, trade off, wage.

Resumen

Los procesos inflacionarios producen modificaciones informativas al distorsionarse los precios, y uno de ellos es el salario laboral. Las negociaciones del tipo paritarias en las que, por una parte, los empresarios pretenden defender la posición de beneficios mientras que, por la otra, los trabajadores buscan lo propio con los salarios, evidencian espacios de información asimétrica que, a priori, son más complejos cuanto mayor es la inflación. La teoría económica ha discutido por años la relación mark up, como cociente entre beneficio y precio, y la participación salarial. La intuición lleva a pensar que a mayor mark up, menor participación de los salarios en los costos componiendo un trade off. Pero no resulta intuitivo como afecta la inflación al mark up. Este trabajo analiza esa relación desde un modelo económico que lo refleje y aplica al caso en Argentina para los años 2016-2022.

Palabras clave

Beneficios, ganancias, inflación, margen, paritarias, salarios.

Recibido/ received: 04/10/2022 Aceptado/ accepted: 15/02/2023

¹Profesor de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), calle 6 y 48, La Plata, Buenos Aires, Argentina. Ingeniero hidráulico y Magister en Economía. jose.infante@ing.unlp.edu.ar



Foto: Shutterstock.

Introduction

Wages in corporate income is not constant (Erasquin, 2020). From a microeconomic analysis, wages tend to compete with corporate profits in zero-sum games¹ (Palazuelos, 2008). This paper tries to analyze the behavior of an eventual trade off² between corporate income and wages in the face of rising inflation. The problems derived from this effect is significant both from macroeconomic and microeconomic implications.

The macroeconomic effect implies the understanding of a conflict called distributive bidding (Keyman, 1986), which derives in social tensions. From a microeconomic effect, it implies the construction of tense negotiations between the business and union sides.

Then, the above-mentioned zero-sum game explains the eventual trade off analyzed in this paper. In the microeconomic point, the profit implies endogenous effects and motivations as long as the exogenous is described by supply contracts and

parity wage negotiations. In their motivations, accounting problems grow producing inefficiencies in wage agreements. Nominal and real state diverge. This enabled information asymmetries and veils of opacity (Akerloff, 1970) in favor of the most informed, who are usually the employers. We can sense the presence of a trade off between wages and profits that changes according to the inflationary rate. Going deeper into the case, the competitive context is not negligible. Going to the technical prices (offer prices), these can be considered as an aggregate model that integrates reimbursements and contributions. If accepted by a customer in a sale purchase, a producer price would be composed of reimbursements representing the costs in materials, labor, financial and others; a measurable and regulated magnitude corresponding to taxes or, otherwise, the forced contribution for the support of the structures and organizations that validate and give

credibility to the economic act; and, finally, the unregulated contribution that focuses on the profit. Of course, every customer who operates this economic act does not see such aggregates, even if he intuits them, but they understand the delivery of a certain amount of money, which is the purchase price or effective demand, against the assignment of a right or delivery of a product. In this logic, assuming an informed consumer, they will have in their memory a level or range of prices that they can pay for the consideration sought. Then, a customer will not pay more than what he or she expects. A price above the upper limit of its range will be considered high or expensive, while below the range it will be considered low or cheap. Every customer will consider a price within its range to be reasonable, this being a very significant signal for that customer to freely accept to purchase the product³. With this behavior, which in economics is known as rationality (Streb, 1975)

1. A zero-sum game is one in which the players obtain win-lose outcomes with equal absolute value. In other words, what one wins is what the other loses (Gibbons, 2022). In competitive games, the firm being a price taker reflects this phenomenon.

2. Trade Off refers to the inverse correlative effect between two significant variables. When one expands, the other contracts, giving a sort of offsetting effect (hence the name).

3. The "freely" qualification refers to the absence of failures in the understanding of substitutes to the product to be purchased. At this point, the customer's level of information is relevant in order to measure the magnitude of the substitution rate and what is its limit for assuming that there is no reasonable substitute. The lower the substitution rate, the greater the market power of the supplier.

(Mas Collé, 1995) and which in other areas of analysis supports the concept of freedom of choice (Romero Huamani, 2014), it is foreseen a management in the companies in order to reach a stable client. If this did not happen, a company in a situation of selling its products would have enough market power (Motta, 2004) to convince a customer to choose the product offered regardless of its characteristics and price. The described anomalous and short-sighted behavior (Kydland and Prescott, 1977), also called abuse of dominant position or monopolistic behavior, hides all kinds of inefficiencies of the companies and a quasi-guarantee in obtaining profits financed by excessive and ruinous price increases. Faced with this hypothetical scenario in the purchase and sale, it could be assumed that there would be no room for negotiation where a company seeking a profit and a union or worker seeking a salary would enter into a conflict zone of the trade off type⁴. However, outside this non-stable and short-term behavior, companies must compete to achieve sales with different product offers that materialize some non-ruinous market power⁵. In these relationship spaces the trade off under analysis materializes. The mechanics would be the following. Being a decision, a certain application of a given technology and quality level, inputs present high rigidity to change, both in their unit consumption⁶, as well as in their B2B price⁷. Taxes cannot be modified and are even more rigid than inputs. Therefore, if price is a competitive magnitude, the firm sells at the price it takes from the market. Therefore, a positive change in the wage implies a negative change in profit. In algebraic terms, ΔP is the variation in prices, Δc_i the variation in input cost, Δc_s the variation in wage cost, ΔT the variation in taxes, and ΔB the variation in profits, the financing of the production structure from the sales explained by prices at constant volume will be

$$\Delta P = \Delta c_i + \Delta c_s + \Delta T + \Delta B$$

Being $\Delta c_i = 0$ for quality guarantee condition in order not to lose competitive market, $\Delta_p = 0$ for being the price taker company, $\Delta T = 0$ for legal condition it remains then that $\Delta c_s = -\Delta B$.

The result of the above analysis is called trade off. Firms will seek to maintain the relationship between profit and price⁸ and, to do so, they will have as a barrier the wage level according to one of the three forms of the Kaleckian relationship⁹ (Sawyer, 1985).

In markets with high inflation, as is the Argentina 2022 Case, the difference between real and nominal magnitudes in contracts matters and some kind of indexation or arbitrage should be applied¹⁰. Since public and private accounts register nominal values, the real effects will depend on indicators which are mostly imperfect (Jimenez, 1933). Then, the trade off will be indexations conditioned and, due to the effect of imperfect information, the strategies in the agreements may favor one party or the other (Harsanyi, 1955) (Marshall, 2016). It may happen that the traditional informational opacity in corporate profits versus the instrumental clarity of wages for parity or bargaining may induce occasion behaviors to signal such negotiations (Selten, 1975), composing sub-games that eventually lead to learning paths as a brake on possible abuses of one party over another.

This paper focuses on this problem and analyzes the Argentine case based on the restoration of statistics from the National Institute of Statistics and Census, seeking to find theoretical and, then, empirical evidence.

Academic Background

The problem of wages versus inflation recognizes studies from different points of view and applied to different countries with an inflationary trend. Although this paper presents a general and microeconomic model, it is an additional objective to describe a concrete effect

on the Argentine economy. In order to interpret the logic of this country, Ferrer (2003) elaborates a descriptive and analytical paper that allows us to intuit and/or rationalize power schemes. Carlos Rodríguez in Rodríguez (1984), Raúl Frenkel in Frenkel (1986), Daniel Heymann in Heyman (1989) present economic analyses that reflect traditions and policies applied in Argentina prior to the hyperinflation of 1989. Antonelli (2005) describes in more detail the Argentinean case including the incidence of union bargaining and negotiations. A recent study by the Central Bank of Argentina (BCRA, 2021) states that inflation reacts significantly on the basis of nominal variations of money, being the distributive struggle a possible explanation. Graña Colella (2020) recognizes the relevance of distributive bidding as an inflationary factor in Argentina based on statistics on the error correction model. Price Waterhouse Coopers in PWC (2022) describes a significant detail of the Argentine economy that complements with statistics to date. Since labor and institutional vulnerability are complementary and/or inflation-inducing sources, the shadow economy (World Economics, 2022) and its sources (TELAM, 2022) are significant to this work.

Regarding the causes of non-particularized inflation in Argentina, the literature is varied and very extensive. Akerloff et al (1996) detail the endogenous macroeconomic mechanics in non-galloping inflations. Regarding endogeneities, Keifman (2019) describes an interpretation from structural theory. Complementarily, González Andrade (2006) explains the inflationary phenomenon from multiple perspectives.

In relation to the general problem of using a particular model to analyze contexts and relationships, Barro's work should be considered (Barro et al., 1983). Whether wages and productivity can lead to inflation is not an issue that finds convergent conclusions. Structural foundations and projective models

4. This argument can be disputed to the extent that the company depends on a rentier investor who directs its business towards predatory formats. In that case, the model should include the behavior of the investor under the non-satiation type, which is beyond the scope of this paper.

5. It would be ruinous when a market power enters an abusive zone.

6. Quantity of applicable input in the unit of sales product.

7. It is considered a competitive framework; therefore, companies are price takers. B2B is business to business, i.e., supplier companies.

8. It is called Mark Up.

9. It refers to the theories elaborated by Michal Kalecki.

10. In Argentina, the convertibility law 23928 is in force, which prohibits indexations, however, in fact it happens to avoid ruinous businesses.

facilitate the understanding of linkage spaces (Goodhart and Pradhan, 2020). Mendieta and Barbery (2017) take for their analysis the well-known Phillips curve in order to understand whether, in fact, unemployment, and its proxy from the wage condition, can also hold as an empirical relationship. Analysis in specific contexts from official data allow understanding the relationship between inflation and wages with local nuances, observing that there are areas of labor relations in which productivity and inflation maintain an inverse relationship (Iheanacho, 2017). At this point, it is worth asking about the wage-growth relationship, since growth should reduce inflationary trends, and the work of Tosoni (2014) is a valid resource for its interpretation based on the wage share. Marshall (2016) focuses on wage bargaining instruments to analyze the effects on productivity; this type of relationship is something not minor to interpret an eventual relationship between wages and profits.

This paper deals with the proposed relationship in Argentina. Given the computer blackout of the Argentine INDEC the statistics may present micronumerosity (Golderberg, 1991) with collinearity conflicts that may weaken the informative capacity intended (Salmeron and Blanco, 2016).

Material and Methods

Mathematical Model

Let B be the industrial profit measured in domestic currency, P¹¹ the revenue for a generic quantity sold q, C the cost of production for that level q, is the proportion of the cost that corresponds to wages, IPC the consumer price index, IVS the index of wage variation and IM the wholesale index, the profit model in a competitive framework before indexation will be given by

$$B = P - C \quad (1)$$

Where $C = C_s + C_{ns}$ where the subscripts

s and ns refer to the wage component and the non-wage component will be true that

$$C_s = sC$$

$$C_{ns} = (1-s)C$$

Then

$$C = sC + (1-s)C$$

Replacing in 1

$$B = P - sC - (1-s)C$$

Indexing the expression of benefits in order to maintain over time the strategic relationship indicated in (1) and considering that income is indexed to consumer prices, wages are indexed to the wage variation and costs are indexed to the wholesale index, we obtain the expression of benefits as follows

$$B = P \text{IPC} - s \text{CIVS} - (1-s) \text{CIM}$$

Replacing C by its strategic expression in (2) we obtain

$$B = P \text{IPC} - s \cdot (P-B) \text{IVS} - (1-s) \cdot (P-B) \text{IM}$$

With simple algebraic passes we obtain

$$\begin{aligned} P \text{IPC} - s \text{SVI} P - (1-s) \text{MI} P = \\ B - s \text{SVI} B - (1-s) \text{MI} \end{aligned}$$

This leads to a first technical conclusion, which indicates that the B/P mark up reflects the following explanatory scheme

$$B/P = [\text{IPC} - s \text{IVS} - (1-s) \text{IM}] / [1 - s \text{IVS} - (1-s) \text{IM}] \quad (3)$$

Results

The term B/P¹² refers to the well-known mark up or brand index, which reflects the added value or benefit of a generic and representative company of an economic society in

relation to its price. This indicator is widely used for the purposes of competitive analysis, benchmarking and the feasibility of maintaining the strategic relationship described in (1).

From this expression it can be seen that

- Retail inflation rebuilds margin
- The denominator is always lower than the numerator. Therefore, inflation expressed in unbiased indexes favors mark up.

The aggregate B/P ratio could be approximated from the ratio of aggregate profit by taking the level of income tax levied and GDP.

With the above and going back to (3), clearing s we get to the following expression

$$s = [\text{MI} (1 - B/P) + B/P - \text{CPI}] / (\text{MI} - \text{SVI})(1 - B/P) \quad (4)$$

This conclusion explains the equilibrium wage expenditure level in a company that intends to maintain the strategic margin of (1) in the face of the inflationary effects of the context.

The theoretical conclusions of this analysis imply that the company will be able to maintain its strategic relationship by paying a given level of wages as long as the wage variation does not exceed wholesale inflation, or the company abuses its dominant position by increasing the B/P ratio. Deepening the analysis, rational decisions should lead every businessman to think that it would be convenient to negotiate a wage level "s", so that the B/P ratio is maximized.

For this purpose, and starting from expression (3), we proceed to find the critical point according to $\partial(B/P)/\partial s = 0$. Proceeding with the derivation technique

11. Although the letter I is normally used for income and P for prices, given that the expression under study refers to a level of production q, the basis for income variation will come from the hand of P and, therefore, this license is taken.

12. The mark up relates the unit profit to the price of the marketed product. This paper approximates this measure by taking the ratio of aggregate profit to revenue. Differences may be found according to the inventory policy established by a specific company.

13. It is considered a representative behavior for the purpose of relaxing the trembling hand effect (Selten, 1975).

14 This optimizing operation will only have a maximum destination, since strategic actions in the opposite direction would be mathematically taboo in a rational framework (Glover et al, 1996). For this reason, we will not proceed with the curvature analysis.

$$\frac{\partial(B/P)}{\partial s} = 0 = \frac{\{(IM-IVS)[1 - s IVS - (1-s) IM] - (IM-IVS)[IPC - s IVS - (1-s) IM]\}}{[1 - s IVS - (1-s) IM]^2}$$

Intervening algebraically, it finally follows that

$$\frac{\{(IM-IVS)(1-IPC)\}}{[1 - s IVS - (1-s) IM]} = 0$$

The denominator indicates that $(IM-IVS)(1-IPC) = 0$ expression that is independent of "s". However, we must not lose sight of the fact that this optimization is applied to economics, so it must be true that $[1 - s IVS - (1-s) IM]^2$ must be different from 0. Working the expression arithmetically it turns out that $s < (IM-1)/(IM-IVS)$, but it can never happen that $s = (IM-1)/(IM-IVS)$. Since from the denominator the only way that equality is possible is that $IM = IVS$, then it can only be true that $s < (IM-1)/(IM-IVS)$ result that does not allow to quantify some value of "s" but that taken this expression to management spaces indicates that:

- Since it is not possible that

$IM = IVS$, it must be the case that $IM > IVS$ so that $s > 0$.

• The signal that dominates wage bargaining is based on the IM, not on the IPC, and it is a management trait that the share of wages in business costs will have a higher level explained by the IM.

The Argentine Case 2016-2022

Based on the information provided by the Argentine INDEC (INDEC, 2022), the income taxation of Argentine companies (Portal Argentina, 2022), and the conclusions reached in the model described above, we find the results in Table 1.

Since the information describing income tax collection is reported on an annual basis, for the purpose of opening it in quarterly values, it is proportionalized according to the ratio obtained from the value added of production¹⁵. Profits or benefits, after being expressed in quarters, are obtained by generalizing a 35% rate and correcting for informality (TELAM, 2022) and (World Economics, 2022).

The aliquots "s" resulting from the calculation initially offer values above 100%, which is explained by the

absence of empirical correction factors to calibrate the model. This problem does not generate conflicts in interpreting the data, since what is relevant is the series of values and not their punctual magnitude.

The results allow us to interpret the following correlations (Table 2):

B/P vs Inflación	30,80 %
S vs Inflación	-53,60 %
B/P vs s	-85,97 %

Table 2. Fuente: elaboración propia.

As can be seen in the B/P versus s the negative correlation allows us to interpret a trade-off effect. In particular, the correlation value allows us to assume that the variations reflect a high explanatory value. The positive correlation between B/P and inflation validates the theoretical conjectures of the model since inflation would allow margin recovery. On the other hand, the negative correlation between s and inflation only validates the study since it has been amply demonstrated that inflation reduces the wage level.

Given the clear micronumerosity effect, more sophisticated econometric instruments are not advanced until the

		IPC	Índice Mayorista	Índice Salarial	Valor Agregado de Producción	PBI	Recaudación Impuesto a las Ganancias	Trimestral Corregida (millones de pesos corrientes)	Relación B/P	s	Tasa Inflación Mensual
		IM	IS	millones de pesos corrientes	millones de pesos corrientes	Anual (millones de pesos corrientes)					
2017	1 Trimestre	106,1	140,1	108,8	7.797.313,3	9.240.877,7	432.907	127.848,1	3,95 %	107,73 %	
	2 Trimestre	111,8	144,6	116,5	8.937.209,9	10.558.208,3		146.538,3	3,97 %	114,60 %	5,37 %
	3 Trimestre	117,6	152,7	125,7	9.354.708,3	11.116.422,3		153.383,8	3,94 %	127,51 %	5,12 %
	4 Trimestre	124,8	159,9	131,0	9.884.213,9	11.725.405,6		162.065,8	3,95 %	118,07 %	6,14 %
2018	1 Trimestre	133,1	178,7	136,1	10.518.032,9	12.457.790,3	742.052	213.057,3	4,89 %	103,13 %	6,66 %
	2 Trimestre	144,8	208,3	143,1	12.250.959,1	14.431.394,0		248.160,1	4,91 %	93,89 %	8,79 %
	3 Trimestre	165,2	265,6	155,4	12.927.428,1	15.276.275,7		261.862,9	4,90 %	88,05 %	14,11 %
	4 Trimestre	184,3	277,4	169,9	14.216.074,3	16.813.782,7		287.966,2	4,89 %	82,64 %	11,51 %
2019	1 Trimestre	206,0	300,2	186,9	14.899.679,6	17.655.343,8	1.096.521	303.429,8	4,91 %	78,38 %	11,78 %
	2 Trimestre	225,5	334,9	200,4	18.271.699,9	21.493.370,4		372.100,5	4,95 %	76,48 %	9,51 %
	3 Trimestre	253,7	388,3	220,8	19.031.837,7	22.694.277,8		387.580,6	4,88 %	75,63 %	12,49 %
	4 Trimestre	283,4	439,7	239,4	21.158.974,9	25.366.033,2		430.899,4	4,85 %	73,35 %	11,72 %
2020	1 Trimestre	305,6	455,6	271,6	21.217.272,5	25.186.593,3	1.467.303	460.162,1	5,22 %	75,39 %	7,80 %
	2 Trimestre	322,0	467,8	273,5	20.427.040,2	24.180.453,5		443.023,4	5,23 %	68,74 %	5,37 %
	3 Trimestre	346,6	522,9	291,0	23.167.607,4	27.850.591,6		593.554,2	6,09 %	69,12 %	7,65 %
	4 Trimestre	385,9	595,2	318,4	27.367.751,9	32.708.121,5		593.554,2	5,18 %	69,98 %	11,33 %
2021	1 Trimestre	435,9	692,4	360,3	30.764.559,6	37.158.105,9					
	2 Trimestre	483,6	772,3	391,2	39.521.824,4	46.672.318,4					
	3 Trimestre	528,5	832,0	440,3	40.429.336,5	48.026.596,3					

Table 1.

Fuente: INDEC, Portal Argentina y Elaboración Propia

Impuesto a las ganancias trimestral resulta del valor anual afectado de un coeficiente que refleja la incidencia del Valor Agregado de Producción trimestral en su total anual

Relación B/P resulta del cociente entre el Impuesto a las Ganancias Trimestral dividido 35% y el PBI

15. Assuming established companies in the market, the profit should be aggregated in an approximate way to the aggregation of sales. Since Value Added Production is a proxy for GDP, the quarterly disaggregation in this way should be explanatory.

amount of data is sufficient.

Conclusions

The traditional tension between wages and business benefits remains valid.

This paper focuses on this conflict by proposing a trade-off relationship between the two variables.

The precedents on the subject are profuse, covering different views, but always in contexts of economic policy and macroeconomics. This paper proposes to analyze these cases from theoretical and empirical approaches based on high Argentinean inflation. The fact that inflation is high places Argentina at the center of the analysis since, in those years, hyperinflation is not diagnosed. It should be noted that in hyperinflationary contexts (Cagan, 1956) (Reinhart and Savastano, 2003) the lack of information provided by prices generates a break in the chain of payments with a severe drop-in activity and, consequently, analyses comparing temporary figures lose consistency.

The microeconomic complexity that results in a clear asymmetry of information when companies are not co-managed can unbalance the relationship between corporate profits and social charges, this being the main motivating factor of the work.

Theoretical analyses reflected in microeconomic models where variables are indexed on the basis of aggregate price indicators show advantages for the increase of benefits through wage transfers with significant explanatory presence of inflation.

Putting the above conjecture to be validated or not by the data in Argentina, we find a clear trade off between benefits and wages. The correlation analysis accompanies the other needs of the relationship between profits and wages in the face of inflation, obtaining the expected results: inflation depresses wages and boosts profits.

The results should be considered provisional given the micronumerosity of the available information base.

With the above, the proposal allows us to continue this work towards more ambitious horizons based on the availability of a larger amount of data for more efficient econometric analysis.

Bibliographic References

Akerlof, G.A. (1970). The market of lemons. *Quality Uncertainty and*

the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84 (3), 488-500.

Akerlof, G. A., Dickens W., and Perry G. (1996). The Macroeconomics

of Low Inflation. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 1-59.

Alarco Tosoni, G. (2014). Wage participation and economic growth in Latin America, 1950-2011. *ECLAC*, 113, 43-60.

Antonelli, E. (2005). Inflation and wages. *Actualidad Económica*, 15(56), 21-24.

Barro R., and David G. (1983). A Positive Theory of Monetary Policy in a Natural Rate Model. *Journal of Political Economy*. 91 (4), 589-610.

BCRA (2021). On the Determinants of Inflation in Argentina. Available at <https://centraldeideas.blog/sobre-los-determinantes-de-la-inflacion-en-argentina/>. Last accessed February 12, 2022.

Cagan, P. (1956). The Monetary Dynamics of Hyperinflation. *Studies in the Quantity Theory of Money*, ed. by Friedman, M., 25-117.

Goodhart Ch., Pradhan M. (2020). *The Great Demographic Reversal*. Palgrave Mac Millian.

Díaz Velarde, A., et all (1996). *Heuristic Optimization and Neural Networks*. Parainfo.

Erauskin, I. (2020). Labor participation and earnings inequality: some empirical evidence for the period 1990-2015. *Applied Economic Analysis*, 28 (84), 173-195.

Ferrer, A. (2003). *La Economía Argentina*. FCE.

Frenkel, R. (1986). Wages and inflation in Latin America. Results of recent research in Argentina, Brazil, Colombia, Costa Rica and Chile. *Economic Development*, 25(100), 587-622.

Gibbons, R. (2022). *A first course in game theory*. Antoni Bosch.

Goldberger, A. (1991). *A course in Econometrics*. Harvard University Press.

Gutiérrez Andrade, O. and Zurita Moreno, A. (2006). On inflation. *Perspectivas*. 9(3), 81-115.

Harsanyi, J. C. (1995). Games with Incomplete Information. *The American Economic Review*. 85(3), 291-303.

Heyman, D. (1986). Three essays on inflation and stabilization policies, ECLAC. Working Paper K° 18.

Heymann, D., and Canavese, A. (1989). Public Tariffs and Fiscal Deficits: Trade-offs between Short-run and Long-run Inflation. *Revista de Economía, Banco Central del Uruguay*. 3 (3), 1-18.

Iheanacho, E. (2017). Empirical Review on the Relationship between Real Wages, Inflation and Labour Productivity in Nigeria. ARDL bounds testing approach. *International Economics and Business*. 3 (1), 9-19.

INDEC (2022). Consumer Price Index (Retail). Available at <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-5-31> . Last accessed February 20, 2022.

INDEC (2022). Wholesale Price Index. Available at <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-5-32>. Last accessed February 20, 2022.

INDEC (2022). Wage Variation Index Available at <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-4-31-61>. Last accessed February 20, 2022.

INDEC (2022). Value Added Production. Available at <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-9-47>. Last accessed February 20, 2022.

Antonelli, E. (2002). Inflación de salarios. Economic Research Institute. Available at <https://aaep.org.ar/anales/works05/antonelli.pdf> (2002). Last accessed February 20, 2022.

Jiménez, L.F. (editor) (1993). *Indexation of Financial Assets*. CEPAL, Estudios Políticos y Sociales.

Keifman, Saul (2019). Meaning, Scope and Limitations of Structural

Inflation Theory LIV Annual Meeting| 2019. Available at <https://aaep.org.ar/anales/works/works2019/keifman.pdf>. Last accessed February 12, 2022.

Kydland, F., and Prescott E. (1977). Rules Rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans. *Journal of Political Economy* June. 85 (3), 473-492.

Graña Colella, S. (2020). The causes of Argentine inflation: an estimation employing the VECM methodology for the period 2003-2019. *Faces*. 2020, 26 (55), 73-86.

Marshall, A. (2016). The wage-productivity relationship: wage incentives in industrial collective bargaining agreements. *Work and Society*. N. 26, 5-18.

Mas Colell A. et all (1995). *Microeconomic Theory*. Oxford University Press.

Mendieta, P. and Barbery, C. H. (2017). Understanding the Phillips Curve of the 21st century: state of the art. *Latin American Journal of Economic Development* 28, 135-164. Available at: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-47062017000200006&lng=es&nrm=iso. Last accessed February 12, 2022.

Motta, M. (2004). *Competition Policy: Theory and Practice*. Cambridge University Press.

Palazuelos, E., and Fernández, R. (2008). Economic Growth and Trade Off between Productivity and Employment in European Economies. *International Development Economic Studie.*, 8 (1), 42-82.

ARGENTINA PORTAL (2022). Income Tax Collection. Available at <https://www.argentina.gob.ar/economia/ingresospublicos/recaudaciontributaria>. Last accessed February 20, 2022.

PWC (2022). Relación Salarios vs inflación en Argentina 2018. Available at <https://www.pwc.com.ar/es/publicaciones/economic-gps/salarios-vs-inflacion.html>. Last accessed 20 February, 2022.

Reinhart, C. M., and Savastano, M. A. (2003). Realities of modern hyperinflations. *Finance & Development* June, 20-23.

Rodríguez, C. (1984). Inflación, salario real y tipo de cambio real. CEMA, papers. Available at <https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/41.pdf>. Last accessed February 12, 2022.

Romero Huamani, R.M. (2014). Theory of freedom of choice: application in ethical praxis. *Quipukamayoc Revista de la Facultad de Ciencias Contables UNMSM*. 22 (42), 169-177.

Salmerón R. (2016). The Problem of Small Sample Size in Linear Regression: Micronumericality. *ASEPUMA Electronic Journal of Communications and Papers*. 17, 167-177.

Sawyer, M. C. (1985). *The Economics of Michal Kalecki*, Hampshire. Macmillan.

Selten, R. (1975). A reexamination of the perfectness concept for equilibrium points in extensive games. *International Journal of Game Theory*. 4, 25-55.

Streb, J. M. (1998). The meaning of rationality in economics. UCEMA.

TELAM (2022). Evasion and Avoidance Loss. Available at <https://www.telam.com.ar/notas/202104/551753-lo-que-se-deja-de-pagar-en-impuestos-en-argentina.html> . Last accessed February 12, 2022.

World Economics (2022). Shadow Economy Argentina. Available at <http://dev.worldeconomics.com/Informal-Economy/Argentina.aspx>. Last accessed February 12, 2022.

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España renueva su Junta Ejecutiva, con José Antonio Galdón reelegido como presidente

José Antonio Galdón Ruiz ha sido reelegido en las Elecciones celebradas el pasado 14 de enero, al haber obtenido la confianza de los representantes de 57.863 colegiados (84,59% de los votantes). De este modo, es elegido por cuarta vez consecutiva como presidente del COGITI, cargo que ostenta desde el año 2011.

En el discurso pronunciado en la toma de posesión, Galdón destacó que afronta esta nueva etapa “con mucha ilusión y todo el estímulo para seguir trabajando en lograr los objetivos y retos que tenemos por delante”. Además, animó a todos a “pensar en la unión que siempre nos ha definido y nos hace más fuertes”, y señaló que “nos encontramos en un momento trascendental con muchos cambios en el horizonte, que debemos ser capaces de asimilar para seguir creciendo como profesión”, refiriéndose especialmente a la nueva Ley de Industria, o a otros proyectos legislativos, como el de la Función Pública del Estado o la Ley del Suelo, pero insistiendo especialmente en las iniciativas que se promueven y desarrollan desde el Consejo General, y “que apoyáis desde los Colegios”. Por todo ello,



Junta Ejecutiva del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España.

“vamos a seguir proponiendo y mejorando las actuaciones que se llevan a cabo, contando siempre con vuestro apoyo”, expresó.

Galdón tuvo también unas palabras de agradecimiento a los miembros de la Junta Ejecutiva que ahora dejan de serlo, “por todo su trabajo e implicación durante estos últimos cuatro años de intenso trabajo”. Con la renovación de los cargos, la Junta Ejecutiva del COGITI queda de la siguiente manera: José Antonio Galdón Ruiz, presidente; Ana M^a Jáuregui Ramírez, vicepresidenta; Jesús E. Gar-

cía Gutiérrez, secretario; Enrique González Herbera, vicesecretario; Alejandro Sotodosos Fernández, tesorero; Pablo San Juan Arauzo, interventor; y los vocales Angélica Gómez González (decana del Colegio de Valencia), Antonio Miguel Rodríguez Hernández (decano del Colegio de Santa Cruz de Tenerife), Miguel Darnés i Cirera (decano del Colegio de Barcelona), Antonio Martínez-Canales Murcia (decano del Colegio de Alicante) y Santiago Luis Gómez-Randulfe Álvarez (decano del Colegio de Ourense).

El presidente de COGITI e INGITE participó en el Foro de Alto Nivel de la Industria española



Reunión del Foro de Alto Nivel de la Industria, celebrada el pasado mes de diciembre.

José Antonio Galdón Ruiz, presidente de COGITI e INGITE (Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España), participó, el pasado 21 de diciembre, en el Foro de Alto Nivel para la Industria Española, donde la ministra de Industria, Comercio y Turismo, Reyes Maroto, presentó a los participantes en esta reunión, el anteproyecto de Ley de

Industria, que aspira a situar la industria española a la vanguardia del siglo XXI, con el fin de alcanzar el mayor consenso posible.

En fechas recientes, el Consejo de Ministros ha aprobado, en primera vuelta, el anteproyecto de la nueva Ley de Industria, que con la que se pretende reforzar el papel de este sector en la es-

tructura económica y social de España, y su contribución a la doble transición verde y digital, así como fortalecer la soberanía estratégica industrial y adoptar los instrumentos de política industrial para mejorar la competitividad de la industria española en la esfera internacional. Se trata de una reforma contemplada en el Plan de Recuperación, y moderniza el marco jurídico industrial al sustituir a la actual ley, que data de 1992.

La nueva Ley establece que la Administración General del Estado promoverá y desarrollará líneas de ayudas que favorezcan la modernización, el desarrollo y la competitividad industrial. Para Galdón, “es evidente que el sector requiere cierta protección y equilibrio para ser competitivo en un mundo global, donde las exigencias son tan dispares, a lo que habría que sumar una estabilidad y certidumbre en los precios energéticos y una fiscalidad especial para fomentar las inversiones necesarias”.

Presentado el VI Barómetro Industrial del COGITI-Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM)

El elevado precio de la energía, la inflación y la incertidumbre económica están frenando un mayor avance del sector industrial. Esta es una de las principales conclusiones que pueden extraerse del VI Barómetro Industrial del COGITI – Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2022, y del informe “Una perspectiva económica de la situación de la industria en España (2022)”, que se presentaron en un acto, celebrado el 21 de diciembre, en formato mixto (presencial y telemático).

El Barómetro Industrial, elaborado por el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) –con la colaboración de la Fundación Caja de Ingenieros– es un estudio sociológico en el que, a través de las respuestas ofrecidas por 3.500 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 y su evolución –tanto a nivel nacional como regional–, así como una serie de temas de actualidad relacionados con los altos precios energéticos, el sistema eléctrico español, la prolongación de la vida útil de las centrales nucleares, la política medioambiental europea, la importación de productos y materias primas, la inflación, los PERTE, los Fondos Next Generation o la reforma laboral, entre otros.

Por su parte, el informe “Una perspectiva eco-



Acto de presentación del VI Barómetro Industrial, en la sede de COGITIM.

nómica de la situación de la industria en España: actualización 2022”, que se incluye en esta edición del Barómetro –al igual que en los tres años anteriores– ha sido elaborado por el Servicio de Estudios del Consejo General de Economistas de España (CGE) utilizando la última serie de datos disponible, y en él se analiza la situación de la industria desde un punto de vista económico, a la vez que hace una comparativa de la situación en las distintas comunidades autónomas.

En la presentación participaron representantes de ambas organizaciones. Por parte del COGITI, su presidente, José Antonio Galdón (director, a su vez, de la Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial –UCAM–), y la coordinadora del Barómetro, Mónica Ramírez; y por parte del CGE, su presidente, Valentín Pich, y el director del Servicio de Estudios del CGE y coordinador del Informe, Salvador Marín. En el

acto también participó también Josefina García, rectora de la UCAM (Universidad Católica San Antonio de Murcia).

En la apertura del acto, José Antonio Galdón Ruiz, presidente COGITI, señaló que “el VI Barómetro Industrial pone de manifiesto una percepción más positiva de los profesionales del sector que en los años anteriores, lo que no deja de ser una buena noticia, pese a las claras reivindicaciones que se realizan para solucionar los problemas del tejido industrial, y el cierto descontento con las medidas de las diferentes administraciones”. Además, indicó que “el sector industrial es básico para nuestro desarrollo social y económico”, y ha pedido un consenso mayoritario en la tramitación de la nueva Ley de Industria, apelando al diálogo constructivo y con la participación de todos los agentes involucrados. Más información en www.cogiti.es.

Unión Profesional, de la que forma parte el COGITI, celebró su III Congreso Nacional de las Profesiones



Mesa moderada por José Antonio Galdón, sobre “Profesiones comprometidas e implicadas en los retos sociales”.

Unión Profesional celebró, el pasado 23 de febrero, su III Congreso Nacional de Profesiones en torno a tres ejes estratégicos: compromiso, progreso y futuro.

Este Congreso bienal se celebró en el auditorio de Mutua Madrileña, y la inauguración estuvo a cargo de Ana Pastor, vicepresidenta segunda del Congreso de los

Diputados; Antón Costas, presidente del Consejo Económico y Social, y Victoria Ortega, presidenta de Unión Profesional. En su intervención, Ana Pastor reconoció la labor esencial de Unión Profesional como “aglutinador de un amplio espectro de perspectivas profesionales”, que permiten un crecimiento sostenido y coordinado, y cómo ello redundará en el progreso de toda la sociedad.

El primer bloque del Congreso “Compromiso. Profesiones comprometidas e implicadas en los retos sociales”, estuvo coordinado por el vicepresidente de UP y presidente de COGITI, José Antonio Galdón, que presentó y moderó esta mesa, en la que participaron representantes de ACNUR, Pacto Mundial de la ONU en España y Fademur.

Francisco Marqués Aranda

Ingeniero Técnico Industrial y CEO de NOVALITY, aparcamiento seguro para bicicletas

“Novality pretende ser un actor principal en la transformación de las ciudades y la movilidad sostenible”

M. R.

El pasado mes de diciembre, NOVALITY era galardonada por la Fundación Renault en la X Edición de los Premios, con un accésit dentro de la categoría de pymes y startups a la mejor innovación dentro de la Movilidad Sostenible y Accesible. El premio fue entregado por el presidente de la Junta de Andalucía, Juan Manuel Moreno, a Francisco Marqués, CEO de la empresa, ingeniero técnico industrial colegiado en Sevilla (COGITISE), en un acto al que también asistieron la ministra de Industria, Comercio y Turismo, Reyes Maroto; el alcalde de la ciudad, Antonio Muñoz; el consejero de Industria, Jorge Paradela; el presidente de la Fundación Renault España, Jesús Presa, y el presidente de Renault España, José Vicente de los Mozos.

Este premio supone el reconocimiento a un proyecto altamente tecnológico y diferencial, desarrollado por una startup sevillana que lleva varios años trabajando en este proyecto, y que está comenzando su introducción tanto en el mercado nacional como internacional. Como explica su CEO, Francisco Marqués, a Técnica Industrial, la pretensión de Novality es la de ofrecer una solución que facilita a los ciudadanos el uso de vehículos sostenibles, y que ayuda a la reducción de emisiones de CO2.

¿Qué es NOVALITY?

NOVALITY es un sistema de aparcamientos seguros para bicicletas y patinetes que dan respuestas a las nuevas formas de movilidad. Se gestionan a través de una App y disponen de taquillas individuales con punto de recarga donde dejar la bicicleta, el casco y otras pertenencias personales con total privacidad, sin necesidad de candado, ni tener que introducirse en ningún recinto, alojándola desde el exterior, y resultando muy ergonómico para el usuario.

El aprovechamiento del espacio es máximo al disponer todos nuestros modelos de taquillas a dos alturas para maximizar el espacio, ocupando una superficie equivalente a una plaza de automóvil. Los aparcamientos están diseñados y fabricados para garantizar



Francisco Marqués

su resistencia y durabilidad, como mobiliario urbano, frente a la corrosión y ambientes salinos. Toda la estructura interior y el bastidor están galvanizados en caliente, mientras que las chapas que forman los cerramientos están galvanizadas. NOVALITY dispone de una amplia gama de modelos en constante evolución, que se adaptan a las cambiantes exigencias demandadas por los usuarios.

Háblenos de los orígenes de Novality, ¿cuándo y cómo se creó la empresa?

NOVALITY nace en 2019, tras comprobar la creciente necesidad de aparcamientos seguros para vehículos de movilidad personal en los núcleos urbanos; a raíz de ahí desarrollamos esta solución innovadora para fomentar la movilidad sostenible en bicicleta, resolviendo así los problemas con los que se enfrentan los usuarios, como son los robos y vandalismo. Pensamos en adoptar la misma solución que los contenedores soterrados de residuos, siendo esta aplicación más interesante por lo siguiente: no hay entrada de agua ni lixiviados de basura; su accionamiento se realiza eléctricamente, con un motor de bajo consumo de 3 kW, sin elementos hidráulicos, consiguiendo con ello un movimiento totalmente uniforme y perfectamente guiado que no es posible conseguir con cilindros hidráu-

licos, y el impacto visual es nulo.

Este **modelo subterráneo** es único en el mundo, y ofrece mayor seguridad tanto al propio aparcamiento como a la bicicleta, ya que se encuentra bajo tierra. Además de la versión subterránea hemos desarrollado otras versiones:

Versión híbrida, en la que, a diferencia de la versión subterránea, ésta queda replegada sobre su paramento a una altura de 1 metro sobre la calzada. Se eleva 60 cm en tan solo 4 segundos, en el momento de activar la reserva, quedando a la misma altura que la versión superficie. Posteriormente de forma automática regresa hasta su posición de reposo.

Versión en superficie, que destaca por su fácil instalación, ya que no requiere obra civil, y además se puede reubicar de manera sencilla y rápida. En la versión “superficie” también destaca el modelo SURFACE M20, que en el mismo espacio comprende 10 taquillas para bicicletas en la parte delantera y 10 para patinetes en la parte posterior, es decir 20 plazas, lo que supone un auténtico récord de aprovechamiento del espacio. En función de cada modelo, los aparcamientos se pueden customizar, añadiéndoles placas solares, puntos de recarga en cada locker, acabado excellence y jardín vertical natural.

¿Cuáles son sus principales ventajas?

Detectamos varios puntos fuertes y claramente diferenciadores sobre las propuestas existentes. La seguridad que ofrecemos al disponer de taquillas individuales donde dejar tu vehículo, el casco y otras pertenencias con total privacidad. La comodidad, al poder dejar tu bicicleta en el interior sin tener que acceder a ningún recinto ni llevar candado, con un solo click el usuario abre la taquilla e introduce fácilmente la bicicleta. El aprovechamiento del espacio, al estar las taquillas entrelazadas a dos alturas, ocupando una superficie equivalente a una plaza de automóvil. La versatilidad, pudiendo elegir entre una amplia gama de modelos y acabados para configurar una red de aparcamientos a tu medida. La robustez,



Taquilla del aparcamiento seguro para bicicletas de Novality.

diseñado para una muy larga duración, como prueban los materiales empleados, y su carácter modular que permite sustituciones de partes dañadas ante actos vandálicos sin que se vea afectada toda la estructura. Y la sostenibilidad, ya que empleamos materiales reciclables y energías renovables al poder incorporar placas fotovoltaicas.

¿Piensa que sus conocimientos y capacidades como Ingeniero Técnico Industrial le han ayudado a desarrollar este proyecto?

Desde muy temprana edad he estado ligado al mundo del mecanizado y la transformación de chapa, conociendo como operario dichos procesos, y posteriormente he ejercido cargos de responsable de Fabricación, en sectores como la aeronáutica y la automoción una vez titulado. Esta experiencia acumulada y la amplia formación recibida en la EUP de Sevilla en la especialidad de Mecánica, rama Construcción de Maquinaria, sin ninguna duda han tenido mucho que ver en el desarrollo de este proyecto y que haya llegado a buen puerto. Valores como el esfuerzo, el rigor y la tenacidad cultivados durante mis años de estudio en tan exigente carrera, me han servido para poder afrontar este proyecto y superar tantos momentos de dificultad por el que hemos atravesado. Ahora, y con perspectiva, entiendo mejor que nunca lo útil que resultaron esas duras pruebas a las que éramos sometidos para obtener nuestra titulación, y lo que han supuesto para todos en el empeño

de nuestra vida profesional. Quiero agradecer al Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales su apoyo en la transcendencia para dar a conocer propuestas desarrolladas por los colegiados. Hacer una mención especial al Colegio de Sevilla, con el que he firmado un convenio de colaboración, agradeciendo a la decana y su equipo de gobierno el apoyo que estoy recibiendo por su parte.

En fechas recientes, Novality ha sido galardonada por la Fundación Renault en la X Edición de los Premios, con un accésit dentro de la categoría de pymes y startups a la mejor innovación dentro de la Movilidad Sostenible y Accesible, ¿qué supone recibir un reconocimiento como éste a los proyectos que llevan a cabo?

Fue todo un honor recibir este reconocimiento por parte de la Fundación Renault España, tan relevante en el campo de la movilidad, a este proyecto altamente tecnológico que llevamos varios años desarrollando. Sin duda todo un estímulo para nuestro equipo en el empeño de seguir avanzando en nuestro objetivo, y una inestimable ayuda en cuanto a la visibilidad y prestigio de nuestra marca. Como allí tuve la oportunidad de referir ante destacados responsables políticos, la pretensión de NOVALITY es convertirse en un actor principal en el fomento de la movilidad sostenible y en la transformación de las ciudades, con una solución que facilita a los ciudadanos el uso de vehículos sostenibles y que ayuda a la reducción de emisiones de CO₂.

¿Qué perspectivas de futuro tienen?

Las perspectivas son muy esperanzadoras, ya que se trata de un sector en auge, que está en sus comienzos, y en el que entramos con una propuesta muy diferencial respecto a la competencia. Además, hay una ingente cantidad de Fondos Europeos puestos a disposición de las Administraciones destinados a facilitar, vía subvenciones, la adquisición de soluciones como éstas. Acabamos de realizar una significativa implantación de estos aparcamientos en Fuenlabrada, y hay muchos municipios interesados en esta propuesta, que esperamos que culminen en ventas en los próximos meses.

Además de nuestra expansión por toda la geografía española, estamos comenzando el proceso de internacionalización, de la mano de Extenda y de ICEX. Tras haber realizado un exhaustivo estudio, hemos identificado varios países, nuestras primeras prospecciones las estamos efectuando en Francia.

En cuanto al producto, estamos continuamente desarrollando nuevos modelos e incorporando nuevas funcionalidades para incorporar a nuestros aparcamientos, con el objeto de aportar más valor a nuestra propuesta, muy centrado todo en satisfacer las necesidades tanto de nuestro cliente como del usuario final. Aunque estamos centrados principalmente en soluciones de movilidad personal, acabamos de desarrollar una solución muy práctica para ordenar los patinetes de alquiler.

Fernando de Aragón

Director general del Catastro

“El Catastro es un registro administrativo completo y actualizado de casi 80 millones de inmuebles”

M. R.

El presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), José Antonio Galdón Ruiz, y el director general del Catastro, Fernando de Aragón, firmaban el pasado mes de noviembre un convenio marco de colaboración, en régimen de encomienda de gestión, entre la Dirección General del Catastro y los Colegios de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales, representados por el Consejo General, para el intercambio de información relativa a los bienes inmuebles.

En base a dicho acuerdo, los Colegios que formalicen, de forma individualizada, el correspondiente convenio con la Dirección General del Catastro, tomando como partida el firmado con el COGITI, asumirán el compromiso de establecimiento de un Punto de Información Catastral (PIC) en su propia sede o en cualquier otra de su demarcación territorial, que será gestionado en régimen de encomienda por el Colegio, entre otras estipulaciones recogidas en este convenio.

En este contexto, Técnica Industrial entrevista a Fernando Aragón, con el fin conocer más en profundidad este organismo, que ha experimentado una considerable transformación en los últimos años.

El Catastro es una gran infraestructura territorial, completa, accesible y utilizada para múltiples fines, ¿cuáles destacaría de entre todos ellos?

Es difícil escoger sólo una finalidad. Como Organismo del Ministerio de Hacienda, tengo que mencionar los fines tributarios (que conlleva la identificación, localización de los inmuebles, y valoración). Respecto al tráfico Inmobiliario, tengo que señalar el papel del Catastro en proveer productos y servicios que aumentan la seguridad del tráfico jurídico, que se incorporan a los instrumentos o escrituras públicas y favorecen la inscripción de la representación cartográfica de las parcelas en el Registro de la Propiedad, y por tanto, la coordinación. Pero, también tengo que mencionar la importancia del Catastro como base de datos del territorio a disposición de ciudadanos, em-



Fernando de Aragón

presas, Administraciones públicas, juzgados y tribunales y registro de la propiedad, y, en general, todo aquel que necesita información. En este sentido, quiero recordar que la cartografía catastral y la identificación de las parcelas forma parte del SIGPAC, que la información catastral es una parte esencial de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) y ofrece los servicios regulados por la Directiva INSPIRE. Quizás, el caso más paradigmático del suministro de información y de la importancia de la información catastral del territorio, es el de la erupción de la isla de La Palma, durante la cual, desde el primer día, el catastro ha estado suministrando todo tipo de datos de las parcelas e inmuebles afectados a ciudadanos, administraciones, protección civil, notarios y registradores, instituciones, etc.

Por tanto y por resumir, quiero destacar los fines fiscales del catastro, su enorme contribución a la seguridad del tráfico jurídico, y su importancia como base de datos del territorio a disposición de todos.

Con su larga experiencia vinculada al Catastro, ¿cómo ha sido la evolución de la institución catastral en todo ese periodo?

El Catastro se ha transformado enormemente para convertirse en un registro administrativo

completo y actualizado de casi 80 millones de inmuebles, una gran infraestructura territorial, completa, accesible, y con unos fines que trascienden del ámbito fiscal, ya no sólo vinculados a los tributos locales.

Además, se encuentra en constante evolución, ya no es una Administración en papel, sino otra totalmente digitalizada y transparente. Esto permite disponer de un Catastro completo y continuo, con descripciones físicas, económicas y jurídicas. La digitalización permite, también, que la información catastral sea plenamente accesible y gratuita a otras administraciones, instituciones públicas, a particulares o empresas.

El Catastro, gracias a su misión fundamental fiscal y a la necesidad de determinar valores para todos los inmuebles, ha evolucionado en la mejora de la calidad de los datos, como garantía de la homogeneidad y precisión de la valoración. La valoración catastral tradicional que grava la tenencia de los inmuebles, especialmente en el Impuesto sobre Bienes Inmuebles, de carácter local y con fórmulas de revisión periódica, ha sido ampliada con la determinación de los valores de referencia que gravan la transmisión o adquisición de la propiedad, más dinámicos y con un constante ajuste al mercado inmobiliario.

¿Cómo se ha llevado a cabo la digitalización del Catastro? ¿Qué ventajas ofrece?

El Catastro tiene una larga experiencia en la gestión y suministro de información en formato digital. Ya en el año 2003 ofrecía información digital a los ciudadanos, a través de la Oficina Virtual del Catastro (OVC), incluso la cartografía rústica y urbana desde 2004, pionera en su momento y antecesora de la Sede Electrónica del Catastro (SEC). Pero antes, incluso, ya intercambiábamos información con los ayuntamientos, diputaciones y otras entidades locales. También con otros colaboradores, como notarios y registradores. Al principio, se intercambiaban ficheros en soportes físicos, más tarde, a través de la OVC. Al mismo tiempo, se fueron creando servicios basados en XML para intercambio de datos, servicios carto-

gráficos como WMS y WFS, y servicios tipo SOAP. Más adelante, a estos colaboradores se les ofreció la posibilidad de acceder directamente a las aplicaciones catastrales, utilizando software y licencias de virtualización de servidores y acceso remoto (que fue providencial durante la pandemia). Como he dicho antes, y de acuerdo con la normativa, la Oficina Virtual del Catastro se convirtió en Sede Electrónica, cuyos requisitos, o al menos la mayoría, cumplía con anterioridad. En esta constante evolución, hay que destacar que en 2011 se crearon servicios de descarga masiva de información cartográfica y alfanumérica, aprobados por resolución, que incluía una licencia que permitía la reutilización gratuita de la información, incluso con fines comerciales. Y esto era algo único, novedoso, en aquel momento en que, en otras instituciones, este tipo de servicios o no existían, o eran de pago. Más adelante, en 2012-2013, implementamos la Directiva INSPIRE y sus servicios obligatorios respecto a los conjuntos de datos de parcela catastral, direcciones y edificios; al mismo tiempo que los productos y servicios catastrales se integraban en la Infraestructura de Datos Espaciales. En este punto, quiero destacar otra actuación completamente innovadora, pionera en su momento, como son los Puntos de Información Catastral (PIC), que permiten a los ayuntamientos y otras organizaciones públicas e instituciones, la prestación de servicios catastrales a los ciudadanos mediante consultas autorizadas a la Oficina Virtual o Sede Electrónica del Catastro.

Todo esto ha sido posible porque la Dirección General del Catastro, desde hace muchos años, apostó por la digitalización de su documentación, como única forma posible de gestionarla, y por la tecnología. Y precisamente la tecnología y su constante evolución, ha permitido ir dando los pasos correctos, no solo en la provisión de productos y servicios digitales, sino en la adecuada gestión colaborativa de la información catastral. En este sentido, podemos ver algunos ejemplos concretos y algunos hitos: si a finales de los años 80 del siglo pasado, el Catastro obtuvo las primeras ortofotografías del territorio en papel, la evolución de las cámaras fotogramétricas, de los procedimientos de ortorrectificación, y de la informática en general, hizo que las últimas ortofotos que obtuvimos antes de la creación del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), ya fueran digitales, incluso desde la toma aérea. Del mismo modo, evolucionamos de gestionar planos en papel, a disponer de nuestro propio Sistema de Información Geográfica catastral (SIGCA) en 2001. En paralelo, y mediante contratos específicos, pero también mediante acuerdos y convenios con

ayuntamientos y otros colaboradores, en especial mediante convenio de colaboración con el Colegio de Registradores de la Propiedad y Mercantiles de España; obtuvimos cartografía digital rústica y urbana de todos los municipios que completamos entre 2002 y 2004. Eso fue lo que hizo posible ofrecer esta misma información en la Oficina Virtual del Catastro.

Un paso más en esta evolución fue la creación del documento electrónico catastral y la aplicación que lo gestiona DOCE, que permitió la gestión electrónica de los documentos aportados por los ciudadanos, escaneados en el servicio de atención al ciudadano de cada una de nuestras gerencias, y a continuación catalogado, archivado, incorporado al sistema. Hablamos de millones de escrituras públicas, por ejemplo, pero también de formularios, de planos. Esto a su vez permitió digitalizar el archivo, mediante un plan de escaneo y expurgo, pero también mediante el intercambio de documentos electrónicos con colaboradores.

Uno de los objetivos de la Dirección General del Catastro es extender el sistema de convenios al mayor número de administraciones locales o de colectivos profesionales. Precisamente, en fechas recientes, el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) ha firmado un convenio marco con esa Dirección en materia de gestión catastral e intercambio de información, ¿en qué aspectos son necesarios estos convenios con los colegios profesionales, en particular? ¿Cómo se lleva a cabo esta colaboración?

Los convenios son necesarios y favorecen la actividad de todas las partes que los firman. Así, la Dirección General del Catastro precisa, para cumplir su misión, establecida en la normativa vigente, de la información gráfica y alfanumérica referida a inmuebles rústicos, urbanos y de características especiales ubicados en todo el territorio nacional, de la que disponen los miembros de estos colegios profesionales y que obtienen al realizar sus trabajos profesionales. Por su parte, esta colaboración permite a los colegiados disponer de cartografía catastral digital permanentemente actualizada y georreferenciada para su uso en los trabajos que les encargan sus clientes. Además, el Catastro ofrece formación a los colegiados para que estos puedan asesorar a sus clientes y ayudarles a cumplir con sus obligaciones de manera adecuada.

La colaboración se formaliza mediante la firma del correspondiente convenio que

recoge los compromisos de la Dirección General del Catastro y del correspondiente Consejo o Colegio. El convenio recoge los distintos aspectos en los que se concreta la colaboración, como son la puesta a disposición, por parte del Catastro, de los medios necesarios para la obtención electrónica, por parte de los colegiados, de la información catastral necesaria para el ejercicio de su profesión, la formación a los colegiados en la confección y presentación de declaraciones ante el Catastro, o en la elaboración de informes de validación gráfica sobre cartografía catastral, lo que facilita el cumplimiento de las obligaciones tributarias de sus clientes, y el compromiso por parte del Colegio para el establecimiento de un Punto de Información Catastral (PIC) en sus oficinas, en el que se pueden prestar una serie de servicios relacionados con el acceso a la información y realización de trámites ante el Catastro por parte de cualquier ciudadano.

Además de los colegios profesionales, ¿con qué otras entidades o instituciones mantienen fórmulas colaborativas?

También se suscriben convenios con entidades locales, principalmente ayuntamientos y diputaciones provinciales, mediante los que estas entidades colaboran en la gestión catastral; con algunas asociaciones y federaciones de municipios, con el FEGA, para mantener la adecuada coherencia entre los datos de esta Entidad y de la Dirección General del Catastro de cara a la gestión de las ayudas de la Política Agrícola Común; con las comunidades autónomas, para el intercambio de información sobre el mercado inmobiliario y la coordinación de actuaciones relativas al valor de referencia y con algunas asociaciones y federaciones de profesionales del ámbito tributario y fiscal. Por último, también se están firmando convenios con algunas universidades para que sus alumnos puedan realizar prácticas en nuestras oficinas. Todo ello sin contar la intensa colaboración con el Registro de la Propiedad y el colectivo de notarios, con los que venimos trabajando conjuntamente, de manera intensa, en los últimos años habiendo firmado, incluso, sendas resoluciones conjuntas que recogen los resultados de esta colaboración. La colaboración forma parte de la esencia del Catastro, y hoy no es concebible el desarrollo de la actividad catastral en España sin la existencia de estos convenios, de manera que, a día de hoy, la Dirección General del Catastro tiene suscritos más de novecientos cincuenta convenios con otras instituciones.



Mapa catastral. Foto: Shutterstock.

En cuanto a la actual red establecida, ¿cuántos Puntos de Información Catastral hay en todo el territorio nacional? ¿Cómo se articula esta red?

El Catastro cuenta con una extensa y consolidada red de Puntos de Información Catastral en todo el territorio nacional. Actualmente existen más de 3.900 Puntos de Información Catastral, autorizados por la Dirección General del Catastro y establecidos en Administraciones, entidades y corporaciones públicas que cuentan con los medios materiales y personales necesarios para la prestación de distintos servicios a los ciudadanos. Esta es probablemente una de las mayores redes colaborativas establecidas a nivel nacional en el ámbito público y garantiza que cualquier ciudadano en el territorio común tenga acceso a servicios catastrales presenciales sin necesidad de desplazarse más de veinticinco kilómetros desde su domicilio. La red se articula a partir de convenios de colaboración con estas entidades y corporaciones, en los que se plasman las condiciones del servicio a prestar por parte del

Punto de Información Catastral. La entidad aporta los medios materiales y humanos para la prestación del servicio, y el Catastro proporciona la formación necesaria y habilita perfiles específicos en la Sede Electrónica del Catastro, que permiten al personal de estas entidades prestar servicios catastrales a través de la Sede. Los grandes beneficiarios de esta red son, sin duda, los ciudadanos, que ven multiplicados los puntos en los que pueden ser atendidos para la obtención de información y la realización de actuaciones ante el Catastro.

¿Qué pasos se están dando en la implementación de medios tecnológicos en el entramado colaborativo que se desarrolla desde la Dirección General del Catastro?

Nos hallamos, como tantos otros, en pleno proceso de transformación digital. En nuestro caso, como organización ya plenamente digital que somos en la actualidad, lo denominamos despliegue digital. Y nos referimos a profundizar en el despliegue de dichas herramientas. Así queda recogido dentro del vigente Plan Estratégico del Catastro.

¿Cómo se pretende mejorar y ampliar el modelo de datos geoespaciales de los inmuebles?

El Catastro Inmobiliario, de acuerdo con la definición del artículo 1 del Texto Refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario, es un registro de bienes inmuebles. Actualmente la cartografía catastral da información en varios formatos de algunas capas de información, como manzanas urbanas, polígonos de rústica, parcelas y subparcelas, sean de construcción o de cultivo. En argot catastral, la cartografía catastral es un parcelario, una cartografía de parcelas. No tenemos cartografía de inmuebles, aunque naturalmente tenemos información detallada sobre estos bienes y la ofrecemos para su consulta y descarga. Me estoy refiriendo a los FXCC o croquis catastrales que definen o recogen la distribución de locales por plantas y usos (vivienda, almacenamiento, garaje, comercial...) dentro de los edificios. Pero no es una información fácil de ver o manejar, y menos para el ciudadano normal y corriente, ni por formato, ni por contenido. Requiere ciertos conocimientos técnicos, software específico (tipo CAD o GIS, o visores de KLM, por ejemplo). Al mismo tiempo, y de acuerdo con la Directiva INSPIRE, ofrecemos información de parcela catastral,

direcciones y edificios, a partir de la propia información catastral, transformándola y combinándola, en una representación 3D de los edificios que incluya información de los inmuebles que los componen. Se trata de un visor 3D integrado en la Sede Electrónica del Catastro, que permite ver el edificio 3D y consultar la localización del inmueble, su ubicación dentro del edificio, sus dimensiones, inmuebles colindantes, orientación, etc. Es decir, podemos ver la vivienda, pero también el trastero o la plaza de garaje en su ubicación geoespacial. Y todo ello en un visor que no tiene requerimientos especiales. No hace falta descargar software, ni tener una configuración específica. Basta el acceso a Internet y un navegador web. El servicio está diseñado y probado y en fechas próximas lo pondremos a disposición de nuestros usuarios.

Además, hemos añadido algunos datos, y hemos combinado nuestra información con la que ofrece el Instituto Geográfico Nacional (Modelo Digital del Terreno, MDT), lo que nos permite utilizar el relieve del terreno combinado con la representación 3D del edificio, para ver horas de insolación y sombras verdaderas. Se trata de que el titular catastral pueda visualizar sus inmuebles y comprobar sus características.

En líneas generales, estamos trabajando en el desarrollo del soporte tecnológico para el valor de referencia, una mayor accesibilidad para el ciudadano, mayor integración y simplificación de las aplicaciones y procesos internos, y en el marco colaborativo externo en un intercambio más eficiente de la información con colaboradores. En esa última línea de trabajo, estamos desarrollando plenamente lo que denominamos mantenimiento catastral proactivo.

Y en lo que respecta a la información catastral histórica, ¿qué actuaciones se están realizando?

La Dirección General del Catastro tiene gran cantidad de planos de carácter histórico, tanto rústicos como urbanos, a partir de la Ley de Catastro de 1906, que estableció las bases del catastro actual, y hasta la obtención de cartografía digital. Se trata de series cartográficas, por municipio, hechas en diferentes momentos, con la tecnología disponible en cada momento, con distintos grados de precisión, escalas, formatos. Así tenemos avances catastrales, que son croquis parcelarios; fotografía aérea retinada, fundamentalmente el llamado vuelo americano; planos topográficos parcelarios; planos de concentración parcelaria; ortofotografías retinadas, en rústica. Estas series

no tienen equivalencia o correspondencia. Cada serie representa un nuevo catastro. No todos los municipios tienen todos los tipos de documentos.

En cuanto a la cartografía catastral urbana, disponemos de planos de implantación y sucesivas revisiones en urbana, que en algunos casos se obtuvieron por topografía clásica, en otros por restitución fotogramétrica o incluso por delineación o digitalización sobre planos topográficos de otras administraciones (ayuntamientos) en diferentes épocas o momentos, aunque son mucho más homogéneos en cuanto a escalas, precisiones y ámbito. Consideramos que esta información es muy valiosa, de interés general, y que debería estar a disposición de todos los interesados y la sociedad en general. Por ello, hemos empezado a escanear esta documentación conforme una serie de reglas de denominación, clasificación y catalogación, formato, y hemos creado un nuevo servicio de la Sede Electrónica del Catastro, de descarga de cartografía histórica. Esta información, cuando la normativa de protección de datos y el tiempo transcurrido lo permiten, va acompañada de la información de titularidad de las parcelas. Hemos empezado por la cartografía catastral rústica, de modo que la información se va poniendo a disposición según se va obteniendo. La tarea no es sencilla, en muchas ocasiones la documentación está depositada en el Archivo Histórico Provincial que corresponda, y es necesario llegar a un acuerdo con el mismo para la realización de los trabajos.

Por eso algunas provincias están completas, otras tienen una parte y alguna que todavía no ha empezado. Por otra parte, algunas gerencias catastrales están ofreciendo ya diferentes planos de la cartografía urbana. El objetivo que perseguimos es poder ofrecer toda la cartografía rústica y urbana existente en los próximos años. Más adelante, se podrá pensar en mejorar la información, añadir nuevos servicios, o suministrar otra información, como pueden ser vuelos.

Por último, ¿cuáles son los próximos retos y objetivos que se marcan desde la Dirección General del Catastro?

Para continuar mejorando la eficiencia del sistema fiscal, llevar a cabo un mejor y más justo reflejo de la realidad inmobiliaria, así como de su valoración, la consecución de una mejora en la seguridad jurídica, contribuir al desarrollo del país, apoyar a la financiación no sólo local, sino también autonómica y estatal, a la sostenibilidad del territorio rural, así como una mejor atención al ciudadano, debemos disponer de un Catastro completo.

Destacar también que son muchos los proyectos estratégicos que tenemos y que su consecución sólo será posible junto con los múltiples aliados y colaboradores, fortaleciendo los actuales y buscando otros nuevos. Pero el mayor reto que tenemos por delante, nuestra visión, es que el Catastro se encuentre correctamente valorado y que sea de actualización inmediata.



Sede central de la Dirección General del Catastro, en Madrid.

Dubra Rodríguez López

Ingeniera técnica industrial y experta en diseño de procesos de seguridad y salud en Siemens Gamesa

“Seguiremos evolucionando de forma progresiva, haciendo las construcciones más seguras para las personas y el medioambiente”

Mónica Ramírez

Dubra Rodríguez López es Ingeniera Técnica Industrial por la Universidade da Coruña (especialidad en Electricidad). Aunque reconoce que la información que se ofrece en bachillerato a los estudiantes sobre las diferentes ramas de la Ingeniería es escasa, desde pequeña tuvo una clara orientación hacia las ciencias, especialmente por su “aplicación práctica”, lo que le ha llevado a desarrollar una exitosa carrera profesional como ingeniera.

En la actualidad, trabaja para Siemens Gamesa, empresa líder en energías renovables, como Health and safety processes design expert (experta en diseño de procesos de seguridad y salud). Su trabajo se basa en revisar la seguridad en el montaje de los aerogeneradores, y es precisamente el hecho de poder contribuir en el diseño de estos “gigantes del viento”, como ella misma denomina a los molinos eólicos, para que sean más seguros en lo que respecta a su montaje y mantenimiento, uno de los aspectos que más le gusta de su trabajo.

Dubra Rodríguez forma parte del elenco de ingenieras que han sido elegidas para participar en la iniciativa “Mujeres ingenieras de éxito y su impacto en el desarrollo industrial”, el programa que hace varios años puso 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”, que recorre los distintos Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España.

¿Por qué decidió estudiar una Ingeniería? ¿Y más concretamente de la rama industrial?

Desde pequeña siempre he disfrutado montando cosas y buscando la explicación sobre su funcionamiento. En ese sentido, puedo hablar de cierta



Dubra Rodríguez

vocación; sin embargo, creo que, en general, en bachillerato se da muy poca información sobre los diferentes tipos de ingeniería, y sobre la labor real que desempeña un ingeniero dependiendo del campo, pero sí que tenía una clara orientación hacia las ciencias y, sobre todo, hacia su aplicación práctica.

La Ingeniería Industrial es una de las ramas de la Ingeniería que, además de centrarse en una rama en particular, como puede ser la intensificación de centrales y redes en mi caso, también tiene por objeto el estudio de los crecimientos de las empresas, la reducción de los tiempos y el poder abarcar un campo más amplio y no tan específico.

¿Cómo fueron sus comienzos en el ámbito profesional hasta llegar a su trabajo actual en Siemens Gamesa?

Empecé en una instaladora eléctrica de A Coruña (Instelec), donde aprendí mucho, y de ahí me mudé a Madrid, donde trabajé en dos instaladoras de fibra, para

Telefónica, y otra instaladora eléctrica.

¿Cuáles son las principales funciones que desarrolla? ¿Cómo es su día a día?

Actualmente trabajo en el área de la construcción, que se ocupa de la seguridad en el montaje de los aerogeneradores. Desde mi departamento, nos ocupamos de la revisión del diseño, desde el punto de vista del montaje de la máquina, y de la definición de las tareas que se han de llevar a cabo en el aerogenerador para realizar la evaluación de riesgos.

La innovación hoy en día es fundamental y necesita de una metodología para su implantación, ¿cómo se está llevando a cabo esta transformación en el sector de los parques eólicos?

Pues actualmente los esfuerzos de SGRE (Siemens Gamesa Renewable Energy) se están centrando en Acciones para ser climate positive en 2040, con una combinación de acciones, que van desde el uso de microalgas que absorben CO₂ de la atmósfera o un prototipo de turbina que suministra hidrógeno verde, hasta el compromiso de eliminar progresivamente el gas de efecto invernadero SF₆ y otros gases fluorados para 2030, acciones para hacer sostenible la cadena de suministro o suministrar turbinas totalmente reciclables, como cuando se desarrolló la tecnología Recyclable Blade para Off, pero ahora centrándonos en las nuevas turbinas de ON.

¿Cómo cree que será su evolución en los próximos años? ¿Y especialmente en lo que respecta a la seguridad de estas construcciones?

Creo que en los años venideros seguiremos evolucionando de forma progresiva a las necesidades de la sociedad, haciendo las construcciones más seguras para las personas y el medioambiente, tal y como

estamos empezando a implantar.

¿Qué es lo que más le gusta de su trabajo?

El hecho de poder contribuir dentro del diseño de estos gigantes del viento para que sean más seguros en montaje y mantenibilidad.

¿Y las principales dificultades con las que se encuentra?

Creo que no me he encontrado grandes dificultades a lo largo de los años de mi carrera profesional, más allá del trabajo con personas de otros equipos, países y culturas, pero siempre se han solventado de forma satisfactoria para todos.

En cuanto al papel que desempeñan las mujeres en el ámbito de la Ingeniería, ¿piensa que todavía queda un largo camino por recorrer?

Sinceramente creo que sí, que tenemos todavía un largo camino por delante, y aunque empiezo a ver pequeños cambios, también veo que las niñas siguen muy encasilladas en los antiguos roles.

“El avance de la Industria 4.0 ha forzado a la actualización de los aparatos que se instalan en máquinas”

Por su experiencia, ¿qué actuaciones piensa que se podrían llevar a cabo para despertar vocaciones entre los alumnos y alumnas de Secundaria, para que estudien una carrera técnica?

Creo que la promoción de estas carreras en edades tempranas es esencial. Ese es el momento de que las niñas y los niños descubran que disciplinas como las matemáticas o la física pueden ser divertidas y, aún más importante, pueden ser útiles para la sociedad. En SGRE, tienen programas de promoción de las carreras STEM entre los más pequeños, y se les explica que si se decantan por el sector de la energía eólica, pueden contribuir a la lucha contra el cambio climático. También es importante animarlos a reflexionar sobre cómo se hacen las cosas y quién las hace, ya sea un puente o la hélice de un eólico. Casi

siempre hay un profesional de la ingeniería detrás.

Por último, ¿cuáles son sus próximos proyectos?

El avance de la Industria 4.0 ha forzado a la actualización de los aparatos que se instalan en máquinas (sensores, PLCs, HDMIs, SCADAS), y les ha proporcionado una conectividad que antes no tenían o estaba limitada.

Con este convencimiento, mis proyectos futuros son seguir formándome y, sobre todo, en el área de la ciberseguridad industrial, ya que el acceso en remoto a las mediciones de sensores nos permite obtener datos de la máquina en tiempo real; por ejemplo, nos ayuda a estudiar tiempos de generación de energía o a ver si la máquina ha generado una alarma y podemos saber por qué, sin necesidad de ir allí. Pero si no se protegen bien esos equipos y cualquiera pudiera acceder a la red del parque, esto podría afectar a la integridad de la máquina o de las personas. Del mismo modo, el acceso a los sensores podría permitir que se manipulen las mediciones, y generar una toma de decisiones equivocadas a nivel compañía.

EL INGENIOSO INGENIERO/Pablo Saorín



Tribuna

El viento, principal problema al que se enfrentan las plantas fotovoltaicas

Ayim Manuel de la Fuente y Miguel Cordero

En 1938, durante un experimento relacionado con las leyes de Faraday, Alexandre-Edmond Becquerel descubrió que se producía una corriente eléctrica en uno de los electrodos de su pila electrolítica de platino cuando incidía en él la luz del sol; fue el inicio de la tecnología.

Después de años de investigación y desarrollo de la tecnología, las primeras instalaciones a gran escala, o utility scale, se realizaron a principios del siglo XXI. Hoy en día, es difícil viajar por cualquier autovía española sin encontrarnos a ambos lados de la carretera algún gran campo de seguidores o trackers fotovoltaicos. Los trackers son estructuras de acero que soportan los módulos fotovoltaicos, y mediante un mecanismo giran este-oeste siguiendo la trayectoria del sol para maximizar la producción energética.

La energía fotovoltaica permite generar electricidad a bajo coste y con escaso impacto medioambiental, por lo que se ha comenzado a implantar con una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) del 43% los últimos años*, una cifra sin precedentes en otras industrias energéticas. (*Renewable capacity statistics, International Renewable Energy Agency (IRENA)).

En la actualidad, ya es la fuente de energía que más potencia instala en el mundo cada año. Sin embargo, este espectacular y rápido crecimiento, en muchos aspectos positivo, también es responsable de un hecho no deseable: la falta de madurez tecnológica propia de un crecimiento descontrolado en un corto plazo de tiempo.

Con el objetivo de aumentar su competitividad y reducir el precio de la electricidad, el mercado fotovoltaico se ha vuelto cada vez más agresivo. Por un lado, los fabricantes de módulos sacan cada año modelos de mayor potencia y tamaño y, por otro, los fabricantes de estructuras innovan tecnológicamente con trackers más largos y ligeros que permitan minimizar el empleo de material. Estas medidas reducen el coste, pero implican que los propietarios de las plantas fotovoltaicas asuman más riesgos a la hora de tener que enfrentarse a su peor enemigo: el viento, la causa principal de accidentes en los grandes campos*. (*Thorsten Kray, Head of the Building Aerodynamics Department at Institut für Industrieaerodynamik GmbH, Aachen.).

El viento, que ha sido históricamente ene-



Efectos del colapso estructural de los seguidores. Foto: pv-magazine-usa.com.

migo de otras estructuras en el planeta, como puentes o rascacielos, también es enemigo de los trackers. Cuando hablamos de daños por viento, no solo nos referimos a los tornados y huracanes, fenómenos puntuales que suponen un porcentaje bajo en el cómputo global de la destrucción de plantas, sino a los problemas asociados al efecto de presión sobre las estructuras y su frecuencia de aplicación.

De la misma manera que las ondas sonoras provenientes de la garganta de una soprano pueden rebotar de manera perfecta dentro de una copa, aumentando su energía exponencialmente hasta romperla, el viento puede "excitar" la estructura de los trackers, amplificando su efecto hasta hacerlos girar bruscamente de manera involuntaria, lo que provoca el colapso estructural. Este fenómeno -resonancia- no es nuevo, y existen ejemplos en otros sectores y aplicaciones, como el famoso puente de Tacoma (1940).

La energía fotovoltaica es un eje estratégico para la transición energética y la descarbonización, y la generación en grandes plantas debe ser completamente segura. ¿Con qué herramientas cuenta la tecnología para defenderse del viento?

El hecho de que una estructura sea más o menos propensa a verse afectada por los efectos del viento depende directamente de dos factores, su geometría, su comportamiento estructural (mecánica), y su posición frente al flujo (aerodinámica). Entender y controlar estos efectos son la principal preocupación de las empresas en la actualidad.

La rigidez y el amortiguamiento condicionan el comportamiento y la frecuencia natural de la estructura. Cuanto más lejos se encuentre la frecuencia natural del tracker de la frecuencia

con la que sopla el viento, menos posibilidades existirán de que entre en resonancia y acabe colapsando. En este sentido, el sector trata de rigidizar sus estructuras con nuevos sistemas mecánicos, como los bloqueos en varios puntos que limitan la deformación, o el uso de amortiguadores en los pilares principales para "absorber" la energía del viento. Estas soluciones resuelven en gran medida el problema, pero debido a su coste de implantación y mantenimiento, chocan con su objetivo de reducir el coste de la electricidad.

Respecto al efecto relacionado con la posición de los seguidores, efecto aerodinámico, cuando el viento supera una velocidad crítica que pueda comprometer la seguridad, todos ellos se desplazan de manera conjunta y simultánea a una posición de seguridad -posición de Stow- para reducir el impacto. En este sentido, las empresas trabajan en optimizar y mejorar las estrategias de repliegue actuales, buscando la posición de los seguidores que permita producir la máxima energía minimizando el riesgo de fallo o colapso de la estructura.

En un contexto de descarbonización de las economías, acelerado por los últimos conflictos internacionales que ponen de manifiesto las necesidades energéticas actuales, el futuro pasa por utilizar fuentes renovables y seguras de generación eléctrica. Por ello, es necesario trabajar en nuevas soluciones para mejorar e impulsar la energía solar fotovoltaica, invirtiendo en proyectos de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones que mejoren la operabilidad de las plantas, y las permitan producir de forma totalmente segura.

Ayim Manuel de la Fuente y Miguel Cordero son cofundadores de Vulkano Engineering.

Nueva Junta Directiva de la UAITIE

Presidente: D. Ramón Grau Lanau; vicepresidente: D. César Nicolás Martínez; secretario: D. Jesús Velilla García; vicesecretario: D. Antonio Martínez-Canales Murcia; interventor: D. Fernando Martín Fernández; tesorero: D. José Luis Hernández Merchán, y vocales: D. Enrique Zaro Giménez, D. Macario Yebra Lemos, D. Juan José Cruz García, D. José Antonio Marrero Nieto y D^a Angélica Gómez González.

Exposición “Mujeres Ingenieras de éxito”

La exposición “Mujeres ingenieras de éxito” es un programa de la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE), que fomenta la igualdad de género, dando visibilidad a mujeres ingenieras que constituyen un referente en nuestra sociedad.

La muestra ha continuado su andadura con nuevas réplicas, canalizadas por las asociaciones territoriales. En este período, ha visitado Palma de Mallorca, y ha sido acogida por el Centro Cultural del Ayuntamiento de Palma (Can Balaguer) durante los pasados días 8, 9 y 10 de noviembre, y por la Universidad de Islas Baleares, los días 15, 16 y 17 de noviembre. La ingeniera clave y referente ha sido **Ingrid de la Fuente Lööf**, que dirige el departamento de energía y medioambiente en la hotelera Meliá Hotels International.

Santiago de Compostela (A Coruña) fue nuevamente marco de la exposición “Mujeres Ingenieras de Éxito”. Del 9 al 20 de enero pasado, se exhibió en las instalaciones de la Universidad de Santiago de Compostela, concretamente en la biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería, a disposición de los alumnos y personal universitario. Después se instaló en las dependencias de la Delegación de Santiago de Compostela de COETICOR, donde permaneció hasta el pasado 10 de febrero.

Seguidamente, viajó a Burgos, donde ha estado visible del 13 de febrero al 19 de marzo, en la Estación de la Ciencia y la Tecnología, antigua estación de tren de la ciudad y un lugar emblemático, que nace con la vocación de promover la cultura científica y tecnológi-



Integrantes de la nueva formación en el Acto de Toma de Posesión, celebrado el pasado 10 de marzo.



Segunda entrega de la exposición “Mujeres ingenieras de éxito”, en la Universidad de Islas Baleares.



Representantes institucionales posan junto al panel de la ingeniera burgalesa, María del Carmen Guardiola Cano.



Más información en www.uitie.es



Más información: www.premionacionaluaitie.uitie.es

ca entre la ciudadanía de Burgos y de toda la comunidad de Castilla y León. La ingeniera burgalesa de éxito, **María del Carmen Guardiola Cano**, Ingeniera Técnica Industrial Mecánica, Máster II Gestión de Recursos Humanos, fue la apuesta del colectivo territorial.

Madrid propicia descubrir vocaciones tecnológicas en la Escuela “La puerta del ingenio”

Se trata de una nueva iniciativa de la UAITIE, que cuenta con la financiación del Ayuntamiento de Madrid, y se ha basado en una intervención formativa fundamentalmente digital, que pondrá en marcha desde Madrid un programa

de comunidad científica en la escuela escalable a nivel nacional. La finalidad de este nuevo reto es la de generar cantera desde la infancia e impulsar las vocaciones STEAM, fomentar la cultura científica, las vocaciones ingenieriles y científicas, trabajando la educación para el consumo responsable y el desarrollo sostenible, el fomento de la creatividad, del espíritu científico y la igualdad de género. Pretende vincular sinergias con otras apuestas institucionales, como el Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica y la Exposición itinerante Mujeres Ingenieras de Éxito, cubriendo un espacio en el que antes no se había llegado a “la educación primaria”.

Isaac Peral, el ingeniero español que revolucionó el mundo con la invención del submarino eléctrico

Mucho se ha oído hablar de Isaac Peral como un brillante ingeniero, científico y militar. Pero su gran invento es, sin duda, el submarino eléctrico, que supuso una gran novedad a finales del siglo XIX, revolucionando de esta forma la historia de la navegación militar, con significativos cambios. Estaba propulsado por medio de energía eléctrica y baterías, siendo responsable de ello este teniente de navío. Además, es considerado como el padre de la navegación subacuática/submarina.

Laura Álvaro

Nacido en el municipio murciano de Cartagena el primer día del mes de junio de 1851, en el seno de una humilde familia de mediados del siglo XIX, es considerado como el inventor del submarino eléctrico propulsado por baterías, que supuso una gran innovación para su época, y que iba a abrir las puertas al futuro de estos sumergibles.

Infancia y juventud

Fue el segundo de los tres hijos de Juan Manuel Peral e Isabel Caballero, y nació en la ciudad murciana precisamente porque su padre estaba destinado allí, ya que era capitán de Infantería de la Marina. Juan Manuel era natural de la ciudad de Cádiz, procedente de una familia de militares de la Armada, y por ello había transmitido a sus hijos desde bien niños esa vocación por el mundo marítimo que acarrea de la familia. Tan bien lo hizo, inculcándoles la vocación militar, que sus tres hijos tuvieron un contacto estrecho con la Armada. Uno de ellos fue capitán de fragata, y el otro hermano estuvo al mando del cañonero Leite, durante la batalla de 1898, y falleció habiendo llegado a ser incluso teniente de navío. Isaac también siguió los pasos de su familia desde bien temprano.

Servicio prestado en la Armada

A los 8 años, y tras no contar con la edad pertinente para acceder a la Escuela Naval, en enero de 1860 envió una solicitud a la reina Isabel II para obtener el título de aspirante a la Marina, con el firme compromiso de ingresar en dicha escuela cuando alcanzara la edad adecuada para ello.

A mediados del año 1865 y ya con 14 años de edad, Peral ingresó en la Academia Naval de San Fernando en Cádiz, tras aprobar el examen de acceso. No tardó mucho en dejar patente su gran valía, demostrando una gran inteligencia a la hora de aprender con



Retrato de Isaac Peral, fechado en 1895.

gran facilidad materias como álgebra, aritmética, física o geometría. Durante estos años, adquirió una amplia formación técnica, que más adelante le serviría para lograr diversos cargos y para sus futuras investigaciones, de entre las que se puede destacar materias como la mecánica, construcción naval, ingeniería eléctrica o incluso las máquinas de vapor.

En este momento, a finales del siglo XIX, la Armada estaba siendo el foco de grandes avances en lo que a tecnología se refiere, así como a nuevos inventos, y es donde Isaac Peral tomó parte y se sumó a esta corriente.

De igual forma, y durante su paso por la Armada, podemos destacar que participó en la guerra de los Diez Años en Cuba, así como en la Tercera Guerra Carlista, actos por los que fue felicitado e incluso condecorado.

Antecedentes al submarino de Peral

El primer submarino real no fue el de Isaac Peral. Si ahondamos en la historia del subma-

rino, podemos ver que el autor de la primera embarcación para la navegación submarina fue Cornelis Jacobszoon Drebbel, un inventor procedente de los Países Bajos que contribuyó además en otras invenciones, y que, según diversas fuentes, se basaba a su vez, en el diseño que había realizado en 1578 William Bourne, un artillero retirado de la Marina Real Británica. Este diseño no pasó de la mesa de dibujo hasta que llegó Drebbel.

Precisamente a Drebbel se le atribuye la construcción del primer submarino operativo en 1620 en Inglaterra, mientras trabajaba para la marina y que, durante cuatro años, hasta 1624, puso a prueba varias veces, mejorando el diseño, y construyó incluso dos nuevos submarinos, el cual resultaba mejor que el anterior, impulsado con remos que salían de orificios sellados pero flexibles en el casco. También llegó a enseñar el modelo final al rey de Inglaterra, Jaime I. Un submarino que se mantuvo sumergido durante tres horas por el río Támesis, y donde el propio monarca participó, siendo el primer rey en viajar en submarino. Se trataba de un barco que estaba cerrado, que podía ser sumergido y conducido con remos bajo la superficie del agua. Drebbel nunca consiguió el éxito y tampoco fue utilizado como nave de guerra.

El Submarino Peral: éxito y desprestigio

Considerado uno de los mayores logros en la historia de la navegación universal, Peral llevaba ya tiempo pensando en algo similar a lo que desarrolló. Su idea era fabricar un submarino con batería eléctrica y capaz de descargar torpedos bajo el agua. El principal problema al que se enfrentó fue, sin duda, la falta de financiación y soporte del Estado, que finalmente consiguió gracias al apoyo de la mismísima reina regente María Cristina, y con la que llevó a cabo su iniciativa. Tal era el afán de Peral de construir el submarino, que él mismo viajó al

extranjero para adquirir aquellos materiales que necesitaba.

El submarino fue botado en 1888, concretamente en el mes de septiembre, en un centro militar de la ciudad gaditana de San Fernando. Se trataba de un buque de 22 metros de largo por 2,87 metros de ancho, que desplazaba 85 toneladas en inmersión. Asimismo, funcionaba por dos motores eléctricos de 30 caballos cada uno de ellos, que recibían la energía de una batería. Además, tenía una autonomía de 66 horas y un radio de acción de 284 millas náuticas, unos 500 km, siendo capaz de disparar tres torpedos. Entre 1889 y 1890 se realizan diferentes pruebas para comprobar su valía, la cual queda demostrada.

Sin duda, es considerado un gran hito, puesto que fue la primera vez que se usó la propulsión eléctrica en la Armada Española, lo que le dio más fama de la que ya poseía, consagrándole como un héroe para muchos españoles e incluso vitoreado allá donde iba.

Pero todo tuvo una de cal y otra de arena. Tras el gran éxito que supuso la invención de tal instrumento, llegó una época de decadencia. Mucho se ha hablado de lo supuesto por el Submarino Peral, y si se podrían haber ganado las colonias que se perdieron en el año 1898: Cuba y Filipinas. Parece ser que fue debido a intereses económicos y presiones de otros países los que llevaron a este rechazo del submarino de Peral. Según diversas fuentes consultadas, y a pesar de considerar el invento de Peral como una gran novedad, no tuvo el beneplácito de los encargados de ello, pese a que se había autorizado su construcción anteriormente.

Tras este varapalo, el protagonista de este reportaje decidió retirarse de la vida militar, y se dedicó a otros quehaceres dentro del campo de la energía eléctrica.

Últimos años y muerte en Berlín

En relación a su vida más personal, en el año

1876, Peral se casó con María del Carmen Cencio, hija de un médico militar. El matrimonio tuvo nueve hijos, aunque lamentablemente cuatro de ellos no salieron adelante y fallecieron en la infancia. Más adelante, en 1881, se desarrolló como subteniente y miembro de un equipo hidrográfico en Filipinas. Fue durante su estancia en Filipinas cuando parece ser que recibió un corte en la sien, en la peluquería, y al no curar del todo acabó degenerando en un tumor. Después, su salud empeoró crecientemente y decidió no continuar con sus viajes, por lo que quedó empleado como profesor de la Escuela de Ampliación de Estudios de la Armada.

En noviembre de 1891, Peral es operado de cáncer en Madrid, para trasladarse después, a comienzos del mes de mayo de 1895, a Berlín, para ser operado de un tumor cerebral; pero según diversas fuentes, un descuido en las curas le provocó una meningitis, que finalmente le causó la muerte el 22 de ese mismo mes, justamente en la ciudad alemana a la que se había trasladado para la intervención, tras surgir una serie de complicaciones en una operación de cáncer.

Sus restos reposan en el cementerio de Los Remedios, en su Cartagena natal. Fueron trasladados el 28 de abril de 1911 desde el cementerio de La Almudena, en la capital española, hasta el municipio murciano.

Su carrera más científica

Al margen del Submarino de Peral, destacó en trabajos no relacionados con el estricto mundo militar. Podemos indicar que este destacado militar tuvo una larga e intensa carrera en la Armada, expuesta anteriormente, así como en trabajos y misiones de carácter más científico, donde destaca la escritura del «Tratado teórico práctico sobre huracanes». De igual modo, trabajó en el levantamiento de los planos del canal de Simanalés (Filipinas),

y en 1883 estuvo como profesor, al cargo de la cátedra de Física-Matemática de la Escuela de Ampliación de Estudios de la Armada.

Peral vivió y superó una fuerte campaña de desprestigio, y tras ello decidió apartarse de la vida militar, para dedicarse al aprovechamiento de la energía eléctrica, campo de actuación que más le apasionó a lo largo de su vida. Asimismo, fundó la Compañía Termoelectrónica de Manzanares, en Ciudad Real, junto al marqués de Salinas.

Homenajes y reconocimientos

Son multitud de localidades, tanto dentro de España como en el extranjero, las que han reconocido la figura y los inventos de Isaac Peral. Es por ello que se han levantado numerosos monumentos, además de dar nombre a barrios, calles, centros educativos, parques e incluso plazas.

No podemos olvidar que fue condecorado con la Cruz al Mérito Naval, y en las ciudades de Cartagena y San Fernando se conservan las viviendas en las que habitó durante su vida.

Al margen de esto, dentro del Museo Naval de su ciudad natal, se puede acceder a un espacio íntegramente dedicado a este científico. En dicho espacio se puede ver el famoso submarino y una valiosa colección de objetos, además de recuerdos que configuran el gran y más completo legado de este destacado inventor.

Importante es destacar que el submarino de Peral fue trasladado a dicho museo en 2013, desde el paseo marítimo, y posteriormente fue restaurado. La Sala Peral es la que lo exhibe desde ese año, espacio donde también se muestran paneles, vitrinas y medios audiovisuales para conocer y adentrarse en la vida de este murciano.

En la actualidad, asimismo, podemos indicar que existe una Fundación que en la Región de Murcia ha creado el Premio Isaac Peral, con diferentes categorías en el ámbito de la tecnología y la industria de la Región de Murcia.

125 años del Submarino de Peral

En el mes de septiembre del año 2013, se cumplió el 125º aniversario de la botadura del submarino de Peral, de este gran invento que revolucionó la historia.

Sin duda, Isaac Peral ha pasado a la historia por la gran innovación que supuso la invención de su submarino y las características que este presentaba, el cual abrió las puertas al futuro de estas naves subacuáticas. Fruto de ello, son los innumerables reconocimientos, mencionados anteriormente, que ha tenido a lo largo de la historia.



El submarino de Peral desde la popa, en el Museo Naval de Cartagena.

Errando el tiro. Por qué todo lo que sabes sobre el éxito es (en su mayoría) erróneo

Eric Barker

Editorial Ediciones Urano. 320 págs.

ISBN 9788416997732



Errando el tiro no pretende ser una receta mágica que nos asegure el éxito que tanto estamos buscando en muchos ámbitos de nuestra vida, sino más bien una caja de herramientas con las que descomponer nuestra propia concepción del mismo, para poder llegar a entenderlo antes de buscarlo. Está claro que el éxito tiene muchas formas. Algunos éxitos son increíblemente impresionantes, otros simples, curiosos y, otros, casi absurdos. Nos obsesionamos con los niveles de éxito que vemos en los medios de comunicación, y olvidamos que lo que importa es nuestra propia definición personal del mismo. Y ese éxito puede conseguirse.

En este libro, Eric Barker define en qué consiste el éxito para cada uno de nosotros. En definitiva, se trata de lo que necesitamos para ser felices, tanto en casa como en el trabajo. Pero esto no significa que el éxito sea arbitrario. Hay estrategias para conseguirlo, que tienen muchas posibilidades de funcionar, por ejemplo, el esfuerzo constante, y otras que nos alejan de alcanzarlo. El problema radica en el enorme abismo que hay entre ellas. En este sentido, a lo largo de sus páginas se definen las cualidades y técnicas que nos ayudarán a llegar donde queremos y sus excepciones. Cada capítulo analiza las dos caras de la historia, buscando las respuestas que ofrezcan la mejor ventaja con la menor desventaja.

Para Eric, lo más importante, cuando se quiere tener éxito, es tener claro que, si alineamos el conocimiento sobre nosotros mismos con nuestra carrera y con la gente

que nos rodea, puede formarse una espiral ascendente, que nos llevará no solo al éxito profesional, sino también a la felicidad y la plenitud. Un libro muy entretenido y didáctico que invita al pensamiento crítico.

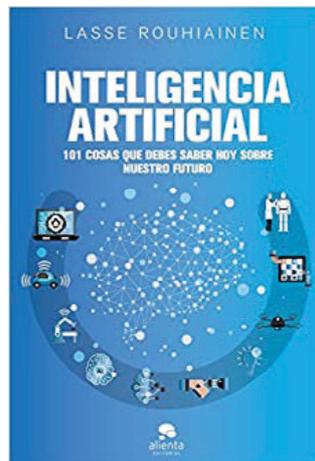
Errando el tiro es un libro que, al observar la ciencia que se esconde detrás de lo que separa a los que tienen mucho éxito del resto de las personas, nos explica qué podemos aprender para parecer más a la gente exitosa y descubrir en algunos casos lo que no se debe hacer.

Inteligencia artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro

Lasse Rouhiainen

Planeta. 352 págs.

ISBN 978-8417568085



En este libro, Lasse Rouhiainen, experto en social media y marketing digital, explica el papel que la Inteligencia Artificial está asumiendo. Nos cuenta cómo empresas como Google, Facebook y Amazon ya han cambiado completamente su forma de trabajar debido a ella. El autor presenta cómo la IA nos ayuda a hacer casi todo más barato, más rápido y efectivo. Por ello, los sectores como el de la conducción, los viajes, la salud, educación, el comercio, la agricultura y las ventas serán profundamente revolucionados.

A partir de 101 preguntas, brinda información clara y concisa acerca de cómo la IA va a cambiar nuestras vidas. Además, proporciona ideas y consejos para entender los cambios que vendrán. Rouhiainen explica el impacto de la Inteligencia Artificial en el día a día de forma comprensible para cualquier lector. Aunque el autor afirma que muchos puestos de trabajo de ahora serán reemplazados, acaba ofreciendo una visión optimista, dado que apuesta por la creación de un gran número de nuevos trabajos. Si desconoces el funcionamiento de la IA y deseas conocer más sobre ella de una ma-

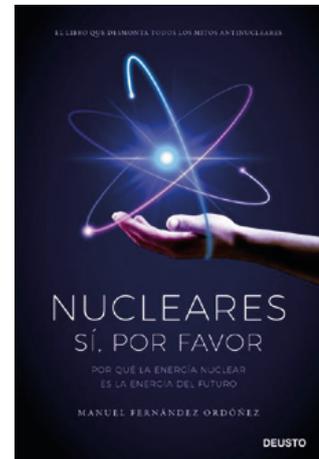
nera proactiva, "Inteligencia artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro" es tu libro.

Nucleares: Sí, por favor

Manuel Fernández Ordóñez

DEUSTO. 264 págs.

ISBN 9788423434848



La crisis energética desatada por la guerra de Ucrania ha servido para que salieran a relucir los defectos estructurales del sistema energético europeo. La necesidad de lograr una autonomía estratégica y de reducir la dependencia de los hidrocarburos rusos ha vuelto a poner sobre la mesa a la gran olvidada en los últimos años: la energía nuclear.

Sin embargo, sigue pesando sobre ella un estigma que, para el físico Manuel Fernández Ordóñez, tiene una base exclusivamente ideológica. Este ensayo pretende poner en valor el papel real que juega la energía nuclear en la sociedad actual. La historia del ser humano es una historia de conquista sobre los recursos energéticos, y la energía contenida en el interior de los núcleos atómicos es solo uno más.

El autor no pretende plantear ninguna confrontación con las energías renovables, dado que la crisis ecológica y la necesidad de una transición energética son innegables. Recuerda que el tiempo de los combustibles fósiles se está agotando y debe dejar paso a nuevas tecnologías más eficientes y sostenibles.

Para Manuel Fernández, la energía nuclear puede y debe ser, juntamente con las renovables, un elemento clave en esta transición, puesto que es capaz de producir enormes cantidades de energía, con un impacto mínimo en el medioambiente. Mediante un estudio científico profundo, el autor explica que las críticas a la energía nuclear se basan en mitos, y que cualquier intento de descarbonización generalizada de las economías será un fracaso sin ella.



COGITI

Formación
e-learning



➤ Campus Virtual: Oferta formativa - Selección de cursos

Experto en gestión y negociación de contratos de energía.
Inteligencia Artificial y Machine Learning sin programación.
Reglamento de instalaciones de protección contra incendios R.D. 513/2017.
Instalaciones Térmicas en Edificios: calefacción y Agua Caliente.
Autómatas programables PLC en aplicaciones de automatización industrial.
Diseño y mantenimiento de instalaciones de energía solar fotovoltaica.
Certificados B.T. y Memorias técnicas de Diseño.
Especialización BIM en modelado y gestión de edificios con Revit
Comunicaciones industriales con Node-RED. Primera parte.
Electricidad Industrial.
Finanzas empresariales para técnicos.
Especialización BIM en Estructuras e Instalaciones con CYPE.
Diseño e inspección de instalaciones eléctricas de Alta Tensión según el
Nuevo Reglamento R.D. 337/2014.
Cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de Baja Tensión.
Curso Profesional.

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



TODO LO QUE DESEAS PARA ESTAR Y SENTIRTE SEGURO LO TENEMOS EN MUPITI



▶ SEGURO DE ACCIDENTES



Si un accidente te produce el fallecimiento tus beneficiarios tendrán el dinero que hayas contratado, y si te causa alguna incapacidad podrás seguir adelante económicamente.

▶ SEGURO DE VIDA



Por si un accidente o una enfermedad te causa el fallecimiento o alguna incapacidad. 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 alguna incapacidad 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