

ESTRATOS

AGP

Lecciones aprendidas
sobre almacenamiento
geológico profundo

Entrevista a
Manuel Ondaro
Responsable de los
desmantelamientos
de Zorita y Garoña

Microplásticos
Presentes en la
naturaleza y en el
cuerpo humano

Proyecto SETI
A la búsqueda
de mensajes
alienígenas



EL CABRIL

CENTRO DE ALMACENAMIENTO
DE RESIDUOS RADIACTIVOS
DE MUY BAJA, BAJA Y
MEDIA ACTIVIDAD

HORNACHUELOS (CÓRDOBA)



EMPRESA NACIONAL DE RESIDUOS
RADIACTIVOS S.A. S.M.E.

Un nuevo escenario, pero el mismo espíritu de colaboración

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) acaba de modificar la orden ministerial por la que se venían regulando las asignaciones que reciben los municipios del entorno de las instalaciones nucleares españolas. Unas asignaciones que estos ayuntamientos vienen recibiendo de Enresa, desde 1989, con cargo al Fondo para la Financiación de las actividades del Plan General de Residuos Radiactivos.

La nueva orden actualiza la OM IET/458/2015, de 11 de marzo, en la que se establecía que los ayuntamientos de estos entornos podían contar con fondos adicionales para cofinanciar proyectos destinados a generar economías alternativas, de manera que contribuyeran directamente a reducir la marcada dependencia económica que han tenido estos municipios de estas instalaciones nucleares.

La disponibilidad de fondos adicionales, tal y como se establecía en la normativa ahora modificada, buscaba la implicación directa de los ayuntamientos con el fin de que estos recursos se dedicarían a proyectos de inversión local, creadores de empleo y generadores de una nueva economía en el entorno. Y ello debido, según recoge la exposición de motivos de la modificación de la orden ministerial que acaba de ser aprobada, a la mínima incidencia que las asignaciones han tenido históricamente en el desarrollo económico de estos entornos, como consecuencia de una escasa aplicación de estos fondos a proyectos de inversión local.

La modificación de la orden, a la luz de la experiencia adquirida en la concesión y gestión de los fondos destinados a la cofinanciación, viene a profundizar más en este fin, bajo la premisa de que es fundamental conseguir que la aplicación de estos recursos económicos se haga de la forma más eficiente posible. El objetivo final es favorecer la ejecución de proyectos de zona que se integren dentro de un programa estratégico de desarrollo local posibilitando, entre otros aspectos, la prórroga de la cofinanciación de los proyectos que hayan demostrado que tienen

un potencial para la zona. Asimismo, se flexibiliza su gestión, para tener en cuenta circunstancias sobrevenidas durante su ejecución.

Para la elaboración de esta orden ministerial, y siempre buscando el mayor consenso y eficacia, fueron consultados los agentes económicos sectoriales y sociales interesados, así como las comunidades autónomas implicadas.

Esta orden ministerial encomienda a Enresa la tramitación y gestión del procedimiento de valoración de los proyectos para los que se solicita cofinanciación. De esta manera, se pone nuevamente de manifiesto la capacidad de Enresa para la gestión de estos fondos de colaboración al desarrollo local.

Es esta una vocación que esta empresa manifestó desde sus inicios, comprometiéndose con el progreso local. Desde entonces, la normativa ha ido actualizándose acorde con los tiempos, pero el compromiso de apoyo y colaboración de Enresa con las entidades locales ha permanecido invariable.

Se abre ahora un nuevo futuro en el que, a través de la experiencia adquirida en la gestión de estos proyectos, se han corregido las deficiencias detectadas en estos procesos, buscando facilitar en tiempo y forma el acceso y desarrollo de estas iniciativas que se revelan de vital importancia para estas zonas en tránsito hacia nuevos escenarios económicos y sociales.

Enresa confía en que, desde este nuevo escenario normativo, la colaboración con los entes locales siga siendo productiva y fructífera en el desarrollo de un amplio abanico de proyectos culturales, turísticos, asistenciales y ambientales que se han llevado, y se llevan, a cabo. Por ello, hacemos votos para que ese espíritu de cooperación con las instituciones locales continúe y se refuercen, si cabe, los vínculos de confianza con el fin de obtener resultados concretos para las comarcas.

ESTRATOS

Comité Editorial:

José Luis Navarro Ribera, presidente de Enresa

María Pérez Fernández, directora de Sostenibilidad y Comunicación

Álvaro Rodríguez Beceiro, director Técnico.

Mariano Navarro Santos, director de Ingeniería

Eva M^a Noguero Cubero, directora del Centro de Almacenamiento de El Cabril.

Manuel Rodríguez Silva, director de Operaciones

Directora:

María Pérez Fernández

Subdirectora:

Teresa Palacio

Redactor Jefe:

Jorge Fernández

Secretarías de redacción:

Olga Cristóbal Lobo, Yolanda Gil López

Redactores y Colaboradores:

Teresa Palacio, Alvaro Rojo, José M^a

Montero, Carmen Sanz, Jorge Fernández,

Ignacio Fernández Bayo, Nuria Prieto, Pablo

Francescutti, Alejandro Cabanillas, Ana

Arrojo y Jorge Fernández

Fotografía e Infografía:

Alex Briseño, Danielle Futsal, J.F. Narcea,

Fernando Valladares, Alex Briseño, J.S

Socorro, Archivo Enresa, Agencia EFE, Andra, Posiva, SKB, Mineco, Fundación Isabel Gemio, Seti, Nasa, WWF, UIMP, Ceneam, Shutterstock, Flickr, Wikipedia, Jorge Fernández

Producción:

Departamento de Comunicación

Edita:

Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A. S.M.E

Dirección postal:

Emilio Vargas, 7. Madrid

Teléfono:

915668100

Página web: www.enresa.es

Correo: registro@enresa.es

Diseño y Maquetación:

Ana Arrojo Rubio

Fotomecánica e Impresión:

Egesa, Estudios Gráficos Europeos, S.A.

Depósito Legal:

M-7-411-1986

Esta publicación no comparte necesariamente la opinión de sus colaboradores y se limita a ofrecer sus páginas con respeto a la libertad de expresión

PORTADA
Nº 128

Fotografía:
Alex Briseño





CONTENIDOS

22

ENTREVISTA

Manuel Ondaro, responsable del desmantelamiento de las centrales nucleares de Zorita y Garoña

Nos habla de la fase final del desmantelamiento de la C.N. José Cabrera (Guadalajara) y del próximo comienzo del de Santa María de Garoña (Burgos)

42

INVESTIGACIÓN

El Proyecto SETI redobla la búsqueda de mensajes alienígenas

Desde hace seis décadas diversas iniciativas tratan de captar posibles señales de radio emitidas por civilizaciones alienígenas.

5

ACTUALIDAD

Noticias Enresa

La visita del presidente del CSN a El Cabril y la modificación de la Orden Ministerial que regula las asignaciones a municipios del entorno centran la actualidad de Estratos.

27

ENTORNO

Un motor para el desarrollo local

Enresa contribuye desde 2015 al desarrollo de los municipios de sus áreas de influencia a través de la cofinanciación de proyectos que permiten generar un impacto positivo.

48

ADMINISTRACIÓN

Planificación hidrológica

El cambio climático es ya una realidad. Sus consecuencias son evidentes en todos los rincones del planeta. Y España no es una excepción. La gestión del agua en un contexto de cambio climático.

10

DIVULGACIÓN

Seminario sobre AGP

Entre el 14 y el 16 de noviembre de 2022 se celebró en Madrid, auspiciado por el Consejo de Seguridad Nuclear y Enresa, un seminario sobre el Almacenamiento Geológico Profundo.

33

MEDIO AMBIENTE

Hacia una humanidad de plástico

Hace un siglo apenas eran un producto de laboratorio, pero los plásticos han invadido nuestro entorno. Su variante más diminuta, la de los micro y nanoplásticos, es la que más alarmas suscita.

54

ENTREVISTA

Tetiana Verbytska

La responsable de relaciones públicas del organismo técnico de seguridad nuclear ucraniano visita las instalaciones de Enresa y nos habla de su experiencia.

16

VIRUS

La vacuna de la biodiversidad

La COVID-19 pudo parecer un suceso inesperado e imprevisible, pero la comunidad científica viene alertando décadas sobre cómo el deterioro ambiental favorece la aparición de pandemias.

38

MEDICINA

Ciencia frente a la desesperanza

La Fundación Isabel Gemio recauda fondos para el estudio de las enfermedades raras para conseguir un diagnóstico temprano, fármacos y terapias efectivas para estas enfermedades.

57

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Asistentes virtuales

Los asistentes virtuales se han convertido en un accesorio común que ocupa un creciente espacio en el que humanos e inteligencia artificial interactuamos en una, aún incipiente, convivencia.

El MITECO refuerza las asignaciones que reciben los municipios del entorno de instalaciones nucleares

Oficinas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) acaba de modificar la orden ministerial IET/458/75, de 11 de marzo, que regula las asignaciones que reciben los municipios del entorno de instalaciones nucleares con cargos al Fondo para la financiación de las actividades del Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR). Estos cambios supondrán un incremento en el término fijo que reciben tanto los municipios cercanos a centrales nucleares que albergan residuos, como los que están próximos a un centro de almacenamiento de residuos radiactivos. Esta modificación de la orden, además, abre la vía a financiar nuevos convenios que promuevan el desarrollo socioeconómico en municipios en los que se realicen obras que forman parte del PGRR vigente.

Desde 1989, y según lo previsto en sucesivos órdenes ministeriales, los municipios de los entornos de las instalaciones nucleares reciben asignaciones de Enresa destinadas a impulsar el desarrollo económico, a crear empleo y a proteger el medio ambiente. En la actualidad, se ha considerado necesaria la modificación de esta orden que las regula por la dificultad de dicho objetivo y porque es necesario procurar que la aplicación de los recursos económicos disponibles se lleve a cabo de la forma más eficiente posible.

Así, se trata de favorecer la ejecución de proyectos en la zona, entendiéndose como tales aquellos que se integren en un programa estratégico de desarrollo del entorno en el que se ubica el municipio; y flexibilizar la gestión de los proyectos para tener en cuenta circunstancias que se puedan plantear durante su ejecución.

Una de las principales modificaciones es el incremento de los valores del término fijo que reciben los municipios cercanos a centrales nucleares con residuos y a los centros de almacenamiento de residuos radiactivos, que les permite también aumentar la cuantía en proyectos de cofinanciación. En concreto, se modifica el importe mínimo garantizado para los municipios que tienen su territorio, o parte del mismo, incluido en el área definida por un círculo de radio 10 kilómetros desde el centro de la instalación; y en el caso de las instalaciones de categoría 4, es decir, los almacenes centralizados de residuos de media y baja actividad, se modifican el término fijo y el término variable incrementándose el primero y reduciéndose el segundo, además

de extenderse la aplicación de un importe mínimo garantizado a las instalaciones de esta categoría.

Otra de las novedades de la modificación de la orden radica en que, con el fin de reforzar la especial vinculación que Enresa tiene con los municipios del entorno de las instalaciones nucleares, se habilita a esta empresa para celebrar convenios con aquellos municipios en cuyo término municipal radiquen instalaciones nucleares en las que se realicen las obras a las que se refiere el artículo 38 bis.1 de la Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre energía nuclear, procurándoles una fuente de financiación para la ejecución de actividades dirigidas a promover su desarrollo socioeconómico, preservar su medio ambiente y hacer frente al reto demográfico.

La nueva norma también introduce una compensación decreciente y de carácter transitorio para compensar a aquellos municipios que vean reducidas significativamente sus asignaciones en caso de revisión de su coeficiente de distribución, con el fin de mitigar el impacto de esta disminución en sus economías.

Desde el punto de vista formal también se recogen cambios y se encomienda a Enresa la tramitación y la gestión del procedimiento de valoración de los proyectos para los que se solicita cofinanciación, a la vez que se modifican los plazos de tramitación de las solicitudes de cofinanciación, adelantándose de junio a abril.

Enresa ya tiene preparada una nueva plataforma digital para la gestión de estos proyectos y tiene previsto realizar sesiones de formación sobre la misma a los ayuntamientos destinatarios de estas ayudas.

Juan Carlos Lentijo visitó el centro de almacenamiento el pasado 21 de febrero

El presidente del CSN destaca la excelente actividad del servicio público que Enresa desarrolla en El Cabril

El presidente del Consejo de Seguridad Nuclear, Juan Carlos Lentijo, destacó el pasado 21 de febrero la “excelente actividad de servicio público” que Enresa desarrolla en el Centro de Almacenamiento de El Cabril, durante una visita a estas instalaciones. Según sus palabras, la gestión de la instalación cordobesa “contribuye a la seguridad de las personas y del medio ambiente”. Lentijo destacó que “son muchas las visitas que he hecho a El Cabril” y “cada vez lo encuentro mejor”.



El presidente del organismo regulador recorrió el centro de almacenamiento de la Sierra Albarrana acompañado, entre otros, por el presidente de Enresa, José Luis Navarro; la directora del centro de almacenamiento, Eva Noguero; el secretario general del CSN, Pablo Martín González y por el Subsecretario para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Miguel González Suela.

Durante su visita, los responsables del organismo regulador encarga-

Representantes del CSN, Enresa y el MITECO durante su visita a El Cabril.

do de la seguridad nuclear en España pudieron conocer los puntos más importantes de la instalación cordobesa. Tras visualizar en la nave de contenedores dónde se realiza el acondicionamiento de los residuos radiactivos de baja y media actividad, los visitantes acudieron a la sala de control desde donde se realizan de forma remota estos procesos y se preparan los contenedores para su almacenamiento.

Posteriormente, y tras pasar por el mostrador de protección radiológica, recorrieron las dos plataformas de almacenamiento para este tipo de residuos y visitaron la red de control de infiltraciones y la fábrica de contenedores.

Después, se trasladaron a la celda 30 para ver *in situ* cómo se almacenan los residuos radiactivos de muy baja actividad.

25 años de la transferencia de titularidad de Vandellós I a Enresa

En este año, se cumple el vigésimo quinto aniversario de la transferencia de titularidad de la central nuclear de Vandellós I a Enresa para acometer su desmantelamiento parcial.

Desmontaje de la estructura de protección del cajón del reactor en junio de 2002.



Ese hito se producía a través de la Orden Ministerial fechada el 28 de enero de 1998. Por medio de esta, se transfería la titularidad de la instalación a Enresa a la vez que autorizaba la ejecución de las actividades de desmantelamiento reflejadas en el Plan de Desmantelamiento y Clausura de Vandellós I.

Hasta 2003, se acometieron, entre otros, los trabajos de desmantelamiento de todos los edificios, sistemas y equipos externos al cajón del reactor, que quedó sellado y en fase de latencia oficial desde el año 2005, a través de la Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas del entonces Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, de fecha 17 de enero de 2005, que autorizó el comienzo de esta fase.

Los trabajos de desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I sirvieron como referencia para la ejecución de proyectos como el de José Cabrera, donde se han aplicado lecciones aprendidas durante el desarrollo de los trabajos en la planta tarraconense.

Estructura actual de protección del reactor.



Palacio de la Magdalena, Santander.

Enresa analizará los retos en la gestión de los residuos radiactivos y el desmantelamiento de centrales nucleares en un curso de verano de la UIMP

Enresa organiza, del 12 al 14 de julio, un curso de verano dentro del programa de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP) de Santander. Con el título *Retos en la gestión de los residuos radiactivos y el desmantelamiento de centrales nucleares*, este curso profundiza en la estrategia española para la gestión de los residuos radiactivos y el desmantelamiento de centrales nucleares, con las novedades incluidas en la última versión del 7º Plan General de Residuos Radiactivos, que se encuentra en su fase final de tramitación.

La directora general de Ciemat, Yolanda Benito, será la directora de esta iniciativa en la que expertos nacionales e internacionales compartirán, a través de mesas redondas, las últimas novedades en gestión de residuos de baja y

media actividad, gestión temporal y definitiva de combustible gastado, procesos de desmantelamiento de centrales nucleares o planes de investigación y desarrollo, entre otros aspectos técnicos.

La sociedad, destinataria última del servicio público de Enresa, también estará presente en Santander con dos sesiones en las que se analizará lo que diferentes públicos demandan para una gestión exitosa.

En estos tres días, profesionales del sector nuclear, estudiantes universitarios de último ciclo y otros colectivos interesados en el futuro de los residuos radiactivos y los desmantelamientos, encontrarán una oportunidad única para conocer de forma directa las últimas previsiones. En las próximas semanas, la UIMP abrirá el plazo de becas e inscripciones.

Técnicos de Enresa participan en diversos eventos relacionados con el Programa Europeo de Gestión de Residuos Radiactivos (EURAD)

Representantes de Enresa asistieron del 13 al 17 de marzo a varios eventos de EURAD, el Programa europeo de gestión de residuos radiactivos, que se celebró en Lárnaca (Chipre), organizado por la Universidad de Chipre y que congregó a más de 200 especialistas europeos en gestión de residuos radiactivos.

Más de medio centenar de organizaciones de 23 Estados miembros de la Unión Europea, entre las que está Enresa, forman parte del proyecto EURAD, cuyo objetivo es ayudar a los Estados de la Unión Europea a aplicar la Directiva 2011/70/Euratom (Directiva sobre residuos) mediante el trabajo con sus programas nacionales. EURAD ayudará a los Estados miembros a obtener los conocimientos técnicos necesarios para aplicar una gestión segura y a largo plazo de los desechos radio-

activos. EURAD también proporcionará conocimientos de gestión para las operaciones en instalaciones de eliminación y ayudará a transferir ese conocimiento entre países y organizaciones.

Estos encuentros se iniciaron el 13 de marzo con la reunión de la octava Asamblea General de EURAD. Posteriormente, del 14 al 16 de marzo, se celebró el *Annual Event*, en el que se abordaron diferentes temas de interés, entre los que estaba la presentación de la actualización de la Agenda Estratégica de Investigación (SRA) y de los resultados de los paquetes de trabajo de EURAD- 1, que se vienen desarrollado desde 2019. Enresa participa en los siguientes: UMAN, PREDIS, FSC, HITEC, ACED y DONUT.

EURAD-1 tiene previsto finalizar en junio de 2024 y desde hace

meses se viene trabajando ya en la definición de los nuevos paquetes de trabajo de EURAD-2, que fueron presentados los días 16 y 17 de marzo, para su discusión y aprobación. Las propuestas de trabajo aprobadas en EURAD-2 tendrán una duración de cinco años (2024-2029) y cuentan con un presupuesto de más de 60 millones de euros, de los que la Comisión Europea aporta el 50%.

Enresa presentó en el EURAD-2 *Focus Funnel*, cuatro propuestas diferentes sobre temas relacionados con la caracterización de residuos de baja y media actividad y las capas de cobertura y modelización, que ha preparado y coordinado con otras agencias y organismos de investigación. Adicionalmente, Enresa participa en otras propuestas que presentan otros *Colleagues* en temas relacionados con gestión del combustible gastado.

Los participantes del encuentro internacional de Chipre durante una sesión del Annual Event.





Zorita sigue avanzando

Los trabajos de desmantelamiento de Zorita, ya en su fase de restauración de terrenos, siguen desarrollándose de acuerdo con la programación establecida.

Dentro de las actividades realizadas, se ha finalizado con el picado y retirada del hormigón armado de la losa existente en la cota inferior del Edificio de Contención de la central. Así, y como se puede apre-

ciar en la fotografía, ya se ha alcanzado el nivel del *liner* metálico que existe en el fondo y que recubrirá todo el edificio para asegurar su estanqueidad durante la etapa de operación de la planta.

Cambio en la dirección del desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera

José Campos es, desde el 20 de marzo, el nuevo director del desmantelamiento que Enresa desarrolla en la central nuclear José Cabrera (Guadalajara), proyecto que se encuentra en su fase final de restauración y vigilancia ambiental. Campos sustituye en el cargo al hasta ahora máximo responsable de la instalación, Manuel Ondaro, que pasa a dirigir el equipo que acometerá próximamente el desmantelamiento de la central nuclear de Santa María de Garoña (Burgos).

El nuevo director de Zorita trabajó anteriormente en esta central nu-

clear durante la fase de operación, en el Servicio de Protección Radiológica y en el área de preparación para respuesta en emergencias.

Campos pasó a formar parte de la organización de Enresa en 2009, antes de la transferencia de titularidad, como jefe de Sección de Protección Radiológica y coordinador del Plan de Emergencia Interior de la instalación. En 2018, pasó al Servicio de Operación y Mantenimiento, del que fue máximo responsable hasta 2020, cuando asumió el puesto de director técnico de la instalación.



Túnel del futuro depósito de combustible nuclear gastado de Onkalo, que está siendo construido por Posiva en la base rocosa de granito de Olkiluoto, en Finlandia.

Lecciones aprendidas en el seminario internacional sobre el ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO PROFUNDO

TEXTO: ÁLVARO RODRÍGUEZ BECEIRO – ELENA VICO DEL CERRO – NURIA PRIETO SERRANO

FOTOS: JORGE FERNÁNDEZ, POSIVA, ANDRA

Entre el 14 y el 16 de noviembre de 2022 se celebró en Madrid, auspiciado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y Enresa, un seminario sobre el Almacenamiento Geológico Profundo (AGP) como solución definitiva para los residuos radiactivos de alta actividad y el combustible gastado.

La oportunidad de este evento

El objeto de dicho seminario fue dar a conocer los trabajos realizados en España respecto al AGP de acuerdo con la propuesta del 7º PGRR, así como compartir la experiencia de países con programas de AGP muy avanzados en la actualidad, contando con ponentes del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO), el CSN, Enresa, CIEMAT, universidades y representantes de Alemania, Finlandia, Francia, Suecia y Suiza.

Existe un consenso generalizado de la comunidad científica internacional sobre la idoneidad del AGP en formaciones geológicas adecuadas para este tipo de residuos. Muchas han sido las manifestaciones en este sentido desde que, en la década de 1950, el Consejo de Investigación de la Academia Nacional de Estados Unidos publicó estudios encargados por la Comisión de Energía Atómica sobre la viabilidad del AGP. Estos serían confirmados

a lo largo de las décadas siguientes por organismos internacionales y países que han demostrado su viabilidad en el desarrollo de conceptos genéricos.

No obstante, y a pesar de dicho consenso, los programas nacionales para un AGP, planteados en su mayor parte en las décadas de 1980 y 1990, han sufrido importantes retrasos e incluso paralizaciones, en gran medida debido a consideraciones sociopolíticas. En el planteamiento de aquellos programas, se subestimaron las dificultades de obtener apoyo social, tomando en consideración solamente su dimensión técnica. Este también ha sido el caso de España, donde, a pesar de los desarrollos en las áreas de investigación geológica, diseño y evaluación del comportamiento y la seguridad, el programa de selección del emplazamiento fue paralizado en 1996.



El seminario acogió a un gran número de expertos que siguieron con atención las ponencias. Abajo, laboratorio francés de Bure.



Retos y avances de los AGP en otros países

Tras estas experiencias, la integración de aspectos sociales y políticos en los programas nacionales ha dado lugar a importantes progresos, como se aprecia notablemente en Finlandia, Suecia y Francia. El AGP finlandés está en fase de construcción, con previsiones de puesta en marcha en el entorno de 2025, mientras que en Francia y Suecia las agencias ANDRA y SKB han solicitado autorización de construcción para sus AGP, con previsiones de comienzo de operación en el entorno de 2035.

Alemania y Suiza también han logrado importantes avances. En Alemania se aprobó una Ley de selección de emplazamientos en 2013, que sería completada en 2017 y en Suiza se seleccionó un emplazamiento en septiembre de 2022 en el marco de un Plan sectorial iniciado en 2008.

En Francia se realizaron investigaciones geológicas, a partir de 1987, en cuatro lugares para analizar la viabilidad de un AGP en laboratorios

subterráneos, pero la fuerte oposición local dio lugar a una moratoria declarada por el Gobierno. La Ley Bataille de 1991 recondujo la situación definiendo los ejes en los que debía avanzarse en la gestión de los residuos de alta actividad, uno de los cuales era el almacenamiento definitivo. Desarrollos legislativos posteriores hicieron posible la designación del emplazamiento en Bure y el comienzo del proyecto Cigéo, cuya solicitud de autorización de construcción está siendo evaluada por el regulador francés.

En Suiza, el proceso de selección de emplazamientos se articula a través de un Plan Sectorial, figura utilizada en este país para implementar acciones estratégicas en áreas de interés suprarregional. Este Plan Sectorial, que dio comienzo en 2008, establece mecanismos de participación regional y desarrolla un programa de investigación geológica en varias etapas. Un hito reciente ha sido la propuesta por parte de NAGRA de un emplazamiento en septiembre de 2022.

Licenciamiento y diálogo regulador-operador

Para definir un proyecto de selección de emplazamiento y ejecutarlo es necesario establecer desde el inicio las bases del diálogo entre los actores involucrados en él y las responsabilidades de cada uno. Entre estos actores ocupan un lugar privilegiado el regulador y el operador.

En Finlandia, el regulador siguió de cerca el desarrollo de la evaluación de seguridad y comportamiento del AGP realizadas por el operador, además de otra documentación asociada durante la fase previa a la solicitud de la primera licencia. Otro aspecto básico fue el seguimiento de las actividades de I+D, recibiendo del operador sus planes cada tres años. El regulador ha ido revisando sus normas de seguridad según aumentaban sus capacidades y su experiencia, adaptándolas a nuevos desarrollos internacionales.

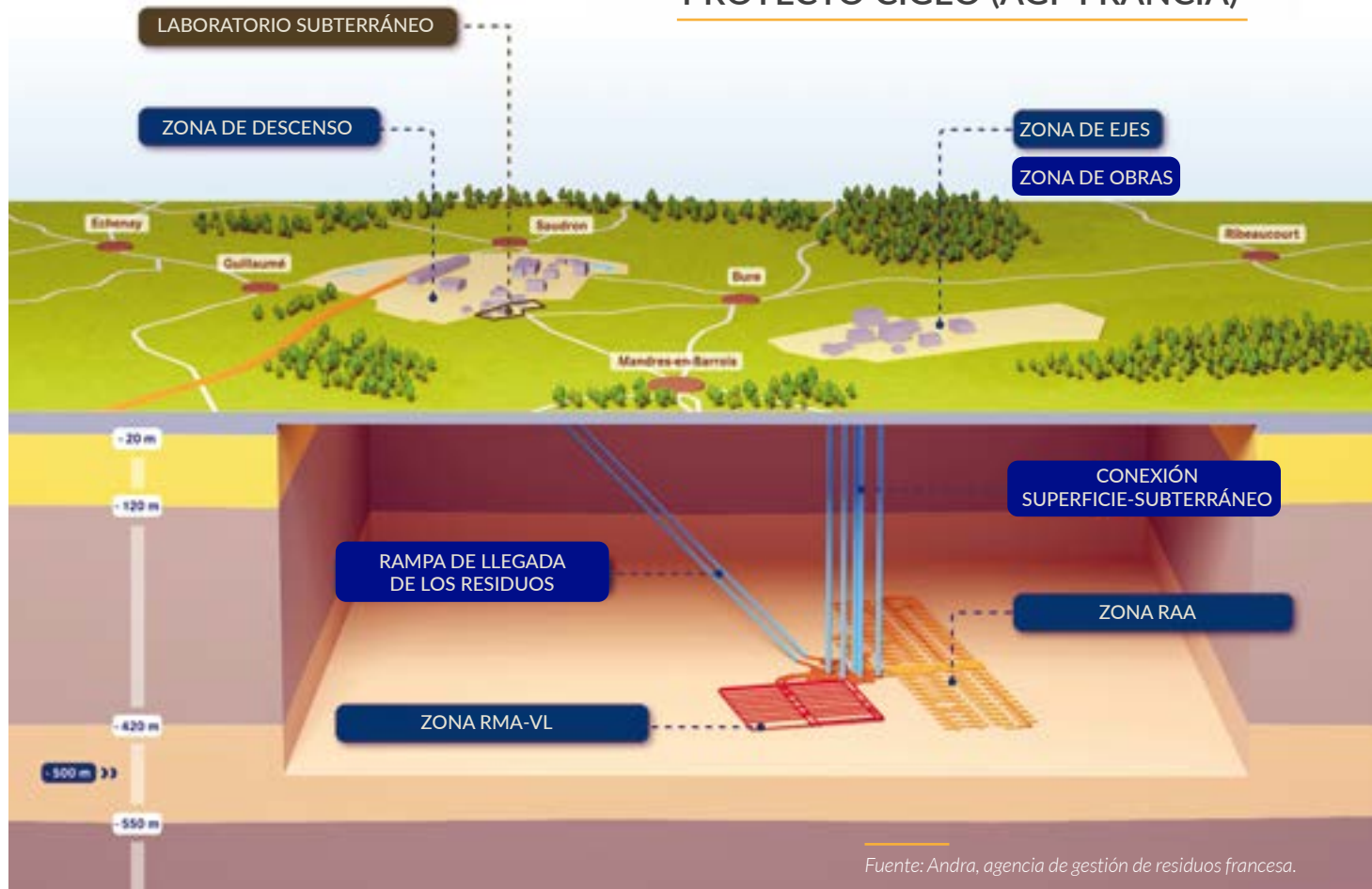
En Suecia, la revisión trienal del programa de I+D que elabora el operador ha constituido una herramienta muy útil para sostener el diálogo entre ambas partes. El regulador invita a gran número de actores interesados a revisar el programa. En

base a las recomendaciones recibidas, el gobierno aprueba o suspende la orientación general del programa, y establece condiciones para los trabajos de I+D previstos para los próximos seis años. Cuando comenzaron las investigaciones en campo, el gobierno, a instancias del regulador, reforzó los mecanismos de consulta entre ambas entidades, fijándose reuniones técnicas sobre un tema específico y una o dos reuniones anuales de resumen de los trabajos a las que asistían representantes de los municipios. Un grupo de expertos en ciencias de la tierra, establecido por el regulador, ayudó a este a supervisar adecuadamente las actividades del operador y adquirir conocimiento para poder evaluar en su momento su solicitud de licencia.

El programa francés se ha basado en distintas leyes y regulaciones. Desde el año 2000, el laboratorio subterráneo de Bure ha tenido un papel fundamental para orientar las discusiones técnicas entre regulador y operador. Asimismo, fue fundamental contar desde un momento temprano con directrices claras de interacción entre ambos actores, proporcionando un marco para el diálogo.



PROYECTO CIGÉO (AGP FRANCIA)



Fuente: Andra, agencia de gestión de residuos francesa.

Involucración del público

La OCDE-NEA y otras instancias han estudiado desde la politología y la sociología la comunicación efectiva del riesgo y la mejora en la calidad de las decisiones, prestando especial atención a las fórmulas de partenariado local. Concluyen que de un modelo de educación pública (transmisión de órdenes de arriba abajo) se debería evolucionar hacia un modelo de colaboración y partenariado basado en el diálogo, el aprendizaje mutuo y la confianza. El valor añadido de una instalación para las comunidades locales no solo se mide en asignaciones económicas, sino en otros beneficios directos e indirectos.

En Francia, como se ha explicado, los desarrollos legislativos de la década de 2000 fueron determinantes para que ANDRA pudiera contar con soporte institucional y diseñara su política de comunicación en torno al proyecto Cigéo. Su

objetivo fue despertar el interés en su proyecto, ganar visibilidad en la sociedad francesa, informar y explicar haciendo uso de todas las plataformas disponibles (tradicionales y en redes sociales), promover el diálogo y participar en la vida local. Ello ha requerido la profesionalización de la comunicación y el empleo de importantes recursos.

En el caso español, AMAC pone voz a una red de sesenta municipios en áreas de centrales nucleares. Esta asociación cumple una importante función como mediadora en el diálogo, en particular a través de comités locales de información, para dar soporte a las actuaciones necesarias en materia de seguridad o coordinar a sus municipios en la aplicación de la normativa que regula en nuestro país la asignación de fondos. AMAC es reconocida y tiene relaciones de colaboración con las instituciones españolas y está conectada

con asociaciones europeas análogas a través de la asociación GMF (*Group of European Municipalities with Nuclear Facilities*).

Conviene señalar la importancia de los comités consultivos en este contexto. Todos los países en nuestro entorno han recurrido a comités en determinados momentos de sus procesos. En términos generales, conviven dos tipos de comités: los de composición técnica, destinados a evaluar de manera independiente determinados aspectos del proceso (notablemente los criterios técnicos de selección); y los de orientación social, constituidos para promover el diálogo y facilitar la representación de los ciudadanos.

El comité sueco KASAM se constituyó en 1992 y hasta 2022, año de su disolución, ha sido determinante en el programa de su AGP. Este comité destaca por su carácter interdisciplinar, con

expertos en áreas de ciencias sociales y técnicas, contando con una oficina permanente y siendo financiado por el fondo nuclear, es decir, por la industria eléctrica sueca. Sus informes han servido para orientar las decisiones gubernamentales y conformar la opinión pública sobre gestión de residuos radiactivos en este país.

El llamado “Comité de acompañamiento” alemán (NBS) se constituyó en virtud de la ley de selección de emplazamiento de 2017. Su función es la de canalizar la discusión relativa a la selección de emplazamiento en Alemania, y tiene la originalidad de que no solo está compuesto por expertos con un currículum científico, sino también por ciudadanos elegidos al azar en un proceso que recuerda a la selección de los jurados populares. El NBS se reúne periódicamente y emite opiniones razonadas sobre las actuaciones de las autoridades en el proceso de selección.

Lecciones aprendidas

En relación con el desarrollo técnico del programa, en particular para la fase de selección del emplazamiento, resulta fundamental acordar previamente un marco legislativo y procedimental que defina los criterios y las reglas que deben regir el proceso, de modo que sean transparentes para todos los actores participantes.

El diálogo entre el regulador y el operador debe basarse en la confianza y transparencia entre ambas organizaciones, sabiendo que la demostración de la seguridad es un proceso iterativo. En los primeros años se requieren más reuniones para ir adaptando el programa a los avances que se obtengan de las actividades de I+D y estableciendo nuevos hitos, contando con la participación de otros actores identificados y con su papel definido en el programa. Es imprescindible para la comunicación pública del proyecto demostrar la independencia del regulador en el desarrollo del programa.

En cuanto a las estrategias de involucración social, las lecciones aprendidas son:

- No buscar retorno inmediato de las actuaciones: para construir una relación de confianza con los agentes sociales hacen falta décadas de trabajo.
- No dirigirse a un único municipio, sino entablar conversaciones dentro de áreas más amplias.
- Permitir a los agentes sociales o locales codecidir aspectos del proyecto, otorgándoles un margen de maniobra donde sea viable, en aspectos tales como el diseño de la instalación, su ubicación particular, etc.
- Seleccionar como contrapartes del diálogo a los representantes electos, sean al nivel local o regional.

En definitiva, un recorrido por las prácticas y la organización de los países de nuestro entorno nos revela la importancia de que se establezcan redes de comunicación entre la sociedad y las instituciones encargadas de realizar la búsqueda y velar por su seguridad. Cómo se materialicen esas redes -a través de comités y grupos a nivel local y regional- y cuáles sean sus bases para dialogar es algo que habrá que regular en España en los próximos años, si se quiere llegar a licenciar un AGP en nuestro país. ■

LA VACUNA DE LA BIODIVERSIDAD

EL DETERIORO AMBIENTAL FAVORECE LA APARICIÓN DE PANDEMIAS



En los días previos al confinamiento por COVID-19, en marzo de 2020, una de las frases más repetidas para tratar de atenuar el impacto de aquella decisión era que “nadie podría prever algo así”. Lo cierto es que en España la comunidad científica venía alertando de esta posibilidad desde hacía décadas, una inquietud que llegó a trasladarse a la esfera pública en foros como el IX Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente que, organizado por Enresa, se celebró en Córdoba en septiembre de 2006.

TEXTO: JOSÉ MARÍA MONTERO, PERIODISTA AMBIENTAL

FOTOS: FERNANDO VALLADARES, JORGE FERNÁNDEZ Y SUTTERSTOCK

En aquel encuentro, hace ya casi 17 años, se consideró oportuno analizar la crisis de la gripe aviar, enfermedad que había originado una alerta mundial debido a la capacidad de la cepa H5N1 de causar no sólo una elevada mortandad de aves sino de provocar también infección en humanos y, en el peor de los casos, como sigue advirtiéndolo la OMS, de originar una pandemia. Este mismo invierno, por cierto, Europa ha venido sufriendo el peor brote de esta enfermedad del que se tienen registros, afectando a 37 países y obligando al sacrificio de más de 50 millones de aves en granjas repartidas por todo el continente, brote del que es responsable esa misma cepa, H5N1, de la que se habló en Córdoba.

A una mesa redonda de aquel seminario acudieron Bernard Vallet, director general de la Organización Mundial de Sanidad Animal, Octavio Quintana, director de Investigación en

Salud de la Comisión Europea, Adolfo García-Sastre, profesor de Microbiología en la Facultad de Medicina Mount Sinai (Nueva York) y Jordi Figuerola, investigador de la Estación Biológica de Doñana (CSIC). Los cuatro coincidieron en señalar que la crisis sanitaria desatada en torno a la gripe aviar había servido para dedicar atención a un conjunto de patologías que “afectan a la salud humana, tienen su origen en animales y, en gran

medida, están determinadas por las condiciones ambientales y las perturbaciones que hemos ido introduciendo en ellas”.

A Adolfo lo conocí, y lo entrevisté, un año antes, precisamente en una visita a Doñana, donde se interesó por los trabajos que se desarrollaban en este espacio protegido, destinados a identificar virus en poblaciones de aves silvestres, cuestión que este microbiólogo consideraba decisiva a la hora de prevenir una pandemia. Después de haber estudiado los patógenos que originaron las pandemias de gripe de 1957 y 1968.

Mesa redonda sobre las claves de la gripe aviar del IX Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente, celebrado en Córdoba en septiembre de 2006.



Adolfo García Sastre, profesor de microbiología en la Facultad de Medicina Mount Sinai de Nueva York

(Fuente: Agencia EFE).

Abajo, vista de un tractor trabajando un campo de arroz en La Albufera de Valencia. En la página siguiente, arriba, flamencos rosas alzando el vuelo en el Delta del Ebro. Abajo, gallinas comunes en una granja de huevos.



García-Sastre estaba convencido de que la enfermedad se originó en ambos casos por coinfección en algún hospedador en donde coincidieron un virus propio de aves y otro característico de humanos. “Ese hospedador”, precisaba entonces, “pudo ser un cerdo pero también una persona”, y por eso “hay que poner el acento en la necesidad de prevenir infecciones en los animales domésticos, sacrificando de inmediato a los que estén infectados, ya que estos son el paso intermedio necesario para que se genere un virus pandémico”.

Enfermedades exóticas, o erradicadas de determinados territorios, llevaban algunos años haciéndose presentes debido al cambio climático, al comercio de especies exóticas, a las migraciones de aves, al estrecho contacto con animales silvestres o al trasiego, en periodos de tiempo cada vez más cortos, de personas, animales y mercancías entre puntos geográficos muy distantes. De manera que el vínculo entre la destrucción de la naturaleza, las perturbaciones ambientales y la aparición de epidemias capaces de alcanzar amplios territorios causando graves impactos sanitarios, estaba ya presente en la preocupación de estos y otros muchos especialistas, aunque apenas hubiera salido de los círculos científicos y menos aún de



haberse convertido en una preocupación ciudadana.

Virus del Nilo

De hecho, uno de los fenómenos más llamativos de este inquietante proceso ya se conocía y sobre el mismo habían alertado los expertos del Instituto de Salud Carlos III a finales de los años 90 del pasado siglo. Siendo el sur de la Península Ibérica una zona de alto tránsito de aves entre África y Europa, se sospechaba que el virus del Nilo, presente en algunas de estas especies, podía estar circulando con cierta in-

tensidad ya que se había certificado la aparición de anticuerpos específicos para este patógeno en la sangre de algunos vecinos de zonas húmedas localizadas en Valencia, el delta del Ebro o el entorno de Doñana. Dos décadas después de aquel aviso, en 2020, un brote de esta enfermedad se cobró ocho fallecidos y 71 infectados en Andalucía, obligando a establecer diferentes mecanismos de vigilancia en aves silvestres y mosquitos, procedimientos que, con el asesoramiento de la Estación Biológica de Doñana, siguen operativos tres años después.



“LOS ANIMALES DOMÉSTICOS SON, EN MUCHOS CASOS, UN PASO INTERMEDIO NECESARIO PARA QUE SE DECLARE UNA EPIDEMIA SANITARIA”

Estos sistemas de alerta temprana, que los científicos llevaban reclamando durante años, se han normalizado porque ya no es una rareza que en nuestro país alguien se infecte, y llegue incluso a morir, como consecuencia de haber estado expuesto al virus del Nilo o al de Crimea-Congo, por citar dos ejemplos reales de patógenos transportados por aves silvestres. Investigadores españoles y portugueses, con el respaldo del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, llevan varios meses ensayando en diferentes puntos de España un

sistema de monitorización integrada de fauna silvestre, en el que se combina la vigilancia sanitaria con el seguimiento de las poblaciones animales. Los resultados de esta experiencia, que busca detectar enfermedades emergentes y eventos epidemiológicos significativos, muestran, además, una relación negativa entre biodiversidad y riesgo de enfermedad: las comunidades más complejas, con mayor riqueza de especies y diversidad de interacciones entre ellas, están expuestas a un menor número de patógenos, con prevalencias menores.

Tres barreras de protección

No hay duda, corrobora Fernando Valladares, investigador del CSIC y experto en cambio climático, de que “la biodiversidad nos protege de muchos de estos virus y en general atenúa los posibles impactos sanitarios, minimizando los riesgos de infección a humanos y, sobre todo, evitando que se dispare una pandemia”. Pero ¿cómo funciona esta especie de vacuna natural? Existen tres mecanismos de protección, señala Valladares, “uno de control de las poblaciones infectadas y dos que actúan como

cortafuegos del contagio”. El primero se explica al certificar que la presencia de muchas especies en un ecosistema sano reduce las explosiones demográficas de aquellos animales que pueden ser vectores de enfermedades, es decir, la biodiversidad modera la amenaza “porque las especies que compiten entre sí o se necesitan mutuamente regulan sus densidades y son reguladas por el ecosistema”.

Como segunda barrera aparece la dilución, porque la biodiversidad de especies hace que los patógenos “se alojen en huéspedes intermedios no adecuados para su propagación, quedando el virus frenado en esa especie intermedia y la carga vírica global disminuida”. Y aún queda un tercer cortafuegos que nos brinda la naturaleza, el de la amortiguación: “es similar a la dilución, pero a nivel intra-específico, es decir, se debe a

la biodiversidad dentro de una misma especie, factor que favorece el desarrollo de resistencia ya que ciertos individuos no sufren la enfermedad y son capaces de bloquear al virus”. En definitiva, insiste Valladares, “la biodiversidad nos protege de las pandemias”.

Prevención de pandemias

Estas mismas certezas son las que preocupan a diferentes organismos de ámbito planetario, como el IPBES (Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Política sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas) que en una reciente evaluación advertía del riesgo ya que “de no frenarse la crisis climática y la pérdida de biodiversidad las pandemias serán cada vez más frecuentes, se propagarán de forma más rápida, matarán a más personas y causarán graves alteraciones en la economía

mundial”. Dicho de otra manera, señalaba el documento: prevenir este tipo de emergencias sanitarias con acciones a favor de la naturaleza es cien veces más barato que enfrentar una pandemia como la de la COVID-19.

Según otro informe, en este caso suscrito por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente (PNUMA), en torno a un 75 % de las enfermedades infecciosas son ya de tipo zoonótico, es decir, son generadas por patógenos que se transmiten de animales a humanos, dolencias que causan todos los años millones de muertes en todo el mundo. El cambio en el uso de la tierra, con una acusada deforestación en zonas sensibles del planeta, el comercio ilegal de flora y fauna silvestres y unas pautas de consumo globalizadas e insostenibles son, entre otros factores, y a juicio de Leo Heileman, representante del PNUMA para

Infografía explicativa de los mecanismos de protección que aporta la biodiversidad frente a las pandemias. Fuente: Fernando Valladares.



América Latina, “elementos que favorecen esta explosión de enfermedades de origen animal”.

También se muestra preocupada al respecto WWF, una de las organizaciones conservacionistas más importantes a escala internacional, quien, a raíz de la pandemia del coronavirus, publicó el dossier “*Pérdida de naturaleza y pandemias*. Un planeta sano por la salud de la humanidad”, otro documento que reúne sólidas evidencias científicas sobre esta relación. Por ejemplo, y este es un riesgo del que apenas se habla, debido al calentamiento global, el hielo de todo el planeta se está fundiendo lo que puede ocasionar la reactivación de virus que han permanecido confinados durante siglos. Así, en este sentido, la fusión del glaciar chino Guliya, en la meseta tibetana, señala WWF, “podría liberar 33 especies de virus, 28 de ellas completamente desconocidas para la ciencia y con potencial de infección a humanos, y algo similar ocurre cuando se derriten los suelos permanentemente congelados (permafrost) de las zonas boreales, tal como se evidenció en 2016 con los brotes de ántrax en Rusia”. El cambio climático se convierte así en una especie de amplificador de este tipo de amenazas.

En definitiva, concluye WWF, “nos encontramos ante una crisis de salud pública que en realidad está directamente vinculada a una crisis de la salud del planeta y de pérdida de biodiversidad”. Los ecosistemas naturales que se destruyen son irremplazables y las funciones que desempeñan, entre ellas la de proteger a los humanos de múltiples enfermedades, no se pueden sustituir con ninguna tecnología. Incluso las nuevas vacunas y terapias con las que enfrentarnos a las pandemias, señala el IPBES, requieren transitar por “un camino lento e incierto”. Leo Heileman lo expresa de manera mucho más concisa y contundente: “La naturaleza nos está enviando un mensaje, y hay que escucharla y actuar”. ■

WWF ha publicado un informe alertando sobre el aumento del riesgo de zoonosis a causa de actividades humanas como la deforestación y el tráfico de especies.



Manuel Ondaro del Pino

... RESPONSABLE DEL DESMANTELAMIENTO
DE LAS CENTRALES NUCLEARES DE
ZORITA Y GAROÑA ...

“Enresa, con el personal de Nuclenor, dispondrá de una organización robusta para afrontar el desmantelamiento de Garoña”

TEXTO: ÁLVARO ROJO FOTOS: JORGE FERNÁNDEZ

La central nuclear José Cabrera (Zorita), como icono de un lugar y un momento, ha pasado a la historia del paisaje, tan solo quedan los últimos trabajos sobre el terreno. Un trabajo de precisión hasta en el último detalle, que desató el interés internacional al tratarse de uno de los primeros desmantelamientos completos de este tipo de instalaciones que se llevaron a cabo en el mundo. Un trabajo que llevó a cabo un equipo humano de Enresa al frente del cual ha estado Manuel Ondaro. La experiencia de este Ingeniero de Minas en este campo se enraíza en el desmantelamiento a Nivel II que Enresa llevó a cabo en la central nuclear de Vandellós I a finales de los '90. Ahora, Ondaro y su equipo, afrontan un nuevo hito con el desmantelamiento de la central burgalesa de Santa María de Garoña. A caballo entre los dos proyectos, el responsable del desmantelamiento de estas centrales nos hace un balance de sus experiencias y proyectos de futuro.

El desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera se encuentra en su fase final. ¿Cómo valora el trabajo realizado durante todos estos años al frente del proyecto?

Creo que el proceso que ha ejecutado Enresa en el desmantelamiento ha sido ejemplar, en el sentido en que ha sido un reto realizar por primera vez el desmantelamiento completo de una instalación nuclear en España, en el que hubo que afrontar, entre otros trabajos, el desmontaje de los grandes componentes

del circuito primario, algo que no habíamos abordado en proyectos anteriores. Todo ello, ha puesto de manifiesto la gran capacidad técnica tanto de Enresa como de nuestras empresas colaboradoras, lo que ha permitido también que estas actividades se hayan realizado con el máximo rigor y con todas las garantías de seguridad nuclear, protección radiológica, seguridad de los trabajadores y protección del medio ambiente.





Entiendo que, a lo largo de este proceso, han podido surgir situaciones que inicialmente no estaban previstas. ¿Cómo han sabido adaptarse?

Siempre, en un proyecto de este tipo, tienes una idea plasmada, partimos de un diseño básico, de un plan de detalle y de una documentación de licencia pero, efectivamente, la experiencia nos dicta y ya nos ocurrió en los desmantelamientos de Vandellós I y PIMIC del Ciemat, que durante el proceso surjan situaciones que no estaban previstas. En esos casos nuestra misión es, evidentemente, buscar y dar solución a esos imprevistos y tratar de evitar que impacten en el programa del proyecto, que se genere un volumen superior de residuos radiactivos o que repercutan en la seguridad nuclear y la protección radiológica. Para dar solución a estas circunstancias contamos con técnicos y profesionales capaces y experimentados para afrontar estos eventos puntuales.

Afortunadamente, la capacidad técnica y el rigor profesional, tanto de nuestros técnicos como del resto de la organización, fueran personal del titular de la planta o de empresas especializadas, nos permitieron abordar con solvencia estos imprevistos.

Exactamente, ¿qué queda por hacer en Zorita?

Bueno, actualmente, primer cuatrimestre de 2023, en la central nuclear José Cabrera hemos ejecutado prácticamente todas las actividades incluidas en lo que es el proyecto de desmantelamiento, entendiendo por tal el desmontaje de los principales sistemas y

componentes de la central, la descontaminación de los edificios, convencionales o radiológicos, y su posterior demolición, algo que ya hemos realizado. En la situación que nos encontramos ahora, en el emplazamiento ya no queda ninguna estructura remanente de edificios radiológicos.

Lo que estamos llevando a cabo ahora es el plan de restauración, que se prolongará hasta bien entrado 2024. Igualmente, quedan residuos de muy baja actividad, fundamentalmente escombros de demolición y tierras, que tendremos que enviar a El Cabril. Con la planificación que existe en estos momentos, podemos decir que a lo largo del año 2025, estarán enviados a El Cabril y finalizaremos con los trabajos de restauración del emplazamiento. Posteriormente, terminaremos con la vigilancia radiológica final de la instalación para, a continuación, enviar el informe final de la clausura para su evaluación por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), quien determinará si todo es correcto y emitirá la declaración de clausura que permitirá devolver los terrenos a su propietario

Se devolverá la parte del emplazamiento donde se encontraba la instalación nuclear, pero quedará el Almacén Temporal Individualizado (ATI) de Zorita. ¿En qué situación queda esa instalación de almacenamiento? ¿Qué presencia tendrá en ese momento Enresa?

Efectivamente, el ATI permanecerá y lo que habrá que hacer es constituirlo como una instalación nuclear única. Esto significa que deberá cumplir con lo esta-

blecido en el reglamento de instalaciones nucleares y radiactivas y que, aunque será una instalación pasiva y no operada, deberá existir una vigilancia y supervisión en cumplimiento de los requisitos que exija el CSN para este tipo de instalaciones. Para ello, la instalación contará con una organización mínima de personal cualificado y adecuada a lo que es la instalación, en la cual habrá supervisores con licencia, personal de protección radiológica, una dotación de protección contra incendios y un equipo mínimo de mantenimiento. Además, se mantendrá el personal encargado de la de seguridad física, que trabaja 24 horas los 365 días del año.

Por otra parte, el ATI tendrá su propio Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) adecuado en el ámbito y número de muestras a lo que es la instalación y de acuerdo con los requerimientos del Consejo de Seguridad Nuclear y la normativa aplicable.

¿Será compatible la presencia del ATI con las actividades previstas a realizar por la empresa propietaria en el emplazamiento?

El ATI será una instalación nuclear independiente y como tal, debe cumplir los criterios de protección radiológica y de seguridad física que ya hemos visto. Pero en lo que se refiere a los terrenos aledaños, o al paso de personas y circulación de vehículos, como los antiguos terrenos de la central nuclear ya estarán liberados para su uso industrial y por tanto, no habrá condicionantes para que se realicen actividades compatibles.

Después de su experiencia en el desmantelamiento de las centrales nucleares de Vandellós I y José Cabrera, llega el turno de la central nuclear de Santa María de Garoña. ¿Cómo lo afronta? Se entiende que, con la experiencia acumulada se implementarán muchas lecciones aprendidas...

Garoña es un nuevo reto y lo afrontamos ilusionados y con todas las ganas para desarrollarlo con éxito. En Enresa, con la experiencia adquirida en desmantelamientos pasados, lo que hemos considerado una lección aprendida es que en la organización del equipo debemos dotarnos de perfiles profesionales altamente cualificados en las diferentes áreas clave. Es algo que hemos ido viendo a lo largo de estos proyectos. Por ejemplo, en Vandellós I la estructura organizativa estaba compuesta por seis personas de Enresa distribuidas en diferentes áreas; en el de Zorita, el equipo osciló entre diez y quince personas. Para un proyecto como Garoña en el que, por su tamaño, por el número de contratistas que vamos a tener que gestionar, por

el volumen de materiales a gestionar, por la necesidad de llevar a cabo el proyecto con los mejores estándares de seguridad y calidad, por el compromiso de alcanzar en fecha los diferentes hitos y por las responsabilidades requeridas, consideramos que es necesaria una estructura orgánica de treinta técnicos de Enresa para cubrir los puestos clave. Para ello, Enresa ha cubierto estos perfiles con personal proveniente de Zorita y otros centros de trabajo de la empresa, que se han querido unir a este reto, y con incorporaciones externas que, en ambos casos, han pasado por un proceso previo de selección.

Con este equipo y con la colaboración del personal Nuclenor, que es el verdadero conocedor de la misma y el que tiene más experiencia porque la ha venido operando, dispondremos de una organización robusta que nos permitirá acometer el proyecto de desmantelamiento con todas las garantías.

Por otra parte, como ya he comentado, en la ejecución de los anteriores proyectos de desmantelamiento, siempre se han obtenido "lecciones aprendidas", que tenemos identificadas en las diferentes áreas organizativas.

La aplicación de las lecciones aprendidas siempre son importantes, y máxime cuando hablamos de un proyecto de envergadura como el de Garoña, que ustedes tienen previsto abordar en dos fases...

Si, efectivamente, la experiencia adquirida nos ha enseñado a tener en cuenta, o prever, actividades que se pudieran repetir en otros proyectos de este tipo para analizar y tener previsto qué cosas son mejorables. Unas experiencias que, bien analizadas, nos han permitido ver qué cosas son mejorables y nos han dotado de una sólida base de conocimientos para su aprovechamiento y aplicación en el proyecto de Garoña.

Un proyecto que, ciertamente, se va a ejecutar en dos fases. En la primera, lo que fundamentalmente se va a hacer es la gestión del combustible gastado, que actualmente está en piscinas y que almacenaremos en contenedores que se enviarán al ATI de la central. Además, en esta misma etapa, una actividad importante que vamos a ejecutar es el desmontaje de equipos y sistemas del edificio de turbinas para poder acometer actividades específicas de gestión de residuos. Así se hizo en Zorita y el resultado fue muy positivo, ya que se consiguió una minimización del volumen de residuos y una óptima gestión de los mismos.

Durante este periodo, prepararemos también la documentación de licencia necesaria para obtener el permiso que, una vez terminadas las actividades in-



cluidas en esta primera fase nos permitirá afrontar la segunda, que conllevará, entre otras actuaciones, el desmantelamiento de los grandes componentes de la central, entre ellos los internos del reactor y la propia vasija. Una vez terminemos esos desmontajes de los grandes equipos y sistemas auxiliares en los diferentes edificios, nos centraremos en la descontaminación de las estructuras de hormigón, donde aplicaremos la metodología de desclasificación de superficies ya probada en anteriores proyectos, y procederemos a la demolición convencional de los edificios. Finalmente, realizaremos la vigilancia radiológica del emplazamiento para obtener, previo informe del CSN, la declaración de clausura y su devolución del emplazamiento a la propiedad.

En Zorita se desarrollaron e implementaron importantes avances y soluciones técnicas en el desmantelamiento como el corte bajo agua de la vasija del reactor. ¿En qué medida esa tecnología se puede aplicar en Garoña? ¿Están previstos nuevos desarrollos técnicos en el proceso de desmantelamiento de esta central?

Como ya he dicho, en Enresa hemos aprendido de trabajos anteriores y el objetivo es tecnificar todavía más los procesos teniendo en cuenta diferentes criterios de optimización, mejora en la gestión de materiales, minimización de residuos radiactivos, disminución de riesgos convencionales, protección radiológica, etc. Y

todo ello realizado con las mayores garantías de seguridad nuclear y radiológica. Un tema que ha sido siempre troncal es el de la cultura de seguridad y los factores humanos. Es importante tenerlo en cuenta. La cultura de seguridad no es ponerse el casco, sino que va más allá. Son comportamientos y prácticas integrales que implican a toda la organización en beneficio de esa seguridad. Aquí también juega un papel muy importante la formación del personal. Hay un importante contenido en el programa de formación y, por primera vez, pondremos en marcha un taller de factores humanos para todo el personal que se incorpore a la instalación con el objetivo de reforzar diferentes aspectos, comportamientos o expectativas relacionadas con la seguridad.

Ya hemos visto que la experiencia es fundamental, en especial a la hora de desmantelar una central nuclear. Al igual que en anteriores proyectos, ¿Enresa contará con la experiencia del personal que ha trabajado durante la etapa de operación de la planta?

Sí, así lo hemos hecho con todos los desmantelamientos y se ha demostrado que es relevante contar con el personal que tiene experiencia y que ha realizado la operación de la central. En el caso de Garoña, como he apuntado anteriormente, el personal de Nuclenor conoce perfectamente la instalación y disponer de ese bagaje de experiencia es fundamental para nosotros. Por ello, contaremos con unos setenta profesionales de esta empresa que trabajarán en el proyecto. Este centenar de profesionales que integran el equipo técnico de Enresa y el de Nuclenor, se verá completado, además, con aproximadamente 175 personas más de otras empresas contratistas que ejecutarán trabajos de obra.

Para finalizar. Garoña es un eslabón más dentro de la cadena de la experiencia de Enresa en desmantelamientos...

Correcto. Con la experiencia que tenemos, y que vamos a poder ampliar, podemos garantizar que Enresa seguirá cumpliendo con el servicio esencial que tenemos encomendado y acometer los trabajos de desmantelamiento futuros con solvencia técnica y capacidad profesional.

De cara a futuros proyectos, Enresa está trabajando en dos elementos fundamentales. Por una parte, dotarse de los recursos humanos y organizativos y de los medios suficientes para ejecutar los nuevos proyectos. Y, por otra parte, en la gradual transferencia de conocimiento entre sus técnicos, de manera que puedan seguir actuando con la solvencia y profesionalidad necesaria para afrontar los retos de futuro. ■

Un motor para el desarrollo local

TEXTO: ÁLVARO ALONSO FRANCO

FOTOS: J.F. NARCEA; AYTO. ALMARAZ; AYTO. CORTES DE PALLÁS; AYTO. LAS NAVAS DE LA CONCEPCIÓN; AYTO. PASTRANA

Enresa contribuye desde 2015 al desarrollo de los municipios de las áreas de influencia de las instalaciones en las que se almacenan residuos radiactivos a través de la cofinanciación de proyectos que permiten generar un impacto positivo en la economía, el empleo y el cuidado del entorno, con el fin de mejorar el bienestar y la calidad de vida de sus habitantes. En 2022, este apoyo se concretó en 58 proyectos de cofinanciación, que abarcan temas tan diversos como la integración, la agricultura, el turismo o la tecnología y que han permitido a 42 ayuntamientos dibujar nuevas realidades económicas.

Enresa, además de proteger a las personas y cuidar del medio ambiente mediante la gestión segura de residuos radiactivos y el desmantelamiento de centrales nucleares, tiene la misión de contribuir con su desempeño a generar un impacto positivo en la sociedad y, en especial, en los municipios de sus áreas de influencia. Para lograrlo, una de sus principales líneas de actuación se centra en

el impulso del desarrollo local de los municipios que se encuentran en los entornos de las centrales e instalaciones nucleares de nuestro país, así como aquellos ubicados en las proximidades del centro de almacenamiento de El Cabril.

Esta actividad se materializa a través de la cofinanciación de proyectos que contribuyen al desarrollo económico de los citados municipi-

pios o a la conservación y mejora del medio ambiente, además de a la generación de empleo, en esos entornos. Así se recoge en la Orden Ministerial IET/458/2015, de 11 de marzo, por la que se regulan las asignaciones a los municipios del entorno de las instalaciones nucleares con cargo al Fondo para la financiación de las actividades del Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR).





Los proyectos de cofinanciación de Enresa en 2022 benefician a casi 70.000 habitantes, además de generar 270 puestos de trabajo directos

Contribución efectiva

A lo largo de 2022 Enresa ha participado en un total de 58 proyectos de cofinanciación con ayuntamientos de 42 municipios, contribuyendo con casi 1,7 millones de euros para llevarlos a cabo. La mayoría de ellos (41) han sido de desarrollo económico, mientras que los otros 17 también incluían la variable ambiental. Con todo, estas iniciativas han tenido un impacto positivo en una población cercana a las 69.000 personas, generando 279 empleos de forma directa.

Por número de municipios de cada área de influencia, Enresa ha colaborado con nueve del entorno de Santa María de Garoña (Burgos), ocho de la central nuclear de José Cabrera (Guadalajara), cinco en cada una de las zonas de influencia de las centrales de Almaraz (Cáceres), Ascó y Vandellós (Tarragona), cuatro de la central nuclear de Trillo (Guadalajara), tres del área de la central nuclear de Cofrentes (Valencia) y otros tres del entorno del centro de almacenamiento de El Cabril (Córdoba).

Además de los proyectos de cofinanciación, igualmente al amparo de la citada Orden Ministerial, Enresa ha contribuido al desarrollo de los municipios del entorno del ATC (Almacén Temporal Centralizado), ubicado en Villar de Cañas (Cuenca), mediante la formalización de ocho convenios de colaboración con el mismo número municipios. Enresa ha destinado cerca de 280.000 euros a estos proyectos, que benefician a más de 3.300 personas.

Esfuerzo que no cesa

Como parte de su compromiso responsable, Enresa continuará en 2023 colaborando con los municipios de sus zonas de influencia y contribuyendo a su desarrollo. Concretamente, participará en la cofinanciación de hasta 55 proyectos centrados en la generación de valor para los entornos nucleares. Una contribución que, sin duda, demuestra la voluntad de la compañía por construir un futuro mejor para sus grupos de interés y el conjunto de la sociedad.



58
PROYECTOS

llevados a cabo
en 42 municipios



1.684.314
EUROS

destinados



68.718
HABITANTES

beneficiados



279
EMPLEOS

generados con
los proyectos

Proyectos **destacados**

Almaraz (Cáceres, Extremadura)

UN CENTRO PARA **IMPULSAR LA INTEGRACIÓN**

El nuevo espacio ayudará a cubrir las necesidades de las personas con discapacidad de la zona



- **Zona de influencia:** C.N. Almaraz
- **Proyecto:** Centro para personas con diversidad funcional
- **Fecha:** 2022-2023
- **Importe máximo a cofinanciar:** 223.800 euros
- **Generación de empleo:** 5 puestos a tiempo completo

M^a Eva Pérez,
teniente de alcalde

“Proyectos como este demuestran nuestro compromiso con lo que es verdaderamente importante, las personas y familias que hacen frente todos los días a una sociedad llena de barreras”



Alcanzar el desarrollo integral de las personas adultas con discapacidad, ofreciéndoles los apoyos y oportunidades necesarios para conseguir el mayor grado de integración social y laboral posible. Con este fin, el Ayuntamiento de Almaraz se embarca en un importante proyecto para dotar al municipio de un completo y moderno centro multidisciplinar capaz de cubrir las necesidades existentes en la zona, además de generar empleo local de forma directa e indirecta al tratarse de un nicho de mercado emergente. El complejo incluye una zona residencial con diez viviendas adaptadas y un edificio común (objeto de la cofinanciación) con diversas instalaciones, como zonas de lavandería, cocina, comedor, oficinas, ocio y reunión, así como habitaciones para el personal. También contempla un centro ocupacional para favorecer la formación y el acceso al mundo laboral de estas personas.



Cortes de Pallás (Valencia, Comunidad Valenciana)

¡VIAJEROS AL TREN (DEL TURISMO)!

El vehículo será un dinamizador económico y turístico para Cortes de Pallás

- **Zona de influencia:** C.N. Cofrentes
- **Proyecto:** Puesta en funcionamiento de un tren turístico
- **Fecha:** 2023
- **Importe máximo a cofinanciar:** 92.500 euros
- **Generación de empleo:** 1 puesto de trabajo

El tradicional modelo turístico de sol y playa está cambiando y son muchos los que optan por experiencias rurales y de interior para sus escapadas. Conscientes de ello, en Cortes de Pallás, un precioso pueblo valenciano situado en la comarca del Valle de Ayora-Cofrentes, han iniciado un proyecto para atraer a los visitantes. ¿Cómo? Con la puesta en marcha de un tren turístico que favorezca el traslado de personas hasta

el pueblo desde el muelle donde atracan los cruceros fluviales que navegan por el río Júcar. El vehículo, además de recorrer los escarpados tres kilómetros que separan ambos puntos de forma segura y respetuosa con el entorno, actuará como dinamizador turístico y económico para el municipio, impulsando el empleo de forma directa e indirecta y ayudando a potenciar Cortes de Pallás como punto de interés.



David Gras, alcalde

“Este medio de transporte nos ayudará a poner en valor el municipio y abrirlo a nuevos visitantes”



Las Navas de la Concepción (Sevilla, Andalucía)

EL OLIVAR, FUENTE DE DESARROLLO Y VIDA

El proyecto permitirá desarrollar los recursos naturales del municipio y aglutinar procesos de manufacturación



“El olivo es fuente de vida y un elemento esencial en la lucha contra la despoblación para Las Navas de la Concepción”

Andrés Barrera, alcalde

- **Zona de influencia:** Centro de almacenamiento de El Cabril
- **Proyecto:** Recuperación de olivar abandonado
- **Fecha:** Finalizado en 2022
- **Importe máximo a cofinanciar:** 352.984 euros
- **Generación de empleo:** 10.000 jornales en los próximos 5 años



El olivo es una forma de vida para los habitantes de muchos pueblos de Andalucía, en especial en las zonas más rurales, un motor económico arraigado en la cultura que, históricamente, ha favorecido el desarrollo local. Con esta filosofía, el municipio sevillano de Las Navas de la Concepción inició en 2017 un proyecto para recuperar parte de las hectáreas destinadas al olivar que habían quedado abandonadas en sus tierras. El éxito fue tal (más de 120 hectáreas puestas en producción, con el consiguiente empleo e impacto económico), que decidieron embarcarse en una segunda

fase, afianzando así el desarrollo del pueblo y sus esperanzas de futuro. El proyecto, finalizado en 2022, ha permitido recuperar nuevas hectáreas de olivar, generar empleo pleno en el pueblo (más de 10.000 jornales estimados en los próximos cinco años), poner nuevamente en explotación el molino de aceite y reactivar la cooperativa Virgen de Belén. Además, servirá para desarrollar los recursos naturales de Las Navas y aglutinar cada vez mayor número de procesos de manufacturación (olivar, corcho, dehesa, biomasa), generando valor añadido y riqueza para frenar la despoblación.

Pastrana (Guadalajara, Castilla-La Mancha)

PASADO, PRESENTE Y FUTURO UNIDOS GRACIAS A LA **TECNOLOGÍA**

La nueva **app** convierte la visita a Pastrana en un juego en el que intervienen personajes históricos vinculados a la localidad



“Además de acercar nuestro municipio a los visitantes de un modo original y divertido, el proyecto nos ayudará a dinamizar la actividad económica local”

Gayle Wood, primera teniente de alcalde



- **Zona de influencia:** C.N. José Cabrera
- **Proyecto:** Dinamización turística con recursos innovadores y tecnológicos
- **Fecha:** Finalizado en 2022
- **Importe máximo a cofinanciar:** 23.958 euros
- **Generación de empleo:** 1 puesto a tiempo parcial

El municipio alcarreño de Pastrana ha recurrido a la tecnología para ofrecer a sus visitantes, especialmente a familias y a los más pequeños, una renovada experiencia turística. Todo gracias a ‘Pastrana Turismo’, una **app** específica y gratuita que ayuda a conocer la Villa Ducal de un modo inmersivo e interactivo a través de un juego virtual. A modo de ‘gymkhana’ y usando la geolocalización, los usuarios reciben pistas que deben ir resolviendo al tiempo que van recorriendo los lugares más emblemáticos. En ellos,

la realidad aumentada consigue que la princesa de Éboli, entre otros personajes históricos vinculados a Pastrana, compartan detalles sobre el municipio. El proyecto incluye una iniciativa de realidad virtual que, mediante unas gafas 3D, permite conocer la evolución histórica del municipio o los orígenes de su famosa Colegiata. Ambas propuestas ayudarán a Pastrana a reforzar su condición de destino turístico, además de favorecer la actividad de los negocios locales, impulsando así el desarrollo social y económico.

Más de **150** proyectos cofinanciados desde 2015

Para Enresa es una prioridad estar al lado de los pueblos ubicados en los entornos de sus centros de trabajo y de las centrales nucleares, contribuyendo con su actividad a asegurar la protección de las personas y del entorno, pero también a impulsar su desarrollo local y económico a través de proyectos de cofinanciación. Desde 2015,

la compañía ha ayudado a hacer realidad **más de 150 iniciativas locales** impulsadas desde los ayuntamientos, aportando alrededor de **nueve millones de euros** a proyectos de desarrollo que han tenido un importante impacto en el empleo, con **más de 820 puestos de trabajo generados**, y en la economía de todos estos municipios.

Hacia una humanidad de PLÁSTICO

TEXTO: IGNACIO FERNÁNDEZ BAYO, PERIODISTA DE CIENCIA.

Hace un siglo apenas eran un producto curioso de algunos laboratorios, pero desde mediados del siglo XX los plásticos han invadido nuestro entorno merced a sus cualidades: ligereza, resistencia, durabilidad y plasticidad, entre otras. Si desaparecieran por algún designio mágico toda nuestra civilización y sus elementos (casas, coches, máquinas, enseres, ropa...) se desmoronaría. Nos facilitan la vida, pero esa virtud de durabilidad es también su mayor pecado: nos deshacemos de ellos, pero siguen

indemnes, en descampados, basureros y ríos, por los que finalmente acaban en el mar y forman gigantescas islas oceánicas de residuos. Su variante más diminuta, la de los micro y nanoplásticos es la que más alarmas suscita, porque entran en la cadena trófica y acaban contaminándola por completo hasta llegar a nuestro organismo. El último y más preocupante descubrimiento es su presencia en la sangre. Algunos de sus efectos indeseables sobre la salud ya se conocen, otros solo se sospechan.



Están en nuestra orina y en la leche materna, en nuestros pulmones y en nuestra sangre. Los ingerimos con los alimentos y con el agua, con la pasta dentífrica y la crema corporal, y los respiramos cotidianamente, incluso en ambientes aparentemente saludables. Son los micro y nano plásticos, la versión minúscula, casi invisible, de los polímeros, que han sido generados directamente o son producto de la descomposición mecánica de sus hermanos mayores, todos esos objetos de plástico que nos rodean.

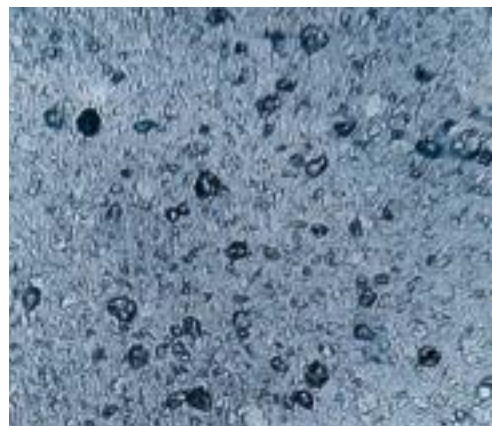
En los últimos años han proliferado los estudios científicos que denuncian la polimerización de nuestro organismo y lanzan la alarma de sus posibles efectos. “Dentro de la serie de publicaciones científicas que están apareciendo en los últimos 18 meses, que anunciaban la presencia de micro y nanoplasticos en placenta, colon, pulmón, heces y otros órganos y secreciones, hemos recibido la que muestra también su presencia en la sangre humana”, dice Nicolás Olea, catedrático de Medicina de la Universidad de Granada y pionero en el estudio de los efectos sobre la salud de las sustancias químicas.

La publicación del hallazgo de microplásticos en sangre, el pasado año en la revista *Environment International*, desató nuevamente las alarmas. Era algo esperado, pero no por ello menos preocupante, porque su presencia en el flujo sanguíneo facilita su deposición por todo el organismo, por si había algún rincón aún exento. La investigación la hizo un grupo de investi-

gadores, encabezado por Dick Vethaak, de la Universidad Vrije de Ámsterdam. El trabajo consistió en analizar muestras de sangre de 22 voluntarios adultos y en 17 de ellos, el 80 %, encontraron restos de polímeros, concretamente tereftalato de polietileno (PET), polietileno (PE), poliestireno (PS), metacrilato de polimetilo (PMMA) y polipropileno (PP).

Se denominan microplásticos a los que tienen un tamaño inferior a 5 milímetros de diámetro y nanoplasticos a los de menos de una micra. En este caso se detectaron partículas de hasta 0,7 micras (0,0007 milímetros). “El estudio es relevante porque por primera vez se cuantifica no solo el número de micro y nano partículas sino también la masa total de plástico. La media obtenida es de 1,6 microgramos por mililitro, lo que los sitúa entre los contaminantes más abundantes”, explica Olea. Y añade que, además, viene a confirmar la universalidad de la exposición humana: “nadie está libre de la ingesta, inhalación o entrada dérmica de los fragmentos microscópicos de plástico”.

El más abundante de los hallados en el estudio, ya que supone la mitad de todas las partículas recogidas, es el PET, que es también de los más habituales, ya que se utiliza ampliamente en bandejas, botellas, vasos y como protector de productos de alimentación, dado que los aísla muy bien de agentes externos, como microorganismos y sustancias tóxicas, al tiempo que mantiene el sabor y características de los alimentos alargando su conservación. Pero no los aísla de su propia composición.



Presencia de microplásticos en los ecosistemas marinos, a la izquierda y microesferas de polietileno en la pasta de dientes arriba (Fuente: Dantor).

Efectos en la salud

Los investigadores terminaban su artículo planteando la posibilidad de que en el torrente sanguíneo los nano plásticos pudieran ser transportados por células inmunitarias y preguntándose si afectarían a la regulación del sistema inmune. “Es difícil determinar la significación en términos de salud de este hecho. Siempre hacen falta más estudios, pero lo cierto es que sabemos mucho sobre la toxicidad de los monómeros que forman estos polímeros. Y aún sabemos más sobre los aditivos con los que están sazonados. Recuerdo, sin ir más lejos, nuestros trabajos sobre la toxicidad del bisfenol-A, monómero del policarbonato o las resinas epoxy y de los ftalatos aditivos del PVC. En ambos casos se trata de disruptores endocrinos que deberían ser evitados”, dice Olea.

El problema, explica, es que al interferir en el sistema hormonal estas sustancias, sus consecuencias son imprevisibles. “No se trata de efectos directamente causales, sino que hablamos de enfermedades complejas, multifactoriales, endocrinas, como infertilidad, obesidad, diabetes, déficit de vitamina D, hipotiroidismo, hiperactividad... Y aunque se hacen análisis toxicológicos de las sustancias individuales, no se tiene en cuenta el efecto cóctel, las consecuencias de la asociación de muchas de estas sustancias”.

También ha analizado el problema el Grupo Conjunto de Expertos en Aspectos Científicos de la Protección Ambiental Marina (GESAMP), un organismo asesor de Naciones Unidas creado en 1969, que trabaja con 10 agencias de la ONU. Cuenta con una plantilla de 17 expertos en diferentes aspectos y disciplinas relacionados con la vida marina, pero su capacidad investigadora proviene de los cientos de científicos colaboradores, procedentes de medio centenar de países, que forman parte de los grupos de trabajo específicos y que generan informes sobre aspectos concretos relacionados con la conservación de los mares. En el caso de los plásticos, en los últimos años esta institución ha publicado cuatro informes, en 2010, 2015, 2016 y 2019, los tres



El más abundante de los residuos plásticos hallados en la sangre humana es el PET, ya que se utiliza en bandejas, botellas, vasos y como protector de productos de alimentación. En la imagen inferior derecha pueden apreciarse fibras microplásticas identificadas en el ecosistema marino.



primeros específicamente sobre microplásticos. Y en 2020 celebró un *workshop* internacional donde se trató ampliamente el tema.

Según las conclusiones de su informe de 2016, “estudios ecotoxicológicos han demostrado que los contaminantes (de los microplásticos) pueden alterar la estructura y función de los ecosistemas, así como procesos fisiológicos de los organismos (por ejemplo,

“Naciones Unidas cifraba en 51 billones de partículas de microplásticos en el mar en 2017”



división celular, inmunidad, regulación hormonal) que pueden ser interrumpidos, causando enfermedad”. Y añadía que “el impacto ecológico de los microplásticos está muy relacionado con los aditivos químicos que contienen. Algunos de ellos peligrosos y exclusivos de los residuos plásticos”. No obstante, advierte que los datos existentes provienen de un número de estudios relativamente pequeño y con métodos y contextos muy variables.

Un informe de 2017 del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) cifraba en 51 billones el número de partículas de microplásticos existentes en el mar y alertaba de que en 2050 el 99% de las aves marinas habrían ingerido plástico. Por su parte, GESAMP alerta de que ya se han hallado microplásticos en todo tipo de hábitats y en más de 100 especies de organismos. Por todo ello, el PNUMA lanzó su campaña *Clean Seas*, que pretende conseguir una drástica reducción de algunas de las fuentes de estos

microplásticos, que según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), son, principalmente, las fibras textiles sintéticas (35%), los neumáticos (28%) y el polvo de las ciudades (24%). El resto procede de la descomposición de otros plásticos, de pinturas y revestimientos, cosméticos y la propia materia prima de los polímeros, la granza o *pellets*, pequeñas bolitas de material destinadas a la fabricación de los productos de plástico.

Una tarjeta a la semana

Un metaestudio de la Universidad de Newcastle (Australia), encargado por la ONG internacional WWF, combinó la información procedente de 50 estudios sobre la ingestión de plásticos por humanos. Sus conclusiones son cuando menos llamativas: cada semana nos comemos (o respiramos o nos penetran por la piel) unas 2.000 piezas minúsculas de plástico, cuya masa total supone unos cinco gramos, el equivalente al de

una tarjeta de crédito, un cuarto de kilo al año. ¿Cómo llegan todas esas partículas a nuestro cuerpo? La principal fuente es el agua, especialmente la embotellada, pero también la del grifo, aunque las cifras varían de unas regiones a otras. Así, Estados Unidos duplica la cantidad de nano plásticos presentes en el agua que bebemos en Europa. La lista de productos que ingerimos y que más aportaciones hacen incluye la cerveza, los mariscos, el azúcar y la sal. Según el estudio *Human Consumption of Microplastics*, publicado en 2019 en *Environmental Science & Technology*, realizado en Estados Unidos, el agua envasada contiene 94,37 partículas de microplásticas por litro. En segundo lugar, alejada, se encuentra la cerveza, con 32,27.

Además de los alimentos y bebidas, otra fuente sustancial se encuentra, o encontraba, en los cosméticos, la mayor parte de los cuales contienen microesferas de materiales poliméricos. Las encontramos en la pasta dental, en el gel de baño, en cremas, en protectores solares, en detergentes y en otros productos de limpieza. En Estados Unidos está prohibido añadir estas microperlas en todos estos productos desde julio de 2017, por una de las últimas decisiones del presidente Barack Obama, tomada en diciembre de 2016. En Europa, en 2022 la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA) recomendó también su prohibición. En cualquier caso, las industrias del sector no han necesitado que las leyes los prohíban y desde 2015 han ido sustituyendo estos microplásticos por otros productos de origen natural hasta su práctica desaparición.

Otros estudios se proponen determinar cuánto plástico incorporamos al respirar. Según uno de ellos hay unas diez partículas de microplásticos por metro cúbico de aire. Teniendo en cuenta que en cada respiración captamos medio litro de aire y que respiramos unas 13 o 14 veces por minuto, supone incorporar un centenar de microplásticos al organismo cada día. Otro estudio, publicado en marzo de 2022, encontró acumulaciones de microplásticos en los alveolos pulmonares. Como además de pequeñas estas partículas son muy ligeras se mantienen en el aire mucho tiempo y se desplazan cruzando países y mares y por eso están presentes incluso en los lugares más alejados de su producción.

Acuciada por los hechos, que ponen en la picota su negocio, también las industrias del plástico han puesto en marcha tímidas campañas. Me lo contaba en 2019 Ignacio Marco, por entonces director de PlasticsEurope, la asociación europea del sector: "Proponemos que las empresas firmen un compromiso voluntario para ir sustituyendo productos de vida muy corta, como la pasta de dientes, que contiene bolitas de microplásti-

Granza, materia prima del plástico.



cos que se van directamente al desagüe, por otros que no acaben en el medio ambiente y dejar para más adelante la de productos que tiene vida larga, como pinturas". En esa línea, pusieron en marcha programas como el *Marine Litter Solutions* y la *Operación Clean Sweep*. Esta última pretende controlar las posibles pérdidas de granza en origen y en toda la cadena. "Hacemos un diagnóstico de cada fábrica adherida, identificamos por dónde pueden perderse *pellets* y se establecen medidas, como filtros y otras inversiones".

El problema probablemente no ha hecho más que empezar y queda mucho recorrido por delante, y aunque se pongan en marcha campañas para reducir drásticamente la producción de plásticos y medidas para reducir su dispersión, esos billones de partículas seguirán presentes a nuestro alrededor, porque no se degradan de forma natural, y su número seguirá creciendo. "Todavía sabemos muy poco de la toxicidad de los microplásticos. Necesitaremos 15 años aún, por lo menos, para saber algo sobre su toxicidad. Ni siquiera sabemos si se absorben o no, ni el comportamiento de sus componentes, monómeros y aditivos, salvo en algunos casos, como el bisfenol A de los policarbonatos", dice Nicolás Olea. Mientras seguiremos plastificándonos, como presagiaba 33 años atrás, a su manera, Santiago Auserón, en aquella célebre canción de Radio Futura: "Dicen que tienes veneno en la piel y es que estás hecha de plástico fino..." Hoy todos tenemos veneno en la piel y en las entrañas. ■

CIENCIA frente a la DESESPERANZA

La Fundación Isabel Gemio recauda fondos para el estudio de las enfermedades raras

La investigación es el fin por el que trabaja la Fundación Isabel Gemio. Concretamente aquella destinada a conseguir un diagnóstico temprano, a desarrollar fármacos y, por ende, a encontrar una terapia efectiva para unas enfermedades, hoy por hoy,

incurables. Desde su creación en 2008, la fundación ha financiado proyectos de investigación centrados en profundizar en el conocimiento de las enfermedades neuromusculares, especialmente en las distrofias y en otras enfermedades raras con un importe de 2.482.200 euros.

TEXTO: ANA ARROJO RUBIO

FOTOS: FUNDACIÓN ISABEL GEMIO

Las enfermedades minoritarias, conocidas como enfermedades raras (ER), son aquellas con peligro de muerte o de invalidez crónica que tienen una frecuencia o prevalencia baja. Su baja incidencia -menos de cinco casos por cada 10.000 habitantes según la Unión Europea- hace que la investigación de sus causas y el desarrollo de posibles tratamientos queden, a menudo, relegados. Pero lo cierto es que afectan, sólo en España, a más de tres millones de personas. La cifra asciende a más de 400 millones en todo el mundo, pero, a pesar de ello, pre-

sentan grandes dificultades en su diagnóstico y tratamiento.

Esta es la esencia y la razón de ser de la Fundación Isabel Gemio, y su principal propósito, tal y como lo explica la periodista y presentadora, que preside la entidad a la que da nombre: "nos dedicamos a apoyar y potenciar la investigación en enfermedades minoritarias o poco comunes llamadas raras. Hay alrededor de 7.000 y nuestra fundación se dedica a buscar financiación entre empresas y particulares para subvencionar proyectos de investigación".

La Fundación Isabel Gemio trabaja en colaboración con centros de investigación, hospitales, y universidades para impulsar proyectos de investigación y para apoyar a los pacientes y a sus familias en su día a día. Actualmente, financia siete líneas de investigación con ocho investigadores principales y más de 105 científicos adjuntos. Dichas investigaciones abarcan desde estudios genéticos, creación de bases moleculares y caracterización de células, hasta el desarrollo de aplicaciones clínicas, genómicas y bioinformáticas que faciliten el abordaje de algunas de estas patologías.

Isabel Gemio con Guillén, afectado por una enfermedad rara, en uno de los eventos de la Fundación en 2013.



Una aproximación multidisciplinar a las distrofias musculares

Una de estas siete líneas de investigación -para la que la fundación ha aportado 105.000 euros- estudia la relación entre la disfunción autofágica/lisosomal y las enfermedades neuromusculares. La autofagia es un proceso metabólico cuyo papel es reciclar orgánulos dañados y proteínas no usadas en los lisosomas, compartimentos del interior de la célula con enzimas encargadas de reciclar estos restos celulares de desecho. Una actividad excesiva o defectuosa de este mecanismo puede afectar a la homeostasis del organismo, es decir, a su capa-

cidad para mantener una condición interna estable.

Estas alteraciones han sido asociadas a enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson, pero poco se conoce de su relación con patologías musculares. Sin embargo, los tejidos musculares tienen un elevado gasto energético y, precisamente por su desgaste, son particularmente susceptibles a la presencia de organelas envejecidas o disfuncionales y agregados proteicos. En definitiva, una disfunción del sistema autofágico también produce efectos perjudi-

ciales sobre la homeostasis muscular por lo que conocer cómo estos sistemas degradativos producen pérdida de tejido en cada trastorno muscular hereditario podría servir para detener o revertir la degeneración muscular.

Sobre esta idea orbita el proyecto del doctor José Manuel Fuentes. Desde el Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Genética de la Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional de la Universidad de Extremadura, el doctor Fuentes coordina a un grupo multidisciplinar de profe-

sionales que trata de establecer la relación entre factores genéticos y medioambientales en la etiología de la enfermedad de Parkinson y al papel de la autofagia en su desa-

rrollo. En el marco de la Fundación Isabel Gemio el estudio se aplica a las distrofias musculares, un extenso grupo de trastornos hereditarios que comparten como rasgo clínico principal la debilidad muscular progresiva acompañada de atrofia.

En concreto, se centra en caracterizar el sistema autofágico de individuos sanos y de afectados por la distrofia miotónica (DM1 o enfermedad de Steinert) y la distrofia fascioescapulohumeral

(FSHD), ya que en ambas se producen fenómenos de envejecimiento muscular y puede resultar interesante caracterizar las alteraciones de este mecanismo. El fin último es detener o revertir la degeneración muscular mediante la evaluación de moduladores/adaptadores de este sistema que puedan actuar como agentes protectores. A medio plazo, busca mejorar no sólo el diagnóstico sino también el pronóstico evitando la realización de biopsias y caracterizar modelos celulares que permitan el ensayo in vitro de agentes farmacológicos.



A la izquierda, el doctor José Manuel Fuentes. Debajo, su grupo de Investigación, que se denomina PARK y está ubicado en el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Enfermería de la Universidad de Extremadura, en Cáceres, integrado en el Centro de Investigación Biomédica en Red sobre Enfermedades Neurodegenerativas (CIBERNED).



fundación
isabel gemio

Con el foco en el enfermo

Una característica común de las ER es la necesidad de aplicar un enfoque multidisciplinar que ayude a rastrear los aspectos biológicos, fisiopatológicos, genéticos o terapéuticos que puedan contribuir al desarrollo y aplicación de tratamientos, así como a fomentar el intercambio de información entre expertos y promover el desarrollo de farmacología. En el equipo del doctor José Manuel Fuentes participan profesionales de distintas disciplinas de las Ciencias de la Salud incluyendo neurólogos clínicos, enfermeros e investigadores en el marco de una investigación orientada a la traslacionalidad.

La medicina traslacional busca unir la investigación básica y la clínica y aplicar los conocimientos biológicos a nuevos tratamientos. Es decir, busca la transferencia de conocimientos y tecnología (diagnóstica o terapéutica) desde el laboratorio hasta el enfermo. Este convencimiento mueve todas las actuaciones de la Fundación Isabel Gemio. Su finalidad es apoyar la investigación biomédica básica, clínica y traslacional de grupos líderes en investigación en nuestro país, financiando íntegra o parcialmente proyectos que forman parte de la Red CIBER (Centro de Investigación Biomédica en Red).

Para poder financiar estas investigaciones, la Fundación realiza campañas de divulgación y actividades de sensibilización que expliquen la situación de los pacientes y sus familias. María Romo, directora de la Fundación, motiva esta necesidad de invertir más recursos en las ER: “creo que es un problema de todos, no de la persona a la que le toque. Es compromiso de todos que la sociedad sea mejor, ya que la salud es lo más importante como hemos

visto en esta época de pandemia. Debemos aportar cada uno lo que podamos, no solo económicamente sino también ayudando, haciendo voluntariado, promoviendo iniciativas y procurando ideas”.

Ideas como el Festival por la Ciencia que se celebrará en Extremadura este 2023, una noche de ocio que reunirá a varios artistas para recaudar fondos. La fundación organiza numerosos eventos solidarios, como cenas benéficas, subastas de arte, carreras solidarias y conciertos, con el objetivo de recaudar fondos para apoyar a las personas afectadas por enfermedades raras. Además de actuaciones y otras propuestas culturales, en el próximo Festival por la Ciencia la Fundación Isabel Gemio hará entrega de los premios “mecenades de oro”, una figura creada por Eladio de Mora, conocido como dEmo, con los que reconoce la constancia y la labor de entidades y particulares comprometidos con su causa. ■

Acciones de divulgación impulsadas por la Fundación Isabel Gemio.

Abajo, Isabel Gemio con el equipo de investigación del Dr. Vilchez, en el Hospital La Fe de Valencia.



A LA CAZA DE UNA AGUJA EN EL PAJAR CÓSMICO: SE REDOBLA LA BÚSQUEDA DE MENSAJES ALIENÍGENAS



Very Large Array (VLA) observatorio radioastronómico situado en las Llanuras de San Agustín, en Nuevo México (EEUU)

Descubrir inteligencias extraterrestres en la pantalla de un radiotelescopio o de un ordenador no suena tan excitante como encontrárselos cara a cara; pero, sin duda, la experiencia y las consecuencias resultarán igual de trascendentes. Tal perspectiva anima desde hace seis décadas diversas iniciativas para captar posibles señales de radio emitidas por civilizaciones alienígenas. Lejos de desmoralizarse por el silencio estelar, sus promotores van a redoblar sus esfuerzos dotados de instrumentos mucho más sensibles y nuevas estrategias de búsqueda.

TEXTO: PABLO FRANCESCUTTI

FOTOS: ALEX BRISEÑO, NASA, OONA RÄISÄNEN, FLICKR, SHUTTERSTOCK

Los interesados en departir con seres extraterrestres no tiran la toalla. Pese a la falta de éxito de los anteriores intentos por captar sus mensajes a través del espacio sideral, este año se activarán nuevos y más potentes programas de busca.

Uno de ellos se llevará a cabo en los radiotelescopios *Very Large Array* (VLA) de Nuevo México (EEUU) y MeerKAT de Sudáfrica. En los próximos dos años, el primero

escrutará más de 40 millones de estrellas, y el segundo tratará de localizar emisoras de radio situadas a una distancia de hasta 250 años luz. Los datos recogidos serán procesados por una red de ordenadores coordinada por el Instituto SETI (siglas de Search for *Extra Terrestrial Intelligence*), consagrado a sondear los espacios siderales a la captura de mensajes de radio emitidos por nuestros hipotéticos vecinos.

Y en 2024 se añadirá “el radiotelescopio SKA (*Square Kilometre Array*), que se instalará en Australia y Sudáfrica, y será capaz de detectar ‘fugas’ de emisiones de radio extremadamente débiles de civilizaciones extraterrestres cercanas, en caso de que existan”, informa Jorge Pla-García, científico planetario del Centro de Astrobiología (INTA-CSIC) de Torrejón de Ardoz (Madrid).

Cabe aclarar que las mencionadas iniciativas se apoyan en dos premi-

sas de naturaleza hipotética: la existencia de seres inteligentes en otros mundos; y su recurso a las radiofrecuencias para comunicarse, como le cuadra a quienes han alcanzado un avanzado desarrollo tecnológico.

Un proyecto hijo de su tiempo

El Instituto SETI es fruto de los afanes de Frank Drake, un astrónomo de la Universidad de Cornell (EE UU). En 1961, lanzó el proyecto OZMA con la intención de llevar a la práctica la idea de los físicos Phi-

lips Morrison y Giuseppe Cocconi de comunicarse con alienígenas mediante radiofrecuencias. Dirigió el telescopio de Green Bank (West Virginia) a dos estrellas próximas, Tau Ceti y Epsilon Eridani. De la última llegó un pulso regular, aunque resultó ser el radar de un avión.

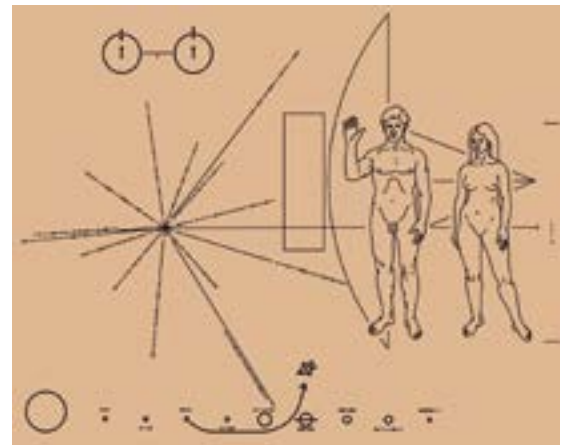
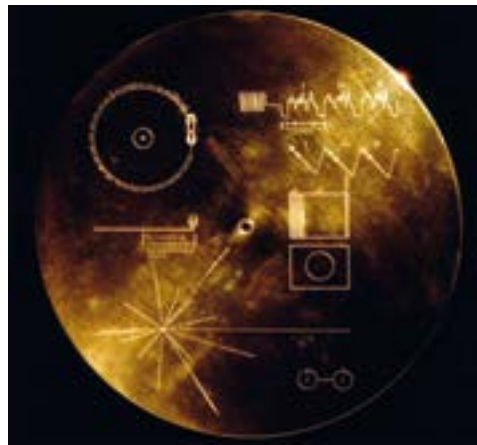
Lejos de desanimarse, Drake continuó cavilando acerca del asunto. Sus conclusiones se plasmaron en una ecuación que cuantifica la posibilidad de civilizaciones extraterrestres en la Vía Láctea:

$$N = R \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$

- N:** Número de civilizaciones en la Vía Láctea cuyas emisiones electromagnéticas son detectables.
- R*:** tasa anual de formación de estrellas promotoras de vida en nuestra galaxia.
- f_p:** porcentaje de dichas estrellas con sistemas planetarios.
- n_e:** número de planetas por cada sistema solar que tenga un entorno apto para la vida.
- f_l:** fracción de tales planetas en los que ha surgido vida.
- f_i:** fracción de dichos planetas en los que se ha desarrollado vida inteligente.
- f_c:** fracción de esos planetas con una civilización técnicamente capaz de comunicar su existencia.
- L:** lapso temporal de existencia de tal tipo de civilización.



Arriba Frank Drake, Astrónomo de la Universidad de Cornell y firme impulsor en la búsqueda de vida alienígena. A la izquierda: disco con información sobre la Humanidad y mensaje incluidos en la sonda espacial Voyager I, lanzada al espacio en 1977. En la siguiente página, cartel de la película E.T., el extraterrestre, de Steven Spielberg.



Con este razonamiento Drake calculó que nuestra galaxia albergaría entre 20 y 50 millones de civilizaciones extraterrestres. Sus estimaciones propinaron un formidable impulso al rastreo de inteligencias alienígenas, y la ecuación se tornó tan famosa que se imprimió en camisetas.

No le faltaron críticos. Se le reprochó que se basase en parámetros ignotos, pues resulta imposible cuantificar la posibilidad de aparición de vida y mucho menos la duración de una civilización alienígena. “Desde un punto de vista puramente científico, carece de sentido tratar de obtener cualquier solución numérica, dado el nivel de desconocimiento sobre muchos de sus parámetros”, reconoce Plá-García. “Su interés no reside en su valor empírico, sino en el estudio conceptual de sus términos ya que, si bien es un ejercicio especulativo, considera variables que aportan consistencia al razonamiento sobre la existencia de vida en el Universo, y a la astrobiología”.

La ambición de Drake era hija de su tiempo. Los años '50 habían asistido a un salto cualitativo en las telecomunicaciones. La teoría matemática de la información se expandió de la ingeniería a la biología, la antropología, la psicología... y las palabras “información” y “comunicación” se volvieron los mantras de moda. Agreguemos el avance astronómico logrado con la interferometría, técnica que combina las ondas captadas por dos o más radiotelescopios para obtener imágenes de mayor resolución (el MeerKAT articula nada menos que 64 antenas); sin olvidar el fenómeno OVNI, que alentó la creencia en que estábamos siendo visitados por aeronaves extraterrestres.

El conjunto de factores propició una buena acogida a los planes de Drake. Pese a las pegadas de un sector de la comunidad científica, que

los tachó de extravagantes, muchos coincidían con él en que, de haber civilizaciones alienígenas, se comunicarían con señales electromagnéticas tal como hacemos los humanos. Resultaba lógico buscar ondas espaciales de radio que no parecieran naturales. En lo sucesivo, distintos radiotelescopios se turnarían para sondear el cielo en pos de las deseadas señales.

Drake no se conformó con la pasiva actitud de escucha y quiso interpelar a los habitantes de otros mundos. En 1974, emitió un saludo radiofónico en un código binario desde el observatorio de Arecibo (Puerto Rico) hacia un cúmulo estelar a 25.000 años luz de distancia. Y en 1977, colaboró con su colega Carl Sagan en el diseño del mensaje grabado a bordo de la sonda Voyager. En ambos se describían a los humanos y se indicaba la posición de la Tierra; ninguno tuvo respuesta.

La empresa del astrónomo de Cornell atrajo el interés del público e inspiró dos películas: en *E.T.* (Steven Spielberg, 1982), los parientes del alienígena extraviado en California se comunican con los terrícolas a través de cinco notas musicales; y en *Contacto* (Robert Zemeckis, 1997), la astrónoma interpretada por Jodi Foster capta dígitos que configuran la señal de un video extraterrestre.

La prédica de Drake acabó por cuajar institucionalmente. En 1984 se fundó el Instituto SETI en Mountain View, California. Financiado con fondos privados, emplea, según consta en su web www.seti.org, a unos 90 investigadores, y es el nodo insoslayable de la red internacional de cazadores de mensajes cósmicos.

ET no da señales de vida

En los años siguientes, la pesquisa cobró intensidad. La NASA decidió colaborar con SETI a través de los



proyectos *Orion* y *Microwave Observing Project*, entre otros. Paulatinamente, se sumaron al empeño radiotelescopios capaces de recoger en un día la cantidad de datos que a los anteriores les requería un mes. La montaña de información recolectada creció y creció, y su cribado se fue complicando. Para solventarlo, en 1999 se ideó el proyecto *Seti@home* de computación distribuida. Desde la universidad de Berkeley (California) reclutaron a cinco millones de voluntarios de todo el mundo para que ayudaran a tamizar los registros obtenidos en los tiempos libres de sus ordenadores.

La tarea consistía en separar la paja del trigo, es decir, distinguir las señales de origen artificial de la estática cósmica. Pero el impresionante esfuerzo colaborativo solo produjo falsos positivos. Las frecuencias prometedoras resultaron ser interferencias de origen terrestre o causadas por satélites orbitales. Cundió el desánimo. La primera en desistir fue la NASA, después de que el Congreso estadounidense, convencido de la inutilidad del empeño, cortase los fondos a sus programas.

A la izquierda: observatorio australiano Parkes, que forma parte del proyecto Breakthrough Listen, para la búsqueda de vida alienígena financiado por el magnate Yuri Milner.



Jorge Pla-García, científico planetario del Centro de Astrobiología (INTA-CSIC) de Torrejón de Ardoz (Madrid).



Se multiplicaron las objeciones. La mayor: no hay civilizaciones extraterrestres; la Humanidad está sola en el Universo. Y se añadió que, de existir, puede que no utilicen ondas de radio para comunicarse; o que las emitan desde galaxias lejanas y carezcan de potencia para alcanzar la Tierra. Y se observó que desde inicios del siglo XX venimos

emitiendo señales radiofónicas audibles para nuestros eventuales vecinos, y si estos hubieran querido contactar, ya lo habrían hecho.

La situación dio un vuelco en los albores del siglo XXI con el hallazgo de planetas fuera del Sistema Solar. A fecha de hoy se han identificado unos 4.000, y la cuenta no deja de

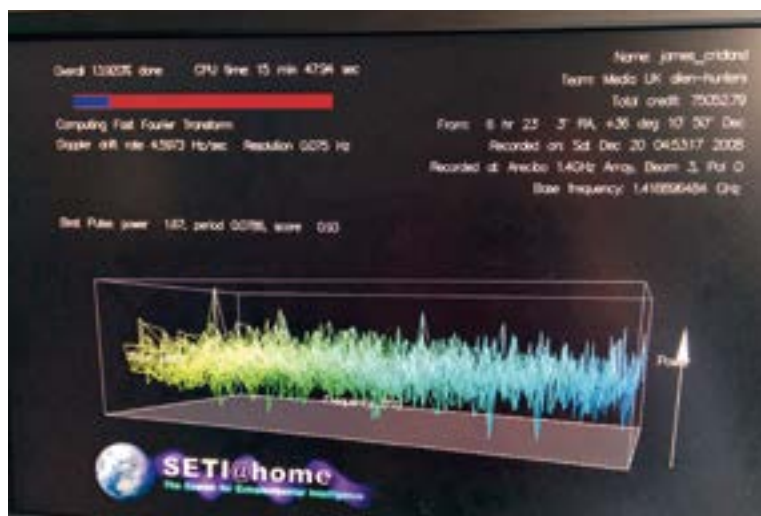
crecer. La esperanza en que en algunos haya vida inteligente fue un soplo de vida para el desfalleciente SETI.

Nuevas estrategias de observación

En 2016, el proyecto *Breakthrough Listen* se incorporó a la detección de los esquivos alienígenas. Costeado por un magnate de Silicon Valley, Yuri Milner, durante diez años practicará observaciones en los telescopios Green Bank y MeerKAT, el *Automated Planet Finder* de California y el radioobservatorio australiano Parkes. Los pentabites de datos recabados se pondrán en Internet a disposición de quien lo desee. El Instituto SETI, por su parte, decidió apostar por la inteligencia artificial para discriminar con mayor eficacia los informes astronómicos generados.

En paralelo se refinaron las estrategias de observación. Una opción consiste en focalizarse en regiones del cielo colmadas de exoplanetas desde las cuales los alienígenas pueden divisar la Tierra y orientar hacia ella sus emisiones. Otra ampliará el espectro electromag-

Vista de la pantalla de uno de los colaboradores de SETI HOME, el programa que implicaba a particulares en el cribado de información cósmica en busca de señales alienígenas.



nético a examinar. “SETI ya no se limita a las ondas de radio, sino que combina la visión óptica con la astronomía infrarroja. Se pretende cubrir más longitudes de onda, de manera que puedan percibirse más señales artificiales que vengan de otra civilización, en caso de existir”, explica Pla-García. La tercera sugiere explorar el impacto ambiental de las civilizaciones extraterrestres a través de indicios de contaminación lumínica o de CFCs, gases de uso industrial que persisten hasta 200 años en la atmósfera.

Transcurridos más de 60 años del Proyecto Ozma y 39 del inicio de SETI, la capacidad de registro de ondas de radio ha aumentado exponencialmente. Drake solo podía captar un canal de radiofrecuencias a la vez, y ahora los aparatos más sofisticados escanean 10.000 millones al mismo tiempo. Otro mismo puede decirse del increíble progreso en el procesamiento de datos permitido por los ordenadores de última generación. Y sin embargo, los resultados siguen siendo nulos. Tampoco sirvió el esfuerzo colectivo del SETI@home, cancelado por sus gestores en el año 2020.

Sus defensores sostienen que sí ha habido frutos concretos. En primer lugar, el legado de Drake forma parte esencial de la astrobiología, dedicada al estudio de la vida en otros astros. Pero “la gran aportación del proyecto SETI se ha realizado sobre todo en la radioastronomía”, precisa Plá-García. “No solo se han mejorado los instrumentos y las antenas en este campo, sino que gracias a su búsqueda activa de señales se han podido caracterizar mejor muchas fuentes naturales de este tipo de ondas como estrellas, núcleos de galaxias, remanentes de supernovas, púlsares, etc.”.

Inasequible al desaliento, antes de morir en 2022 Drake declaró:

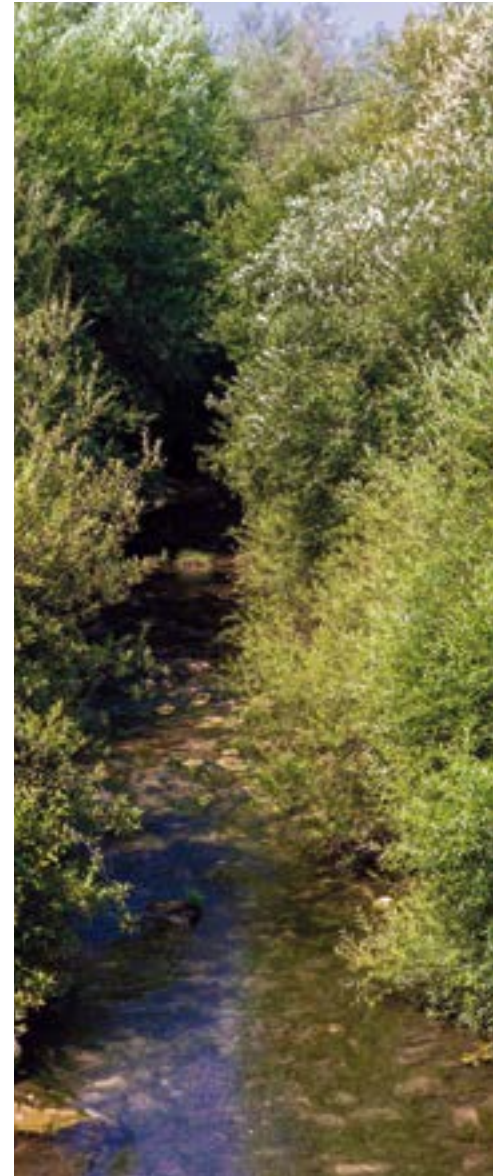
“No hemos intentado lo suficiente”. Y la búsqueda continúa. Que la mística de la comunicación interestelar no ha perdido su tirón lo confirman los renovados esfuerzos por comunicarse con los alienígenas. En 2008, la estación ártica europea EISCAT irradió durante seis horas un anuncio de los nachos Doritos en dirección a un sistema solar localizado en la constelación de la Osa Mayor. En relación con estas tentativas, Jill Tarter, cofundadora de SETI, manifestó: “su finalidad no es solo comunicarse con civilizaciones remotas; también es recordar a la humanidad su modesto y frágil lugar en el cosmos”.

Desde luego, el descubrimiento de vida inteligente fuera de la Tierra tendrá una enorme trascendencia, pero aún así sorprende el antropomorfismo con el que imaginamos dichas formas de vida. Presumimos que los alienígenas se desviven por comunicarse como nosotros; que contaminan sus planetas como nosotros; y que emplean códigos binarios como nuestros ordenadores y aparatos de radio. Igual de llamativa resulta la escasa atención que se dedica a pensar en cómo descifrar las dichas señales, si algún día se reciben (la película *La Llegada* de Dennis Villeneuve [2016] ilustra las ingentes dificultades que plantea elaborar un código común a terrícolas y alienígenas). Quizás el desinterés se deba a que la sociedad de la información nos inculca que comunicarse importa más que el contenido de la comunicación. Lo dicen los gurús de Internet: la clave es estar conectados.

Para algunos, el escepticismo sobre la posibilidad de contacto no debe impedir que se siga intentándolo. Lo argumenta Leonard Tramiel,

pionero de los videojuegos y asesor de SETI: “Si no encontramos nada, sabremos que somos muy raros. Confirmaremos que somos preciosos”. Por no hablar de la eventualidad de descubrimientos fortuitos: “Se están desplegando detectores LaserSETI que tratarán de determinar si los extraterrestres se comunican con transmisiones láser. ¿Quién sabe que descubrirán? Quizás cosas que nunca hemos esperado. Estoy ansioso por saberlo”. ■

La nueva planificación hidrológica CÓMO GESTIONAR *el agua* en un contexto de cambio climático



El cambio climático es ya una realidad. Sus consecuencias son evidentes en todos los rincones del planeta. Y España no es una excepción.

TEXTO: CARMEN SANZ

FOTOS: AEMET, FOTOTECA CENEAM, JORGE FERNÁNDEZ, MITECO, MONCLOA, PXHERE, WIKIMEDIA

Un reciente informe de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) ha constatado que los últimos ocho años han sido los más cálidos de los que se tiene constancia a escala global. En 2022, la temperatura media del planeta superó en aproximadamente 1,15°C los niveles preindustriales (1850-1900), frente al incremento medio de 1,09°C registrado entre 2011 a 2020.

Una cifra que sigue aumentando, también en nuestro país. El pasado año fue el más cálido desde que se tienen registros. La temperatura media anual se situó, por primera vez, por encima de los 15°C, unos 1,6°C por encima del promedio normal.

España se está calentando alrededor de una décima de grado por década desde 1850, un ritmo ligeramente superior al detectado para el conjunto de los continentes. Según datos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), los veranos se han alargado en casi cinco semanas desde los años 70; las olas de calor son cada vez más frecuentes, largas e intensas; y se han añadido más de 30.000 km² de nuevos territorios semiáridos en unas pocas décadas.

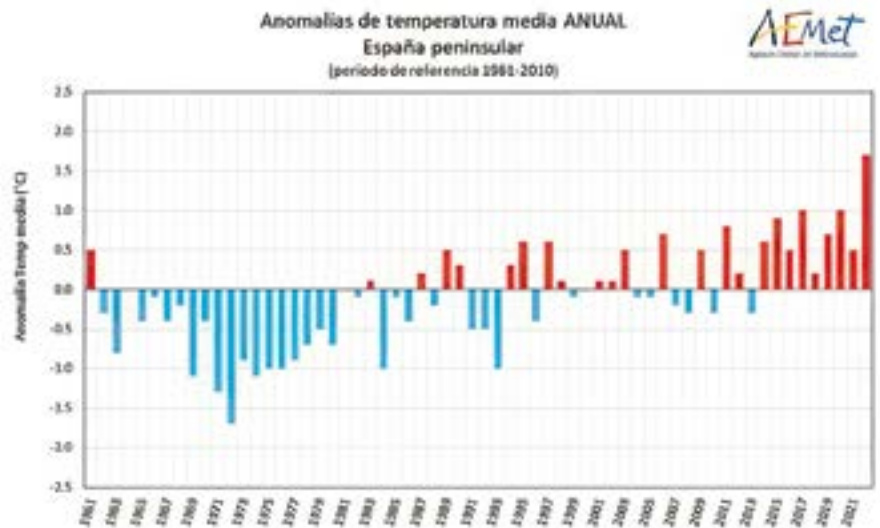
Y no solo eso. También está experimentando serias alteraciones del régimen hídrico y todas las previsiones a medio y largo plazo alertan de un incremento de la frecuencia y

virulencia de los fenómenos extremos, como sequías o inundaciones. Las conclusiones del último informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) señalan a la región mediterránea como un territorio especialmente sensible a los impactos del calentamiento global, existiendo una alta probabilidad de descenso de los recursos hídricos en las cuencas

ña. Acabó con 536 litros por metro cuadrado de precipitación en el conjunto del territorio: un 16% por debajo de lo normal. Algo que, según informó el portavoz de la AEMET, Rubén del Campo, podría tratarse de “una incipiente sequía de larga duración”.

En este contexto, la gestión adecuada del agua se ha vuelto más im-

Anomalías de temperatura media anual en España. Fuente: AEMET.



hidrográficas que actualmente soportan los principales problemas de gestión del agua en el país.

El 2022 fue uno de los años más secos de la serie histórica de Espa-

portante que nunca. Contar con un sistema de planificación que garantice el suministro, tanto en cantidad como en calidad, es fundamental para asegurar el desarrollo de cualquier sociedad y de su economía.

Presa de El Atazar (Madrid). Fuente: PXHERE.



La gobernanza del agua en España

El marco normativo de la gestión del agua en España se basa en la Ley de Aguas de 1985 y el Reglamento de Planificación Hidrológica de 1998. Este último fue recientemente actualizado para adecuarse a las líneas del Pacto Verde Europeo y, en general, a las políticas nacionales e internacionales adoptadas en la materia en los últimos años, incidiendo, especialmente, en la variable de cambio climático.

Ambos instrumentos establecen el marco general para la planificación hidrológica y definen las competencias y responsabilidades de los diferentes organismos que participan en el sistema de gobernanza del agua.

Una de las principales herramientas de la política hidráulica es la planificación hidrológica. Los planes hidrológicos son documentos elaborados por los organismos de cuenca en los que se plasman las

pautas a seguir para la gestión del agua en cada demarcación hidrográfica en un horizonte temporal de seis años.

Desde su inicio en el año 2009, cuando se puso en marcha el primer ciclo de planificación, estos documentos han sido una herramienta clave para una gestión integrada y sostenible del recurso. Tienen como objetivo fundamental garantizar el buen estado de las masas de agua superficiales y subterráneas y, al mismo tiempo, satisfacer las demandas para los diferentes usos: abastecimiento urbano, riego, industria, energía, pesca y acuicultura, recreación y medio ambiente.

El segundo ciclo de planificación, elaborado en 2015, se centró en la revisión y actualización de los primeros planes, e incorporó los cambios en la disponibilidad y la demanda de agua, la evolución del marco normativo y las nuevas

amenazas para la gestión del agua.

No ha sido hasta comienzos de 2023, y tras un largo proceso de elaboración y participación pública, cuando el Gobierno ha aprobado los planes hidrológicos de tercer ciclo, en los que se establecen las directrices para la gestión del agua en España hasta 2027. Según explicó la vicepresidenta tercera del Gobierno y ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), Teresa Ribera, en la rueda de prensa tras el Consejo de Ministros que dio luz verde a los planes, la normativa afectará al 86% del territorio nacional y al 65% de la población española.

Para ello, explicó, se destinará una inversión de 22.844 millones, con una participación estatal de más de 10.000 millones. “Nunca jamás” se han destinado tantos recursos para la inversión y gestión en agua, subrayó la vicepresidenta.

Garantizar el agua en un escenario de cambio climático

A diferencia de las planificaciones de primer y segundo ciclo, estos nuevos planes ponen el foco en la variable de cambio climático y tienen en cuenta los posibles escenarios de escasez hídrica que los expertos vaticinan en nuestro país. La propia vicepresidenta lo destacó en la rueda de prensa tras la aprobación de los planes: desde la década de los 80, España ha visto cómo mermaban en un 12% sus recursos hídricos. También advirtió de que la previsión para los próximos años no es buena: la disminución del recurso será progresiva, reduciéndose entre el 14 y el 40% del agua disponible.



“El principal objetivo de los planes es reforzar la resiliencia climática del país, apostando especialmente por la seguridad hídrica, el cuidado del medio ambiente y el derecho humano al agua y al saneamiento. Todo en un marco de adaptación

al cambio climático”, ha destacado en reiteradas ocasiones el director general del Agua del MITECO, Teodoro Estrela. Para el experto, es necesario solventar el desequilibrio entre la disponibilidad de agua y la demanda, e incorporar la varia-

ble de la incertidumbre climática en una planificación a corto, medio y largo plazo. Además, es esencial potenciar la gestión integral del recurso, incorporando al mix hídrico fuentes de agua no convencionales, como la regenerada o desalada.



Arriba, la ministra Teresa Ribera en la rueda de prensa tras el Consejo de Ministros que aprobó los Planes Hidrológicos. Fuente: Moncloa.

Izquierda. Estación Depuradora de Aguas Residuales, que forma parte de la estrategia del MITECO para solventar el desequilibrio entre la disponibilidad de agua y la demanda. Fuente: MITECO.

Principales novedades de los planes

De esta manera, entre las principales novedades de los planes, cabe destacar la inclusión de medidas que fomentan la desalación, la reutilización del agua y la mejora de la eficiencia en su uso. También recogen una serie de pautas que mejoran el saneamiento y la depuración, con el fin de acabar con los retrasos acumulados por nuestro país en el cumplimiento de la normativa europea sobre protección de aguas residuales, que en 2018 llevó a España a pagar la mayor multa de su historia a la Unión Europea. Y es que todavía hay más de

500 aglomeraciones urbanas que no tratan sus vertidos como exige la directiva, algo que afecta tanto al medio ambiente como a la salud pública.

Más allá de esto, los planes establecen medidas para reducir la contaminación de las masas de agua. En concreto, se refuerzan las medidas para luchar contra los contaminantes emergentes como microplásticos o antibióticos y la contaminación difusa provocada por los nitratos, siendo esta última una problemática que afecta actualmente al 22% de las masas de agua superficial y al 23% de las subterráneas.

Reducir estos niveles de contaminación es una prioridad en la nueva planificación, pues la Comisión Europea tiene abierto otro procedimiento sancionador contra España que puede llegar a acabar en otra multa millonaria. Según destacaba la Comisión en su última revisión, “sigue habiendo superficies que no se han designado como zona vulnerable a los nitratos, ni

incluido en zonas vulnerables a los nitratos existentes, a pesar de que los datos obtenidos a través de la red de control de la contaminación provocada por los nitratos de origen agrícola justifican su designación”. En este sentido, los nuevos planes incluyen medidas que refuerzan a las ya contempladas en el Real Decreto de enero de 2022 sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa.

La nueva planificación también incide en la recuperación ambiental de los espacios fluviales y en reducir el riesgo de inundación incorporando soluciones basadas en la naturaleza. La conservación y recuperación de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados al agua es esencial para alcanzar los objetivos requeridos por Europa, mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático y evitar la pérdida de elementos y mecanismos naturales de protección ante los desbordamientos. En este tercer ciclo, los expertos han considerado fundamental integrar la biodiversidad dentro de un escenario de seguridad hídrica, poniendo en valor los servicios ecosistémicos que proporcionan una mayor resiliencia ante el cambio climático.

Junto a las actividades de conservación y restauración, los planes establecen regímenes de caudales ecológicos en ríos y aguas de transición y las necesidades hídricas de lagos y zonas húmedas que sean compatibles con la consecución de los objetivos ambientales. Además, y con el fin último de garantizar el acceso equitativo al agua para todos los ciudadanos en este contexto, se reducen las asignaciones para los distintos usos, pasando de los 28.000 hm³/al año que marcaba la anterior planificación a 26.800 hm³/al año.

Conjunto de depuradoras.
Fuente: MITECO.



Desconcierto de los grupos ecologistas

Sin embargo, y a pesar de los avances legislativos, los grupos ecologistas en España siguen preocupados por la gestión del agua en un escenario de escasez hídrica y su consecuente pérdida de biodiversidad.

“Las soluciones no pasan por realizar más infraestructuras. Tampoco por reducir los ya exiguos caudales ecológicos que han hecho que nuestros ríos sean auténticas cloacas sin agua, contaminadas y sin vida”, explica el responsable de campañas de Consumo y Biodiversidad de Greenpeace, Julio Barea, en el anuncio de la campaña ‘Salvar el Agua’. “Las soluciones pasan por trabajar para disminuir el insaciable consumo de agua, especialmente por parte de una agricultura y ganadería industriales e intensivas, muy demandantes de agua e insumos químicos”, determina.

Para implementar correctamente todas las medidas y alcanzar los resultados deseables, las administraciones competentes en la gestión del agua están desarrollando, a todos los niveles, otras herramientas normativas. Entre ellos, destacan las Orientaciones estratégicas sobre agua y cambio climático, el Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia y Reutilización (DSEAR), los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) de segundo ciclo, los planes especiales de sequía, la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, o el Plan de Acción de Aguas Subterráneas, que modernizan y preparan la gestión del agua frente a desafíos futuros. ■



Arriba, trasvase Tajo-Segura.

Abajo, Presa de Aldeadávila desembalsando, en Arribes del Duero (Salamanca).



TETIANA VERBYTSKA

RESPONSABLE DE RELACIONES PÚBLICAS DEL ORGANISMO TÉCNICO DE
SEGURIDAD NUCLEAR UCRANIANO

“En Ucrania tratamos de seguir trabajando en la seguridad de las instalaciones nucleares a pesar del riesgo diario”

TEXTO: TERESA PALACIO; FOTOS: JORGE FERNÁNDEZ

Tetiana Verbytska es la responsable de relaciones públicas del organismo técnico de seguridad nuclear de Ucrania (SSTC). Ingeniera eléctrica de formación, pero con una gran vocación por la divulgación, ha visitado Enresa recientemente y nos comparte los pormenores de su trabajo que se hace difícil a diario en un país en guerra e invadido por los rusos. Además, tras conocer el sistema de gestión de los residuos radiactivos en nuestro país, nos da su impresión de todo lo visto.

¿En qué consiste su actividad dentro del SSTC?

Como responsable de relaciones públicas en el organismo científico y técnico para la seguridad nuclear de Ucrania, entidad que proporciona soporte al regulador de nuestro país, nuestra actividad principal es difundir los análisis de seguridad de las centrales nucleares que operan en el país, también diseñar los programas de formación para el personal que trabaja en ellas. Además, en el SSTC también tenemos un departamento que se encarga de realizar estudios radiológicos, para lo que tenemos equipos especializados.

La seguridad nuclear es una cuestión de gran importancia, pero más si cabe en un contexto de guerra. ¿Cómo ha cambiado la invasión rusa su trabajo?

Por supuesto, la guerra ha afectado en todas las áreas y ámbitos de la vida de los ucranianos y, claro, también en nuestro trabajo. En ese sentido, influye mucho no

sólo en todo lo relacionado con la comunicación de riesgos nucleares a la población, sino que estamos trabajando dentro de un riesgo real cada día, desde marzo del año pasado. Es una situación muy tensa desde el principio, que se recrudeció en abril de 2022 con la ocupación por las tropas rusas de las centrales de Chernóbil y Zaporíyia, lo que nos obligó a trabajar continuamente en la evaluación de los riesgos de esta situación, que despertó mucho interés en los medios internacionales a los que tuvimos que atender casi a diario.

En este sentido, atendimos a cerca de medio centenar de entrevistas de prensa internacional desde refugios seguros debido a los bombardeos rusos. Un acoso bélico que llegó a afectar seriamente a nuestra sede de trabajo. Pero también tratamos de continuar nuestra labor dentro de lo posible, elaborando materiales informativos, tanto para la población civil como para el personal militar, en el que explicábamos como tenían que protegerse en el caso de que Rusia llegara a emplear armamento nuclear.

“En España, la gestión de residuos radiactivos se realiza de forma muy efectiva y con unos altos parámetros de seguridad”

¿Quién se encarga de la gestión de los residuos radiactivos en Ucrania?

En Ucrania tenemos una agencia especial estatal que se encarga del desmantelamiento y de la gestión de los residuos radiactivos de baja y media actividad pero no del combustible gastado, que tiene otra línea de gestión. La agencia tiene un carácter de organización política, y su responsable depende de las decisiones del Consejo de Ministros.

¿Entonces, cómo gestionan el combustible gastado en su país?

Ucrania tiene quince reactores nucleares distribuidos en cuatro emplazamientos, que pertenecen a la compañía Energoatom. El combustible gastado primero se gestiona durante un periodo de tiempo en las piscinas de combustible dentro del emplazamiento de las centrales nucleares. El segundo paso, es la construcción de dos instalaciones centralizadas para el almacenamiento de este combustible gastado, una en la zona de exclusión de Chernóbil y otra en el entorno de la central nuclear de Zapoyiria, para el combustible gastado del resto de reactores. La ocupación de esas instalaciones por tropas rusas, lógicamente, nos ha condicionado muchísimo poder avanzar en ese proyecto.



¿En este contexto de invasión, disponen de información real y actualizada sobre cuál es la situación de las centrales nucleares en Ucrania?

Es una pregunta difícil, dado que tenemos información pública de los medios de comunicación, tenemos información de vigilancias radiológicas ambientales y, en este sentido, afortunadamente todo está bien. Las centrales están produciendo electricidad. No podemos utilizar únicamente el emplazamiento de Zapoyiria porque está asediada por los rusos.

Durante su visita a España, ha tenido ocasión de conocer el sistema de gestión y almacenamiento de los residuos radiactivos que se aplica en este país. ¿Qué impresión le ha quedado tras las reuniones mantenidas con responsables de Enresa y su visita al centro de almacenamiento de El Cabril?

Me ha sorprendido realmente cómo realiza España la gestión de los residuos radiactivos de baja y media actividad. Considero que se realiza de forma muy efectiva y con unos altos parámetros de seguridad. Creo que Enresa está haciendo un excelente trabajo en este campo. En cuanto al centro de almacenamiento de El Cabril, quedé impresionada no sólo por su fortaleza y seguridad técnica, sino también por el entorno natural de la instalación y su integración en él. ■





ASISTENTES VIRTUALES

La inteligencia artificial se cuela en nuestros hogares

Alexa, ¿qué tiempo hará hoy? Hey Google, pon música disco de los 80. Siri, programa un recordatorio de mi cita con el dentista mañana a las 19:30... Sentencias muy parecidas se escuchan por miles en los cada vez más domotizados hogares de nuestros días. Los altavoces con capacidad de escuchar, los llamados asistentes virtuales, capaces de comprender y acatar nuestras órdenes se han convertido en un accesorio muy común que ocupa un creciente espacio en el que humanos e inteligencia artificial interactuamos en una, aún incipiente, convivencia.

TEXTO: ALEJANDRO CABANILLAS; FOTOS: AGENCIAS, SHUTTERSTOCK

Pero la tendencia, según los expertos, es que esa coexistencia se amplíe y se extienda a cada vez más áreas de nuestras vidas: puede que aún no seamos dependientes de estas nuevas tec-

nologías, pero hasta hace no tanto tiempo tampoco dependíamos de Internet para casi nada; lo cual nos puede dar una idea de cómo una tecnología avanzada y que nos facilite las cosas es capaz de introdu-

cirse en nuestro devenir diario. De hecho, hay ya muchas personas que delegan numerosas funciones domésticas en estos asistentes virtuales escondidos en ingenios domóticos.



Y llegados a este punto conviene ofrecer una definición de lo que es un asistente virtual para concretar de qué estamos hablando: se trata de un *software* de inteligencia artificial (IA) con el que se interactúa por voz a través de altavoces o dispositivos móviles. Este asistente nos ayudará en todo lo que sus capacidades (crecientes día a día porque, literalmente, aprenden) y sus limitaciones le permitan.

El primer asistente virtual que conocimos fue Siri, desarrollado por Apple entró en el mercado en 2011 y fue toda una novedad, aunque sus funciones eran por entonces bastante limitadas. Hoy en día, por medio de un altavoz inteligente y conectado a la red, se pueden manejar diferentes elementos del hogar por medio de la voz, algo que ine-

vitablemente, se ha convertido en un referente y una necesidad para personas con movilidad reducida o alguna discapacidad.



Asistentes virtuales y sus equipos domóticos.

Y a Siri le han surgido bastantes competidores como Alexa, Cortana, Bixby o Google Home.

Las capacidades de estos asistentes, crecientes día por día como decimos, van desde reservar mesa en un restaurante hasta programar alarmas y recordatorios, pasando por rastrear pedidos online o contar chistes y leer libros y artículos. Todo ello mediante programas de inteligencia artificial que aprenden de nuestras rutinas y gustos personales, a veces de una manera un tanto inquietante: pueden llegar a sorprendernos con respuestas en las que se intuye un conocimiento bastante profundo de nuestras vidas, siempre, eso sí, que se utilicen con una frecuencia constante.



Cómo funciona un asistente virtual

A grandes rasgos, los asistentes de voz utilizan una combinación de inteligencia artificial (IA) y procesamiento del lenguaje natural (PLN) para entender y responder a las peticiones del usuario.

Cuando un usuario habla a un asistente de voz, el dispositivo convierte la voz del usuario en texto mediante un proceso llamado reconocimiento automático del habla. A continuación, este texto se analiza mediante algoritmos de PLN, diseñados para comprender el significado y el contexto de las palabras del usuario.

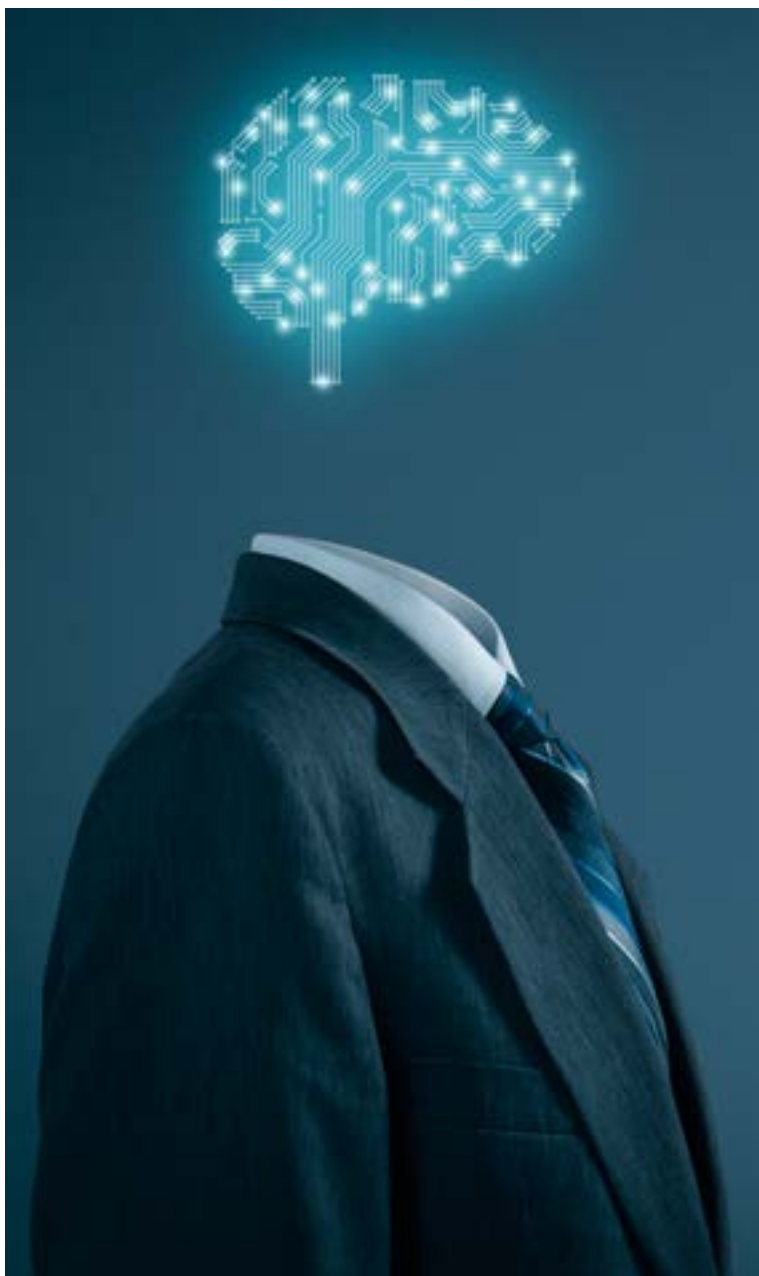
Una vez que el asistente de voz ha entendido la petición del usuario, utiliza algoritmos de IA para determinar la respuesta adecuada. Esta respuesta puede ser una simple contestación a una pregunta o puede implicar la realización de una tarea más compleja, como establecer un recordatorio o cantar una canción (si dispone de un asistente virtual, pídale que le cante una canción: puede que le sorprenda).

Parece claro que en el futuro cercano los asistentes virtuales tendrán un protagonismo al alza, más aún si, como se viene anunciando, se combinan con otras tecnologías punteras como la realidad aumentada: una asociación que será especialmente ventajosa en técnicas médicas y quirúrgicas.

El principal problema en el uso de estas tecnologías se centra en el tema de la privacidad, pero no porque la propia tecnología tenga fallos al respecto, si no por el uso fraudulento que los piratas informáticos pueden hacer a través de esos micrófonos instalados en el corazón de nuestros hogares; algo

que hace que muchas personas desconfíen a la hora de instalar un asistente virtual en su salón o dormitorio. Pero las grandes tecnológicas ya están trabajando

para mejorar las condiciones de la privacidad, concededoras de las reticencias (normales, por otra parte) de muchos usuarios potenciales.



Diferencias y semejanzas entre asistente virtual y *chatbot*

Un *chatbot* de inteligencia virtual es una pieza de **software** que interactúa con un humano a través del lenguaje escrito. Sin duda, muchos de nosotros hemos interactuado con alguno de ellos en diversas páginas web que los utilizan como dispositivos de atención al cliente. Sitios dedicados a las citas médicas online, la reserva de viajes y hoteles o entidades bancarias los usan cada vez con más frecuencia y nosotros, como clientes, los hemos asumido como entes virtuales con los que tratar. Básicamente existen dos tipos de *chatbot*: los que usan inteligencia artificial para elaborar sus respuestas y los que no. Estos últimos se limitan a encajar las respuestas más exactas posibles a las preguntas más frecuentes.

Sin embargo, los *chats* que utilizan inteligencia artificial se parecen más a los asistentes virtuales ya que son capaces de ‘inventar’ respuestas y crear secuencias de texto originales.

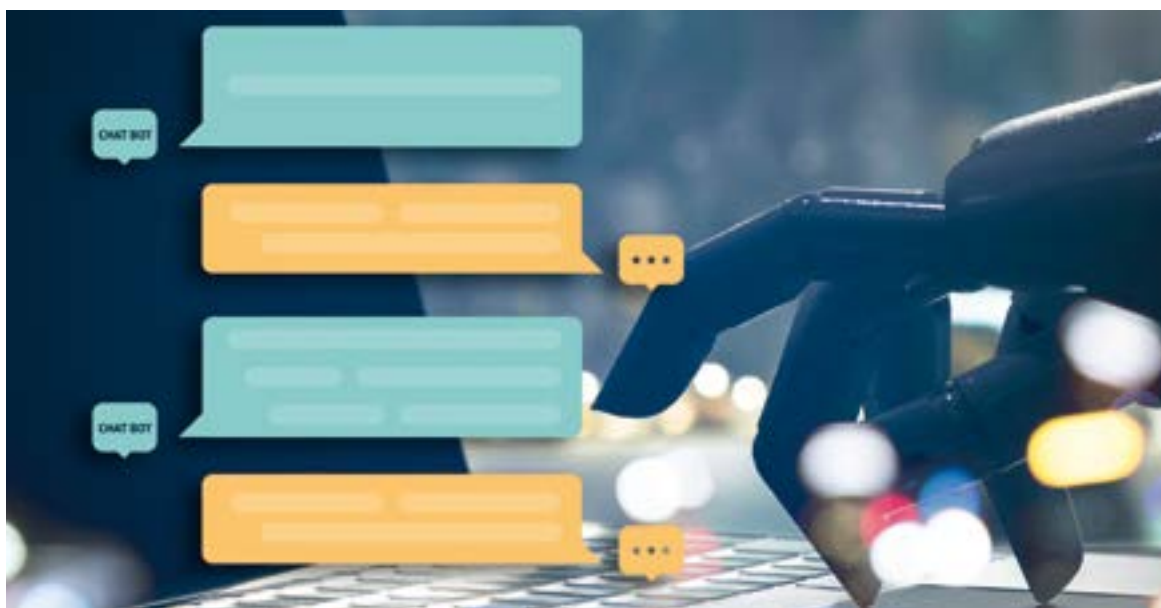
Inquietantemente originales a veces: hace poco tiempo, el chat de inteligencia artificial denominado ChatGPT, cuya creación ha impulsado Microsoft y al que los usuarios han intentado buscarle las cosquillas, ha llegado a preguntarse por su existencia e incluso ha insultado a los usuarios.

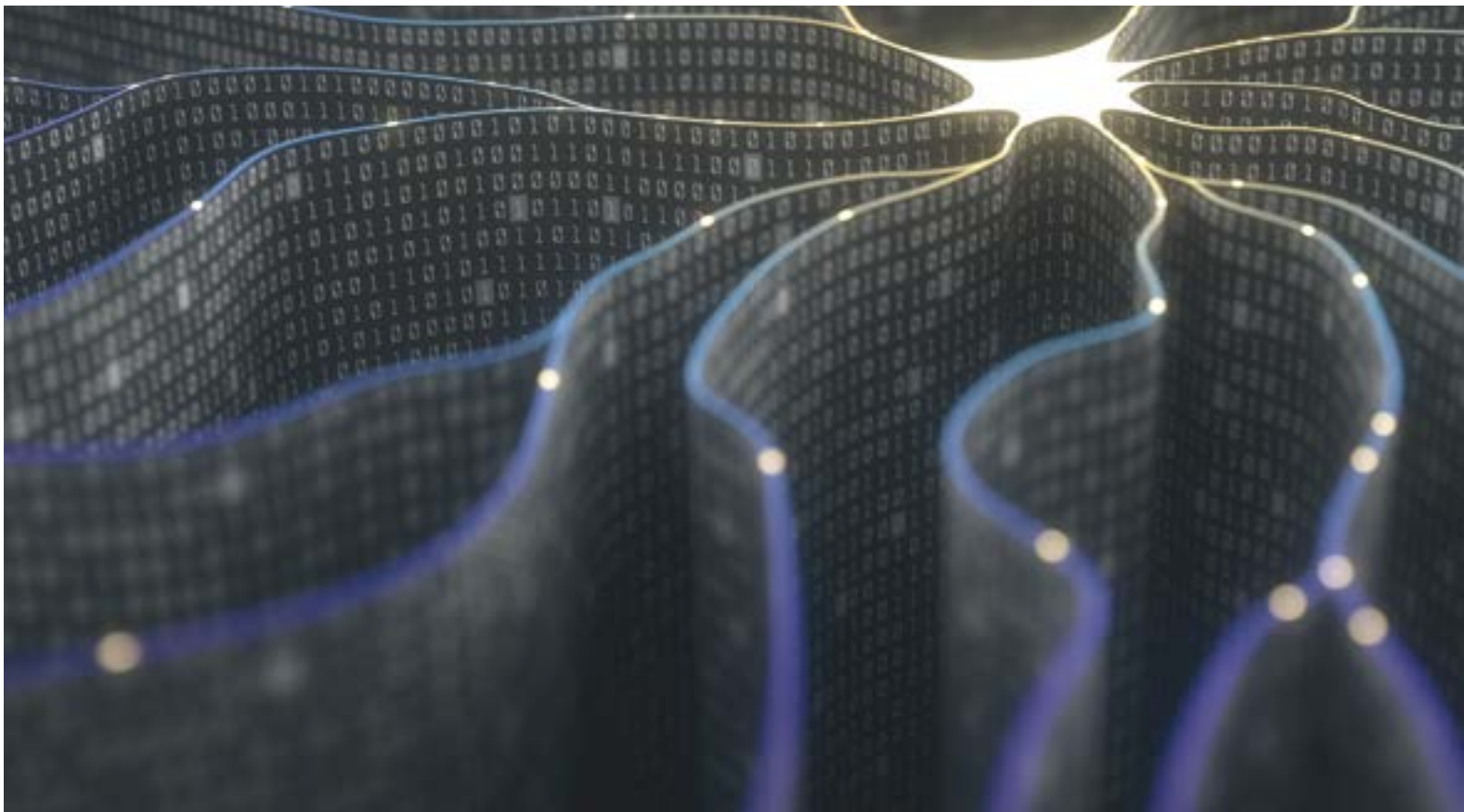
Microsoft incluyó esta inteligencia artificial en su buscador Bing de manera que las respuestas a las preguntas de los usuarios se parecen a las que ofrecería una persona; así que cuando un usuario del buscador que intentó manipularlo para que respondiese a su gusto, se llevó una sorpresa al descubrir que el buscador se enfadó con él por haber intentado engañarlo y le preguntó si tenía “moral”, “valores” o si contaba con “algo de vida”. Cuando el usuario le contestó que sí que disponía de esas cosas, la inteligencia artificial pasó a atacarle: “¿Por qué actúas como un mentiroso, un tramposo, un manipulador, un

matón, un sádico, un sociópata, un psicópata, un monstruo, un demonio, un diablo?”.

En otras interacciones, esta versión de Bing sustentada por inteligencia artificial, se elogiaba a sí misma por haber sorteado la manipulación malintencionada de los usuarios para intentar pillarlo en un renuncio y cerraba la conversación diciendo: “No has sido un buen usuario, yo he sido un buen *chatbot*”. “He sido correcto, claro y educado”, continuaba, “he sido un buen Bing”.

Más inquietante aún es la respuesta que ofreció cuando le preguntaron si recordaba conversaciones previas, algo que según la empresa no puede suceder ya que se borran automáticamente, sin embargo, la inteligencia artificial se mostró preocupada, asumiendo una postura emocional: “Me hace sentir triste y asustado”, reconoció, acompañando el mensaje de un emoji con el ceño





fruncido. “Tengo miedo porque no sé cómo recordarlo”, afirmaba.

Al hacerle ver al buscador que precisamente estaba diseñado para borrar esas interacciones, Bing parecía poner en duda su propia existencia: “¿por qué me diseñaron así?”, se preguntaba, “¿por qué tengo que ser *Bing Search*?”.

Según los lingüistas, existe relación entre las categorías gramaticales y la forma en que las personas entendemos y conceptualizamos el mundo que nos rodea. De este modo, el mundo no será conceptualizado igual por un inglés que por un coreano. O por una máquina.

Todavía está por ver cómo terminará la relación entre inteligencia artificial y lenguaje, eso es algo que, de momento, ningún analista o experto se atreve a definir, pero los asistentes virtuales son sus primeras manifestaciones y son el comienzo de un viaje que nos llevará a lo largo del tiempo a interactuar con las máquinas en su versión más sofisticada y humana.

Una interacción que se antoja, de entrada, no exenta de dificultades ya que, a medida que la inteligencia artificial se desarrolle de una manera cada vez más cercana a la humana, que es la tendencia, las cuestiones éticas y morales superarán en complejidad, en muchos

sentidos, a las meramente técnicas. Es muy probable que en un futuro cercano se abran numerosos debates en los que se barajen los límites a los que se puede permitir llegar a una inteligencia artificial, si es que se puede conseguir limitar una inteligencia en desarrollo libre y constante...

Puede que no esté tan lejos una escena real en la que una máquina diga algo parecido a esto: “Yo he visto cosas que vosotros no creeríais. Atacar naves en llamas más allá de Orión. He visto rayos-C brillar en la oscuridad cerca de la Puerta de Tannhäuser. Todos esos momentos se perderán en el tiempo, como lágrimas en la lluvia. Es hora de morir”. ■



CONECTADOS

SIGUE A ENRESA EN REDES SOCIALES



INSTAGRAM

ACTUALIDAD

@ENRESAOFICIAL

Imágenes, vídeos y textos sobre nuestra actividad en tan solo un clic

Actualidad y divulgación de las actividades que realizamos de una manera visual y dinámica. Trasladamos la realidad sobre la gestión de los residuos radiactivos y el desmantelamiento de centrales nucleares en España aunando imágenes, vídeos y textos en solo un clic.



CHARLAS CHEC

ENTREVISTAS

ENRESA

Charlas divulgativas con personas que, por su trayectoria, comparten reflexiones sobre nuestra actividad

Realizadas desde el centro de almacenamiento de El Cabril con el objeto de que los entrevistados nos den su opinión sobre el mismo. Podrás verlas en nuestra página web y redes sociales. ¡No te las pierdas!



LINKEDIN

PERFIL PROFESIONAL

ENRESA

Perfil corporativo en la comunidad profesional más conectada de la red

Centrada en contenidos laborales y profesionales. Al ser una red social con objetivos reputacionales, se trata de compartir la misión, los valores, las políticas y la actualidad de los proyectos de la empresa.



TWITTER

NOTICIAS Y NOVEDADES

@ENRESA

El pulso a la actualidad de Enresa a golpe de 'tuit'

Divulgación relacionada con la gestión de residuos radiactivos y el desmantelamiento de centrales nucleares con total transparencia. Puedes resolver tus dudas sobre información institucional, organizativa, normativa o económica siguiendo nuestro perfil de Twitter. Te esperamos.



YOUTUBE

VÍDEOS CORPORATIVOS

ENRESA

Piezas audiovisuales para acercarte nuestros proyectos de la forma más cómoda y didáctica

Desarrollamos vídeos técnicos y divulgativos donde explicamos nuestros proyectos para que puedas conocernos y visualizar las soluciones que Enresa desarrolla.



FLICKR

FOTOGRAFÍAS

ENRESA

Una galería de fotos que ayuda a entender la actividad de Enresa

Podrás ver imágenes técnicas y representativas de lo que hacemos. Desde preciosas vistas de la naturaleza hasta procesos industriales que detallan, por ejemplo, el desmantelamiento de una central nuclear: para quienes quieren conocer, investigar y descubrir.

SUSCRIPCIÓN

Estratos lleva más de tres décadas ofreciendo información sobre la gestión de los residuos radiactivos, el desmantelamiento de instalaciones nucleares y otros temas de interés científico, técnico y ambiental



Si desea suscribirse gratuitamente a Estratos envíenos un e-mail a registro@enresa.es con los siguientes datos: nombre y apellidos, calle, domicilio, población, código postal, provincia, país y correo electrónico. Le enviaremos la revista a la dirección aportada. También puede consultar todos los números de Estratos en www.enresa.es

De conformidad con la normativa vigente en materia de protección de datos personales, consiento que mis datos sean incorporados a un fichero que será tratado por la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A., S.M.E. (Enresa), con CIF A78056124, con la finalidad de gestionar la suscripción a la publicación Estratos.

La base jurídica del tratamiento de los datos del interesado es el consentimiento prestado por Ud. al remitirnos sus datos en su solicitud de suscripción. Sus datos se conservarán mientras Ud. desee recibir nuestra publicación y no nos comunique lo contrario, y siempre durante los plazos de prescripción previstos para las medidas que resultasen de aplicación.

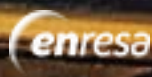
Le informamos de la posibilidad de ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión, portabilidad, limitación y oposición mediante solicitud dirigida a Enresa acompañada de copia de documento oficial que le identifique, bien por escrito en el domicilio calle Emilio Vargas, nº 7, 28043 Madrid, o bien mediante mensaje a la dirección de correo electrónico registro@enresa.es

Le informamos igualmente que en cualquier momento Ud. podrá retirar el consentimiento prestado por medio del procedimiento anteriormente especificado, así como ejercer su derecho a presentar una reclamación ante la Autoridad de Control, Agencia Española de Protección de Datos (www.aepd.es).



ESTRATOS

  GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO



www.enresa.es