

ESTRATOS

**Una granja
en Marte**

**Enresa y las
salvaguardias
nucleares**

**La metrópoli
verde**

**Guillermo
Palomero**

Fundación Oso Pardo

***“En España ya podemos
avistar osos en libertad en
mejores condiciones que en
otros lugares de Europa”***



ESTRATOS

MÁS DE 30 AÑOS DE INFORMACIÓN SOBRE LA ACTUALIDAD DE ENRESA Y REPORTAJES SOBRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE



Más seguridad en el desarrollo del PGRR

Editorial

El 20 de mayo el Boletín Oficial del Estado publicaba la Ley 7/2021 de cambio climático y transición energética. Esta ley contiene una disposición final que afecta de manera directa a Enresa al establecer que las obras contempladas en el Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR) son reconocidas como obras públicas de interés general.

En concreto, la disposición final novena de la citada ley modifica el artículo 38 bis de la Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear, dándole la siguiente redacción: *“Las obras de construcción, ampliación, reparación, conservación, explotación, desmantelamiento o cualesquiera otras que, en ejecución del Plan General de Residuos Radiactivos aprobado por el Gobierno y con cargo al Fondo para su financiación, la Empresa Nacional de Residuos Radioactivos, S.A., S. M. E. (Enresa), por sí misma o a través de terceros, deba llevar a cabo para la prestación del servicio público esencial que tiene encomendado, constituyen obras públicas de interés general.”*

En este punto no podemos perder de vista el origen y objetivos de esta empresa pública, que está al servicio de la sociedad y se creó para garantizar la correcta gestión de los residuos radiactivos generados en España. Por tanto, la consideración de los trabajos de Enresa como *“obras públicas de interés general”*, equipara sus actuaciones a las de otras construcciones públicas (viarias, ferroviarias, portuarias, aeroportuarias, hidráulicas, etc.), de forma que ya no estarán sujetas a licencia municipal de obras. Se trata de una petición histórica de Enresa que, una vez atendida, aporta a la empresa y a la sociedad en su conjunto seguridad en el desarrollo de las actividades del PGRR.

Las actividades de desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera o los trabajos que se llevan a cabo en El Cabril son la punta del iceberg de las actuaciones de Enresa. Pero el día a día de la empresa tiene, además, otras actividades, menos conocidas,

que conforman su quehacer cotidiano y que dan sentido al carácter de servicio público que le confiere su decreto fundacional. La retirada de residuos de instalaciones nucleares y radiactivas, la gestión del combustible gastado en almacenes en las propias centrales nucleares, la retirada de antiguas fuentes de radioterapia, la campaña de recogida de pararrayos radiactivos o de fuentes huérfanas, la restauración ambiental de viejas minas de uranio o el desarrollo de una correcta logística de transporte de los residuos radiactivos de baja y media y muy baja actividad a El Cabril son actuaciones que forman parte del currículum de la empresa, y que configuran su carácter de *“interés general”*.

Sin embargo, la conformación de este nuevo escenario no quiere decir que Enresa ya no vaya a contar con los ayuntamientos de los municipios en los que desarrolla su actividad. Todo lo contrario, siempre se les solicitará un informe de compatibilidad urbanística antes de acometer cualquier nueva construcción. El compromiso de colaboración y el apoyo al desarrollo de los entornos en los que está presente Enresa son un pilar fundamental de su relación con la sociedad en los más de treinta y cinco años de vida de la empresa.

Por tanto, la implicación de Enresa con sus entornos seguirá siendo máxima. No sólo mediante el pago de las asignaciones estipuladas por ley, que en 2020 superaron los 25 millones de euros, sino también contribuyendo al desarrollo del tejido económico y a la generación de empleo que se ha plasmado en la cofinanciación de más de 175 proyectos de desarrollo local por importe de más de 10 millones de euros durante los últimos años.

Esto seguirá siendo así, pero siempre sin perder de vista la misión de servicio público esencial que tiene encomendada la empresa. Un cometido fundacional que requiere de infraestructuras ahora reconocidas como de interés general.

ESTRATOS

Comité Editorial:

José Luis Navarro Rivera, presidente de Enresa.

María Pérez Fernández, directora de Desarrollo Corporativo.

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:

Yolanda Gil López, Mercedes Martí Icz

Redactores y Colaboradores:

Álvaro Rojo, Álvaro Rodríguez Beceiro, Nuria Prieto, María García de la Fuente, Jorge Fernández, Elena Vico, María Quirós, Ignacio Fernández Bayo, Fernando Lentijo, J. F. Narcea, Marta Arroyo

Fotografía e Infografía:

Archivo Enresa, Álvaro Rojo, J. Fernández, José M^a Fernández Díaz-Formentí

Producción:

Carmen González, Ana Arrojo, Ana Martín

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:

Komuso

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.



CONTENIDOS

6

ACTUALIDAD

Noticias Enresa

AENOR renueva la certificación del Sistema de Gestión Ambiental de El Cabril. El Cabril concluye la clausura de la celda de almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad número 20. Enresa firma acuerdos con la Fundación CEOE, Sogin y Posiva.



12

HISTORIA

Enresa y el cumplimiento de las salvaguardias nucleares. Historia de un Tratado

Instituciones europeas y organizaciones internacionales del ámbito de la energía nuclear vigilan la utilización para fines no pacíficos del material nuclear.

18

DESMANTELAMIENTO

La FUA, el primer desmantelamiento realizado en España

En diciembre de 1985, con la transferencia de titularidad de la Fábrica de Uranio de Andújar, Enresa iniciaba el camino para su clausura y desmantelamiento. Veintiséis años después el emplazamiento continúa bajo la vigilancia y control de los técnicos de Enresa.

24

INTERNACIONAL

La gestión de los residuos radiactivos y el combustible gastado en la Unión Europea

Un análisis del marco normativo, institucional y desarrollo de los programas nacionales en materia de gestión de residuos radiactivos en Europa.



30

ENTREVISTA

Guillermo Palomero, Presidente de la Fundación Oso Pardo

Tras más de tres décadas presidiendo esta ONG dedicada a la conservación del oso y de su hábitat en la Cordillera Cantábrica y Pirineos, el compromiso de este naturalista con el mantenimiento de la población de esta emblemática especie del norte peninsular continúa inquebrantable.



38

FUTURO

Una granja en Marte

Cualquier misión que pretenda llevar humanos al planeta rojo, en un viaje cuya duración será de algo más de dos años, deberá ser capaz de asegurar que los astronautas puedan generar sus propios alimentos, tanto durante los trayectos como en el destino. Un objetivo aún en pañales cuando China y Estados Unidos se proponen asaltar nuestro vecino en breve. Y España participa en el desafío.

44

ENTORNO

La metrópoli verde

Situado en los Montes Obarenes-San Zadornil, a caballo con la provincia de Alava, la Metrópoli Verde reúne toda la magia de esos lugares especiales que inundan los sentidos. Un infinito bosque de bosques. Un territorio desbordante de belleza en el que conviven apiñados, en un insólito y cosmopolita mosaico de "culturas forestales".

50

FUTURO

Coches con presente y baterías con futuro

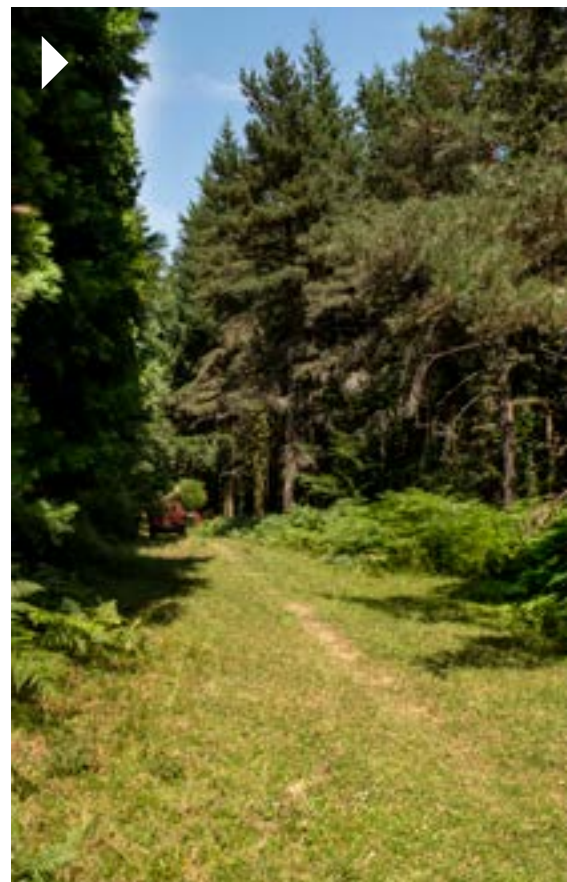
Las baterías de ion litio han sido fundamentales para el desarrollo de la tecnología móvil que hoy llevamos encima y también de los coches eléctricos.

56

FOTORREPORTAJE

Enresa a vista de dron

Fotografías desde el aire del Centro de Almacenamiento de El Cabril, del cajón del reactor de la central nuclear Vandellós I y secuencia del desmantelamiento la central nuclear José Cabrera.



58

SUGERENCIAS

59

SUSCRIPCIÓN

AENOR renueva la certificación del Sistema de Gestión Ambiental de El Cabril

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) ha renovado recientemente la certificación del Sistema de Gestión Ambiental de El Cabril a la vista de los resultados de la auditoría de renovación de esta certificación, que esta entidad realizó del 12 al 14 de julio pasados en la instalación cordobesa, en la que pudo comprobar la implantación en el Sistema de Gestión Ambiental de la instalación de la Sierra Albarrana de los requisitos especificados en la norma de referencia UNE-EN ISO 14001:2015.

El Cabril certificó por primera vez su Sistema de Gestión Ambiental en 1997, y en los últimos 24 años ha seguido renovándola regularmente.

En su informe, AENOR declara que *“el Sistema de Gestión Ambiental continúa cumpliendo con los requisitos de la Norma y con el resto de los criterios de auditoría (requisitos legales y reglamentarios, requisitos del cliente, requisitos propios del sistema de gestión interno) y se considera que se encuentra eficazmente implantado”*. Asimismo, destaca *“el grado de madurez e implantación de este sistema en la organización”*.

La Asociación Española de Normalización y Certificación se sitúa entre las diez certificadoras más importantes del mundo y sus acreditaciones son de las más valoradas en el ámbito internacional, ya que esta organización ha emitido certificados en más de 60 países.

El Consejo de Seguridad Nuclear inspecciona en El Cabril el proceso de toma de muestras para el PVRA

El Consejo de Seguridad Nuclear llevó a cabo, del 21 al 24 de septiembre, en El Cabril la inspección que, con carácter bienal, se realiza al Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA). Una parte importante de esta inspección, que contó con la asistencia del personal del Servicio de Protección Radiológica y Medio Ambiente de El Cabril (SPRyMA), se centró en el proceso de toma

de muestras para el PVRA. Cada año, la instalación de la Albarrana recoge cerca de mil muestras y realiza más de 1.300 análisis de radiación directa, aire, alimentos, caza, pesca, vegetación, agua, sedimentos y suelos, recogidas tanto en la propia instalación como en fincas y poblaciones de su entorno.

Durante esta inspección, los técnicos del organismo regulador supervisaron la recogida de muestras prevista para esas fechas, según el programa y calendario de cada campaña que se envía anualmente al CSN y que, para esos días, comprendía la recogida en aire de partículas de polvo de tritio y carbono. Al mismo tiempo, los inspectores del Consejo visitaron las estaciones de muestreo de suelos e hicieron un recorrido por los puntos de vigilancia de dosimetría ambiental.

La inspección finalizó el 24 de septiembre con una sesión telemática, a la que se incorporaron también miembros de la Unidad Técnica de Protección Radiológica (UTPR) de Enresa, en la que se realizó un análisis del registro, el control administrativo y los resultados obtenidos en los análisis del programa.



Proceso de toma de muestras para el PVRA en El Cabril.

Enresa y Sogin prorrogan su acuerdo de colaboración técnica

Enresa y la agencia italiana Sogin acordaron recientemente la renovación del acuerdo de colaboración que ambas entidades mantienen desde el año 2001, en materias como la gestión de residuos radiactivos, especialmente la operación de un almacenamiento para RBMA; la gestión de residuos de alta actividad; recopilación de datos sobre formaciones geológicas; desarrollo de laboratorios de investigación subterráneos para un almacenamiento geológico profundo; intercambio de información científica y técnica, así como de resultados de I+D; o participación conjunta en programas europeos de ayuda técnica o investigación, entre otros temas.

El presidente de Enresa, José Luis Navarro, y el director técnico de la empresa, Alvaro Rodríguez

Beceiro, firmaron con Emanuele Fontani, director general de Sogin, la prórroga de este acuerdo que alcanzará un cuarto de siglo de colaboración sobre la base del beneficio mutuo, la igualdad y la reciprocidad. Ambas empresas expresaron su satisfacción por las sinergias de mucho interés para ambas partes que esta sólida cooperación está generando.

Sogin es una sociedad anónima italiana cuyo capital social es propiedad del Ministerio de Economía y Finanzas, que tiene la misión corporativa principal de llevar a cabo el desmantelamiento de las antiguas centrales nucleares italianas y de las instalaciones relacionadas con el ciclo del combustible, así como de la gestión segura de residuos radiactivos, incluido el almacenamiento temporal y definitivo.

Nuevas demoliciones evidencian la recta final de Zorita



A la izquierda, estado del emplazamiento de Zorita en la primavera de este año. Al finalizar el verano (foto derecha), se puede apreciar que varios edificios del fondo ya han sido también demolidos.

Durante los últimos meses, los trabajos de desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera (Almonacid de Zorita, Guadalajara) han seguido dando pasos importantes dentro de su última etapa.

Tras los trabajos en el muro exterior del Edificio de Contención, se procedió al desmontaje del almacén número 3 que albergaba residuos radiactivos de muy baja actividad de la central. Este edificio, que fue previamente caracterizado, descontaminado y desclasificado, estaba construido en su mayor parte con estructuras metálicas. Posteriormente, las demoliciones continuaron con el Archivo de Garantía de Calidad, el Edificio de Descla-

sificables y, durante el verano, la demolición más significativa fue la desarrollada en el Edificio de Talleres de la instalación. Estaba compuesto por dos plantas de forma rectangular de 55,45 metros x 16 metros, y una altura aproximada de 7 metros. En este edificio estaban ubicados, principalmente, los talleres mecánico, eléctrico y de instrumentación, así como el servicio médico de la instalación.

Una que sea demolido el Edificio Auxiliar de Desmantelamiento de la instalación en 2022 (EAD, antiguo Edificio de Turbinas), la retirada de los grandes edificios de la central de Zorita será una realidad, y el aspecto externo del emplazamiento evidenciará el fin de los grandes trabajos de demolición.

Enresa y la Fundación CEOE firman un acuerdo para la donación de equipos de ofimática

El presidente de Enresa, José Luis Navarro Ribera, y la presidenta de la Fundación de la Confederación Española de Organizaciones Empresariales (CEOE), Fátima Báñez, firmaron en el mes de julio un acuerdo para la donación de 92 equipos de ofimática, dentro del programa Digitalización Sostenible, que la fundación desarrolla para reducir la brecha digital, en el marco del proyecto Empresas que Ayudan puesto en marcha al inicio de la pandemia.

El objetivo de esta donación y del proyecto de Digitalización Sostenible es fomentar, de este modo, el acceso universal a la tecnología y contribuir al desarrollo de la economía circular a través de la reutilización de los aparatos eléctricos y electrónicos al final de su vida útil.

Para ello, desde la Fundación de la CEOE se viene impulsando una recogida selectiva de ordenadores y tabletas a través del tejido empresarial de toda España, a fin de generar nuevas oportunidades para personas en riesgo de exclusión.

Con esta donación solidaria, Enresa cumple con parte de los objetivos fijados en su Plan de Responsabilidad Social Corporativa y, en consonancia, con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que figuran en la Agenda 2030, como la reducción de residuos, la protección del Medio Ambiente o la reducción de la brecha digital.



Enresa y Posiva firma un acuerdo de cooperación para los próximos cinco años

Enresa firmó el pasado día 13 de octubre un acuerdo de cooperación con la empresa finlandesa Posiva Oy y su filial Posiva Solutions. Este acuerdo, el primero que se plasma entre estas entidades, tiene una duración de cinco años e incluye un compromiso de intercambio de información, de experiencias y de participación en la implementación y organización de proyectos conjuntos. Además, contempla la asistencia técnica en el campo de la I+D, la caracterización, tratamiento y acondicionamiento de residuos radiactivos para su almacenamiento, y el diseño, construcción y operación de un AGP.

Este acuerdo fue rubricado, en representación de Enresa, por Alvaro Rodríguez Beceiro y Mariano Navarro, director técnico y director de ingeniería, respectivamente. Por parte de Posiva Oy firmaron Janne Mokka, director general y Petteri Vuorio, director de Ingeniería; mientras que, en nombre de

Posiva Solutions, signaron su director general, Mika Mohjonen, y Jari Makkonen, jefe de Ventas y Marketing.

Posiva es la entidad responsable en Finlandia de la gestión final del combustible nuclear gastado. Esta empresa se encarga de los trabajos de investigación, desarrollo y diseño destinados al almacenamiento definitivo de estos residuos y trabaja actualmente en la construcción de ONKALO®, el almacenamiento geológico profundo de este país nórdico, que se prevé entre en operación en 2025.

Por su parte, Posiva Solutions Oy inició sus actividades en junio de 2016 centrada en la venta del conocimiento que Posiva Oy ha acumulado durante los últimos 40 años a partir de sus actividades de I+D, selección, diseño, construcción de emplazamientos y participación de los stakeholders en el almacenamiento final del combustible nuclear gastado.

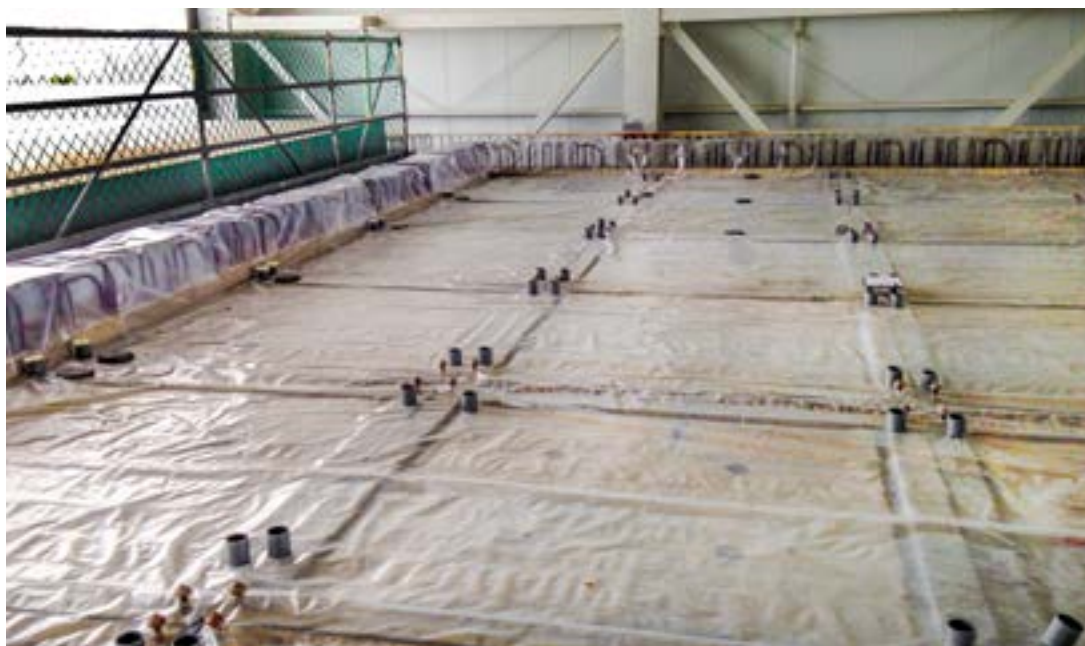
El Cabril concluye la clausura de la celda de almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad número 20

El centro de almacenamiento de El Cabril concluyó recientemente el hormigonado estructural de la losa de cierre de la celda 20 de la instalación. De esta forma, finalizaba un proceso que se inició el pasado mes de abril con el vertido de grava en el crucero central que forman los contenedores de almacenamiento que contienen los residuos.

Todas las actividades y fases que conlleva el proceso de sellado de una celda -vertido y extendido de la grava, vertido y extendido del hormigón, vibrado, acabado, etc.- se realizan de forma continua hasta completar la superficie total de la losa, e implica la participación de más de 30 personas. La clausura de una celda de almacenamiento de residuos de baja y media actividad precisa un volumen de hormigón

de hasta 220m³ que se fabrica en la planta de hormigones de El Cabril con los más altos estándares y la calidad de la mezcla está garantizada por los controles de identificación, temperatura y consistencia que se realizan para cada unidad de transporte y se toman probetas para ensayos de resistencia a 28 días. Superados estos controles, la mezcla se transporta a las plataformas de almacenamiento en camiones hormigonera, desde los que se eleva con una autobomba hasta el interior de las celdas.

El siguiente paso es el curado húmedo durante un mínimo de siete días. La aplicación de la cobertura provisional es el último paso antes del traslado del techado que cubre la celda durante su llenado y que, una vez cerrada, se traslada a la siguiente estructura.



Colocación de la lámina de polietileno en la clausura de de una celda de almacenamiento de residuos de baja y media actividad en El Cabril.

Enresa participó en la 46 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española

Técnicos de Enresa participaron del 4 al 8 de octubre en la cuadragésima sexta Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española que congregó en Granada a cerca de 700 profesionales del sector. Durante esa semana, Enresa estuvo presente mediante la celebración de talleres STEM para alumnos de secundaria, con la presentación de ponencias y también con representación en el comité organizador y el comité técnico.

El lunes 4 de octubre 52 alumnos de secundaria del IES Federico García Lorca tomaron parte en “Misión El Cabril”, la propuesta de Enresa para enseñar de forma divertida cómo son, dónde se producen y cómo se gestionan los residuos radiactivos en la instalación cordobesa. El equipo de comunicación social de El Cabril realizó una presentación sobre el centro de almacenamiento y, a continuación, los alumnos, guiados por un monitor, se enfrentaron a distintos juegos mediante lo que pudieron aprender conceptos como las claves de la protección radiológica, las medidas de seguridad de El Cabril o algunas características del entorno de la Sierra Albarrana.

Ponencias técnicas

A lo largo de los tres días de reunión se presentaron más de 300 ponencias en las que se compartieron cuestiones de interés en 34 sesiones técnicas. El supervisor del servicio de ejecución de José Cabrera, Alberto Alcántara, presentó en una de las sesiones de desmantelamiento la descripción de la metodología utilizada en la demolición del edificio del reactor de la central nuclear alcarreña. En otra sesión sobre desmantelamiento, el técnico del departamento de Internacional e I+D, Emilio García Neri expuso el Proyecto Share, que analiza las necesidades de investigación para el desmantelamiento desde el punto de vista de todas las partes implicadas. Por su parte, Antonio Sánchez Montero, técnico del departamento de ingeniería de RBMA, también presentó una ponencia sobre el sistema de gestión de residuos radiactivos de muy baja y baja y media actividad en España, dentro de una sesión técnica sobre la gestión de esta tipología de residuos.



El auditorio de Granada durante las sesiones técnicas de la reunión.

Además de las ponencias y los talleres, Enresa también tomó parte en la reunión anual mediante la presidencia de las sesiones de Desmantelamiento y Protección Radiológica, de la mano de José Campos, director técnico de Zorita, y Óscar González, jefe del Servicio de PR en la central, y con la presencia activa, tanto en el comité organizador como el comité asesor técnico, de Teresa Palacio y Álvaro Rojo de la Unidad de Comunicación.

El próximo encuentro de los profesionales del sector tendrá lugar en Cartagena, en octubre de 2022.



Sesión técnica de Enresa en la reunión anual de la Sociedad Nuclear Española.

Enresa reinicia los cursos de formación y actuación en caso de detección de material radiactivo en chatarras a técnicos de la FER



Procesado de chatarra de fundición en una instalación siderúrgica.

Técnicos de la Unidad Técnica de Protección Radiológica (UTPR) de Enresa impartieron el pasado 14 y 15 de septiembre un curso de formación básica sobre radiactividad y medida de la radiación, destinado a técnicos y operarios de empresas pertenecientes a la Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje (FER), la principal asociación del sector del reciclaje de residuos en España.

En esta actividad formativa, celebrada en la sede de la FER en Madrid, participaron 20 personas de diversas empresas de este sector y, a lo largo de las doce horas lectivas que duró, se abordaron temas como la problemática específica de la presencia de material radiactivo en chatarra, la detección y medida de la radiación, la vigilancia y control mediante el uso de pórticos de detección en las instalaciones de reciclaje, cómo actuar en caso de detección de una fuente radiactiva y se realizaron prácticas relacionadas con el manejo de equipos tipo pórticos y de medida de la radiación. De esta manera se retomaban las labores de formación dirigidas a personal de empresas siderúrgicas y de recuperación y fundición de metales que los técnicos de la UTPR de Enresa venían realizando antes de la pandemia.

Está previsto que se realicen tres cursos al año de este tipo en diversos lugares de España. Se trata de una formación que se enmarca dentro de los compromisos asumidos por Enresa en el *Protocolo de Colaboración sobre la Vigilancia Radiológica de los Materiales Metálicos*, firmado en noviembre de 1999, por los ministerios de Industria y Fomento, Consejo de Seguridad Nuclear, Enresa, la Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID) y la Federación Española de Recuperación (FER), con el objetivo de evitar que se puedan producir incidentes como consecuencia de la existencia de material radiactivo en los materiales metálicos que se reciclan.

ENRESA Y EL CUMPLIMIENTO DE LAS SALVAGUARDIAS NUCLEARES

Historia de un Tratado

TEXTO: ELENA VICO, MARÍA QUIRÓS Y FERNANDO LENTIJO

Las instituciones europeas y organizaciones internacionales del ámbito de la energía nuclear vigilan con rigor la utilización para fines no pacíficos del material nuclear, aunque también es responsabilidad de los Estados adoptar las medidas de seguridad física y tecnológica dirigidas a asegurar el control adecuado de los materiales e instalaciones nucleares.



Exposición itinerante de Átomos para la Paz en Oak Ridge (EE.UU.). Ed Westcott, DOE.

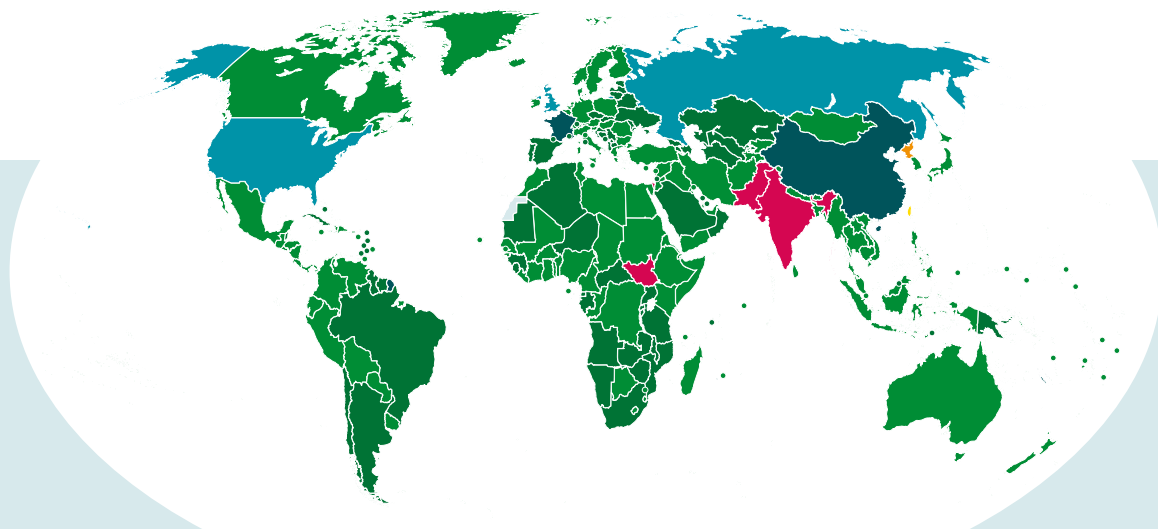
El presidente Dwight D. Eisenhower presenta su propuesta de Átomos para la Paz a la Asamblea General de la ONU. IAE Image Bank.

Tal fue la carrera armamentística nuclear en los años 50 que EE.UU., condecorado en primera persona de los efectos y temiendo que el escenario del conflicto mundial se jugase en el terreno nuclear, se pronunció abiertamente en contra e inició el camino de la cooperación en el desarrollo de la energía nuclear solo para uso civil. *Átomos para la Paz* fue el título de la histórica conferencia que pronunció Eisenhower en la asamblea de la ONU en 1953.

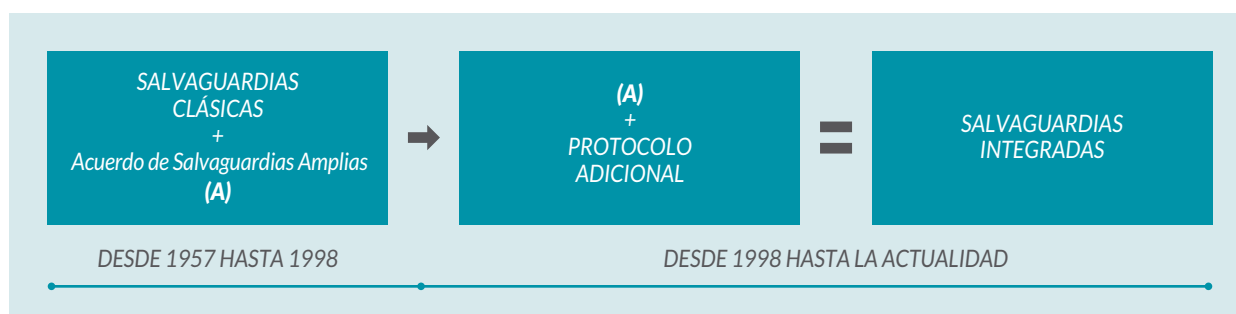
Apenas tres años después, en 1956, se crea el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), dependiente de las Naciones Unidas. Un año más tarde, se firma en Roma el Tratado de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom) y nace la Agencia de la Energía Nuclear (NEA) de la OCDE.

Del tratado de no proliferación a las salvaguardias integradas

Creados los organismos internacionales, llega el tiempo de los acuerdos y, en 1968, EE.UU., el Reino Unido y la URSS, junto a otros 59 países, firman el Tratado sobre la No Proliferación de Armas Nucleares (TNP) que señala una excepción: a aquellos países que habían realizado ensayos nucleares previos a 1967, esto es, EE.UU., Reino Unido, la URSS, Francia y China se les permite contar con arsenales nucleares en su territorio. A este grupo de países se les denomina PAN (Poseedores de Armas Nucleares) y se comprometen a no traspasar a nadie armas nucleares ni ayuda para su fabricación o desarrollo. El resto de los países, más de 180 en la actualidad, los llamados NPAN (No Poseedores de Armas Nucleares) están obligados a no recibir ni fabricar armas nucleares.



- RATIFICADORES DEL TRATADO CON RECONOCIMIENTO DE ARMAS NUCLEARES
(Estados Unidos, Reino Unido y Rusia)
- OTROS PARTICIPANTES CON RECONOCIMIENTO DE ARMAS NUCLEARES
(Francia y China)
- RATIFICADORES DEL TRATADO
- PARTICIPANTES QUE ANUNCIARON SU RETIRADA (Corea del Norte)
- NO FIRMANTES (India, Israel, Pakistán, Sudán del Sur)
- ESTADO PARCIALMENTE RECONOCIDO QUE RATIFICÓ (Taiwán)



Evolución histórica de la normativa del control de salvaguardias.

Salvaguardias clásicas

Sentadas las bases de la no proliferación de armas nucleares y habiéndose alcanzado compromisos básicos, el TNP sometió a los Estados NPAN al sistema de control de salvaguardias del OIEA, las llamadas salvaguardias clásicas, con el objetivo de verificar el cumplimiento del Tratado de No Proliferación. Esto supone la obligación de entregar información y de aceptar un régimen de inspecciones. Este sistema de control de salvaguardias se materializa en los Acuerdos de Salvaguardias Amplias (ASA) así denominado en un primer momento, y en el Protocolo Adicional como se

llamaría después una vez modificado su alcance. Por su parte, los Estados PAN se someten a este control de manera opcional, a través del denominado ofrecimiento voluntario.

Salvaguardias EURATOM versus OIEA

La finalidad de las salvaguardias de Euratom es verificar que los materiales nucleares se utilizan para los fines declarados, incluidos los militares por lo que no prohíbe el uso de armamento nuclear. Es por esto por lo que la posesión de Francia y el Reino Unido de armamento nuclear no contraviene las disposiciones comunitarias. Una suerte de sistema de salvaguardias se describía en el capítulo VII del Tratado de Euratom firmado en 1957 -sustituido en 2005- donde se establecía un procedimiento propio de control de materiales nucleares.

Por su parte, la finalidad de las inspecciones del OIEA es verificar que no se produce desviación de material nuclear para usos no pacíficos, impidiendo la proliferación de armas nucleares. Además:

- Las salvaguardias las aplican los inspectores del OIEA junto con las autoridades nacionales
- En las áreas geográficas donde existen autoridades regionales con competencias para la aplicación de salvaguardias nucleares, como sucede con la Comisión Europea, se aplican en colaboración con estas.

Este último punto es de especial relevancia para los países de la Unión Europea, dado que la aplicación simultánea de salvaguardias nucleares de Euratom y OIEA originaba una duplicidad de actividades y controles. Por este motivo, en 1973 se firma el Acuerdo de Salvaguardias Comunitario, jurídicamente vinculante entre el OIEA, Euratom y los NPAN de la UE, también llamado Acuerdos de Verificación (específicos de cada país).



Inspección de salvaguardias en los contenedores de almacenamiento de residuos radiactivos de alta actividad en el ATI de la central nuclear José Cabrera. Archivo Enresa.

Éstos incluyen todas las instalaciones y actividades nucleares de un estado y se sustentan en el principio por el cuál son los inspectores de la Comisión Europea quienes aplican las medidas de control y los de la OIEA quienes verifican su correcta aplicación.

Asimismo, este acuerdo establece dos puntos importantes. Por una parte, que es la Comisión Europea quien ejerce el papel de coordinación de la aplicación de las salvaguardias del OIEA en los Estados NPAN en la Unión Europea y, por otra parte, que el volumen y la frecuencia de las inspecciones se debe definir de forma conjunta entre Euratom y OIEA para cada instalación

El Protocolo Adicional

En 1997, con el fin de reforzar el sistema de Salvaguardias Clásicas, se empieza a desarrollar el denominado Protocolo Adicional, que no es un acuerdo independiente sino un documento que proporciona instrumentos de verificación adicionales reforzando la eficacia y la eficiencia de las salvaguardias del OIEA.

En particular, incrementa significativamente la capacidad del OIEA para comprobar que todos los materiales nucleares presentes en Estados con Acuerdos de Salvaguardias Amplias (ASA), es decir los NPAN, se utilizan con fines pacíficos.

Estas medidas de fortalecimiento implicaron la elaboración y aprobación ese mismo año del Modelo de Protocolo Adicional, actualmente en vigor.

Salvaguardias integradas

Las salvaguardias integradas se refieren a la combinación de todas las medidas de control disponibles para el OIEA en un estado concreto, con el fin de optimizar su aplicación en el mismo.

Desde el 1 de enero de 2010, las salvaguardias integradas se aplican en todos los Estados miembros de la Unión Europea. La novedad principal es la introducción del factor sorpresa, pasando de inspecciones programadas con varios días de antelación con los operadores a investigaciones anunciadas con sólo 24 horas de antelación, a cambio de la reducción del número de las mismas.

El compromiso de España con las salvaguardias

España se sumó al Tratado de No Proliferación en 1987, y al Protocolo Adicional en 1998, que entró en vigor en el 2004 mediante la aprobación del Real Decreto 1206/2003 y la Orden ITC/2637/2004 para la aplicación de los compromisos contraídos por el Estado español en el Protocolo Adicional al acuerdo de salvaguardias derivado del TNP.

Por tanto, la actividad nuclear en España está sometida íntegramente a la verificación internacional por el Euratom y el OIEA.

Con esta normativa, tanto las instalaciones que manejan material nuclear como aquellas otras actividades que no implican material nuclear, están sujetas a obligaciones y tienen que suministrar información a la Administración del Estado o a Euratom, según el caso, así como permitir el acceso a sus instalaciones o lugares donde desarrollan sus actividades a los inspectores del OIEA, con un preaviso de al menos doce horas.

ENRESA Y EL CUMPLIMIENTO DE LAS SALVAGUARDIAS NUCLEARES

Enresa es titular en la actualidad de dos instalaciones donde la aplicación de salvaguardias conlleva una serie de obligaciones por el manejo de material nuclear: el Centro de Almacenamiento de El Cabril y el Almacén Temporal Individualizado (ATI), junto con el Edificio Auxiliar de Desmantelamiento (EAD), de la central nuclear José Cabrera.

La aplicación de estas salvaguardias se materializa concretamente en los capítulos II y III del el Reglamento de Euratom relativos a las características técnicas y disposiciones particulares de control y a la contabilidad del material nuclear, respectivamente.

Anteriormente fueron objeto de este reglamento los reactores de las centrales nucleares de Zorita y de Vandellós I, considerándose en ambos casos como desmantelados.



Urano empobrecido procedente del desmontaje y retirada de un equipo de medicina nuclear. Archivo Enresa.

Características técnicas básicas (BTCs)

Toda persona o empresa que constituya o explote una instalación para la producción, separación, re-procesado, almacenamiento o cualquier otro uso de material básico o material fisionable especial estará obligada a declarar a la Comisión las características técnicas fundamentales (*Basic Technical Characteristics, BTCs*) de la instalación.

La versión vigente de las BTCs correspondientes al ATI y almacén EAD de la C.N. José Cabrera son de junio de 2020 y en el caso del C.A. El Cabril, las BTCs vigentes son de marzo 2021.



Inventario de material nuclear

El inventario del material nuclear forma parte del conjunto de medidas destinadas a verificar el cumplimiento de las obligaciones asumidas por los Estados, en virtud del artículo II del Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares, y engloba todas las actividades llevadas a cabo para controlar y registrar las cantidades de materiales nucleares presentes dentro de un área definida, y los cambios habidos dentro de determinados periodos de tiempo.

Los elementos de esta contabilidad incluyen: la comparación entre los materiales nucleares que existen en una instalación nuclear y los inventariados oficialmente; los registros de contabilidad; los inventarios periódicos de material; la emisión de informes para los organismos de control y la verificación de la contabilidad del material por estos últimos.

El artículo 12 del Reglamento indica que, para cada zona de balance de materiales, el titular remitirá a la Comisión informes sobre cambios en el inventario con respecto a todos los materiales nucleares. Conforme a la obligación de informar sobre los cambios de inventario, Enresa remite mensualmente a la Comisión Europea y al Ministerio, los ICRs (*Inventory Change Report*).



Ejercicio de formación integral de salvaguardias en la central nuclear de Dukovany. (República Checa).
Dean Calma, IAEA Image Bank.

Para las dos instalaciones de Enresa que en la actualidad tienen material sometido a salvaguardias. En este sentido las obligaciones fundamentales que se deben cumplir son:

- Comunicar a la Comisión los cambios en las características técnicas básicas (BTCs) para los que no se requiere notificación previa, en un plazo de 30 días después de terminar la modificación.
- Enviar anualmente un programa de actividades, en el que se indican las fechas provisionales previstas para la elaboración del inventario físico, así como el calendario laboral de las instalaciones.
- Remitir, con carácter anual, y antes del 1 de abril de cada año, información relativa a los emplazamientos conforme al Protocolo Adicional, incluso en los años en que no se hayan producido cambios en las instalaciones.
- Enviar los siguientes informes contables a la Comisión:
 - Mensualmente, un informe sobre los cambios habidos en el inventario de material nuclear, incluyendo los datos de contacto de aquellas instalaciones que envíen residuos al Centro de Almacenamiento de El Cabril y que no tengan código de zona de balance de materiales. Cada año, y en un plazo no superior a 30 días tras la realización del inventario físico anual, se debe remitir un informe de balance de materiales y un listado de inventario físico.
 - En caso de que así se requiera conforme a las disposiciones de salvaguardias particulares (PSPs), informes especiales.
- Atender las inspecciones de la Comisión y el OIEA, poniendo a su disposición la documentación requerida en función del tipo de inspección. Se pueden recibir tres tipos de inspecciones:
 - Inventario físico anual. En estas inspecciones se hace una verificación de la contabilidad y de la ubicación de los artículos declarados.
 - Inspecciones de corto preaviso. En estas, entre otras cosas, se verifican los precintos presentes en contenedores de transporte o de combustible.
 - Acceso complementario. En estas visitas suelen supervisar edificios en los que haya habido algún cambio reciente, o bien aquellos en los que consideran puede haber manejo de material nuclear.



El Cabril - Vista general de la instalación. Archivo Enresa.

- En lo relativo al El Cabril, informar mensualmente sobre las retiradas programadas de material nuclear metálico con uranio empobrecido, pues pueden ser objeto de inspección. En caso de que así lo soliciten, atender las inspecciones para verificar las entradas de este tipo de materiales en la instalación.

A nivel general, en la aplicación de salvaguardias en Enresa, existe la obligación anual, y antes del 15 de marzo de cada año, de enviar al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico un listado con los proyectos de I+D sometidos a salvaguardias conforme al Protocolo Adicional. Asimismo, y con el fin de poder intercambiar experiencias, Enresa participa en el grupo de trabajo de salvaguardias del Foro Nuclear y en reuniones trilaterales Comisión-OIEA-Ministerio, cuando es invitada a las mismas.

Por último, cabe destacar que, en los nuevos proyectos que Enresa va a llevar a cabo, se realizará un análisis de la aplicación de las salvaguardias nucleares, conforme a la normativa en vigor. Estos proyectos serían los relacionados con instalaciones de almacenamiento de combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad (ATI o ATC), proyectos de desmantelamiento y clausura y los relacionados con la ampliación de la capacidad de almacenamiento de El Cabril.

ESTRATOS

DESMANTELAMIENTO

Vista general de la FUA antes de su desmantelamiento y clausura.





La Fábrica de Uranio de Andújar, el primer desmantelamiento realizado en España

TEXTO: J.F. NARCEA

FOTOS: ARCHIVO ENRESA

En 1959 iniciaba su andadura en Andújar (Jaén) la, inicialmente denominada, Fábrica General Hernández Vidal, creada para la fabricación de concentrados de uranio. Bajo la dirección de la antigua Junta de Energía Nuclear (JEN), la Fábrica de Uranio de Andújar, como finalmente se denominó, puso fin a sus actividades en 1981. Con la transferencia de titularidad de la instalación de la JEN a Enresa en diciembre de 1985, se iniciaba el camino para la clausura y desmantelamiento de sus instalaciones y la estabilización y acondicionamiento seguro del dique de estériles minerales. Un objetivo para el que trabajó Enresa desde su entrada como explotador de la instalación el 1 de marzo de 1986 y que constituyó el primer proyecto de desmantelamiento de una instalación radiactiva del ciclo del combustible nuclear de este tipo.



Edificios de la fábrica antes de su demolición. Detrás, el dique de estériles con cobertura de asfalto.

Con el descubrimiento, por parte de la antigua Junta de Energía Nuclear (JEN), de yacimientos de mineral de uranio en las zonas de Cardeña (Córdoba) y en las proximidades del Santuario de Santa María de la Cabeza (Jaén), la JEN se propuso la explotación de estos yacimientos para la obtención de concentrados de uranio. Por este motivo nace el proyecto de construcción de la Fábrica de Uranio de Andújar (FUA), un proyecto que se inició en 1956 y que comenzó su explotación comercial en 1959, manteniéndose operativa de forma ininterrumpida hasta julio de 1981.

La elección de Andújar se basó fundamentalmente en la condición de minimizar la distancia de los transportes de minerales desde los yacimientos a la instalación. A ello se unió la disponibilidad de buenas comunicaciones, tanto por carretera como por tren, la disponibilidad de energía eléctrica y la facilidad de obtención y alojamiento de mano de obra.

La fábrica se diseñó con la perspectiva de una vida útil de unos 10 años, aunque finalmente, debido a la aportación de minerales procedentes de minas extremeñas, su vida útil se duplicó. Durante ese periodo, se trataron en la FUA en torno a 1.200.000 toneladas de mineral con una riqueza en óxido de algo más del 1/1000. Al final de su vida útil, la instalación obtuvo 1.354 toneladas de U_3O_8 , una sustancia polvorienta amarilla, que es la forma más estable de óxido de uranio y es la más comúnmente encontrada en la naturaleza.



La FUA estuvo en operación de forma ininterrumpida desde 1959 hasta 1981.



Vista parcial de las viejas instalaciones para la fabricación de concentrado de uranio, poco antes de su desmantelamiento.

El final de su vida operativa se debió a que, a finales de la década de los setenta, los yacimientos de mineral que le daban sentido estaban agotados y la mayor parte del mineral tratado procedía de minas extremeñas, situadas a más de trescientos kilómetros de la FUA, lo que suponía una indudable repercusión económica en el coste de extracción del concentrado. Por otra parte, se había producido el envejecimiento de los principales componentes de la instalación, a lo que se unía su reducido grado de automatización. Todas estas razones fueron la base para que la Orden Ministerial de 30 de junio de 1981 dispusiera el cierre, descontaminación y desmantelamiento de la FUA.



Rueda de prensa de presentación del Proyecto Desmantelamiento de la FUA en Andújar.



Trabajos de segmentación de depósitos en la FUA durante el desmantelamiento.

A partir de ese momento, la JEN adoptó las medidas necesarias, derivadas de la interrupción de las actividades de la fábrica, en cuanto a protección radiológica, consolidación y estabilización temporal de los diques de estériles mediante revestimiento asfáltico de los taludes, clasificación de materiales y componentes de la fábrica y realización de estudios para la clausura de la instalación.

En la FUA quedó, finalmente, un retén encargado de la vigilancia física y radiológica y un equipo de mantenimiento encargado de la conservación de la capa asfáltica que cubría las paredes del dique de estériles, de un volumen de 1.100.000 m³ y 1.200.000 toneladas de residuos.

En cumplimiento del Real Decreto 1522/1984 de 4 de julio de 1984 por el que se autoriza la constitución de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A. (Enresa) y de la Orden ministerial de 13 de diciembre de 1985 por la que se produce la transferencia de la titularidad de la instalación de la JEN (Junta Energía Nuclear), Enresa se hace cargo del acondicionamiento definitivo y seguro de los estériles de la Fábrica de Uranio de Andújar. La entrada de Enresa como explotador de la instalación se realizó el 1 de marzo de 1986.

Desmantelamiento y restauración ambiental

Tal y como recuerda el por entonces director del desmantelamiento de la FUA, Carlos Pérez Estévez, “Enresa comenzó por definir una estructura organizativa y unos planes específicos de actuación que contemplaban la fase inicial de actividades preparatorias y la posterior

ejecución del proyecto de desmantelamiento, que se remitió al ministerio para su aprobación”.

Para elaborar el plan de clausura y establecer el programa de actuaciones a desarrollar, Enresa realizó entonces un estudio en profundidad de las experiencias internacionales, descubriendo que había la suficiente tecnología y métodos para llevar a cabo la gestión de los estériles de una forma técnica segura.

Para ello, se estudiaron referentes internacionales de proyectos similares de gestión ambiental de diques de estériles procedentes de la fabricación de concentrado de uranio. El Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) tenía en marcha, en aquel momento, el proyecto *Uranium Mill Tailings Remedial Action* (UMTRA). Se trataba de un plan, aprobado en 1978, que comprendía actuaciones de acondicionamiento y restauración en 25 instalaciones similares a la FUA. Un equipo de técnicos de Enresa visitó algunos de estos emplazamientos con el fin de obtener conocimiento *in situ* de las características y detalles específicos de estos proyectos.

En este punto, Pérez Estévez recuerda que Enresa, en los albores del diseño del proyecto de desmantelamiento de la FUA, realizó un análisis de tres escenarios posibles para abordar la clausura y el desmantelamiento: “mantener tal cual la instalación en vigilancia; desmantelarla dejando el dique de estériles acondicionado en su ubicación o, por último, desmantelar y trasladar el dique a otro emplazamiento. En base al conocimiento adquirido en los encuentros con los responsables de las experiencias internacionales que visitamos, optamos por la segunda”.



Vista Aérea de la instalación tras el proyecto de desmantelamiento y clausura.



Monolito sobre el dique de estériles restaurado (indica localización de los estériles en la parcela, año de restauración, tonelaje de estériles almacenados y su actividad en TBq y en Ci).
Archivo Enresa.

El proyecto final, bajo la dirección de Enresa, fue coordinado por Initec con el apoyo de la firma americana Jacobs Engineering, responsables de la estabilización de los diques de estériles y del desmantelamiento de las instalaciones incluidas en el proyecto UMTRA.

La solución consistía, según recuerda Carlos Pérez Estévez, “en la incorporación a los diques de los productos procedentes del desmantelamiento y demolición, la remodelación de estos suavizando los taludes, y sus recubrimientos con diversas capas de materiales”. Se trataba, concluye Pérez Estévez, de “un encapsulamiento de la radiactividad remanente en el dique”.

Tras las evaluaciones pertinentes el 5 de febrero de 1991, el BOE publicaba la Orden ministerial 3181, del Ministerio de Industria y Energía, por la que se autorizaba a Enresa la ejecución del proyecto de desmantelamiento y restauración del emplazamiento de la FUA. Un proyecto que se cerraba el 17 de marzo de 1995, cuando la Dirección General de la Energía ratificaba oficialmente la correcta ejecución del proyecto, su finalización y la entrada en una nueva fase denominado *Periodo de Cumplimiento*, para la que se estableció un Plan de Vigilancia y Mantenimiento, del que también se hizo cargo Enresa con la supervisión del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).



Los controles que se efectúan sobre el dique y su cubierta multicapa siguen demostrando que el conjunto es estable y cumple los objetivos de diseño.

Vigilancia y control

Veintiséis años después, la FUA continúa bajo la vigilancia de los técnicos de Enresa. María Teresa López, actual directora del Plan de Vigilancia y Mantenimiento de esta instalación andaluza, explica que desde entonces *“se ha estado realizando un continuo y exhaustivo control en el emplazamiento y alrededores que permite valorar de forma positiva la efectividad de las obras realizadas para el acondicionamiento de los estériles”*. Destaca López el importante esfuerzo en la vigilancia radiológica y química de las aguas superficiales y subterráneas que se efectúa trimestralmente en 29 puntos, dentro y fuera de la instalación. *“En un gran número de puntos hemos comprobado cómo los valores de parámetros ambientales se han ido adecuando a los niveles permitidos”* afirma, aunque persisten, especialmente en puntos de control localizados en el interior del recinto vallado y zonas próximas, valores de concentración de uranio que a día de hoy no cumplen de forma continua los límites impuestos por el Consejo de Seguridad Nuclear. En este caso, destaca la responsable del plan de vigilancia, *“estamos comprobando, al igual que en otras experiencias internacionales similares, que la persistencia del uranio en zonas próximas al dique es mayor de lo que predecían los modelos matemáticos iniciales. Actualmente, estamos trabajando para mejorar el conocimiento de estas áreas y de los procesos que puedan determinar que este proceso de atenuación sea más lento de lo esperado”*. Otros factores y variables cumplen perfectamente los modelos establecidos, y sus niveles se encuentran dentro de los requeridos por el organismo regulador.

En este sentido, cabe destacar que los niveles de emanación de gas radón sobre la superficie del dique impuestos por el CSN, se han cumplido en todo mo-

mento desde la finalización de las obras. Del mismo modo, las inspecciones anuales del estado general y de diversos controles que se efectúan sobre el dique y su cubierta multicapa, siguen demostrando que el conjunto es estable y cumple los objetivos de diseño.

La instalación sigue por tanto en periodo de vigilancia y control y no pasará a la siguiente fase, la de vigilancia a largo plazo, hasta que se obtenga la Declaración de Clausura definitiva y se cumplan todos los límites establecidos por el Consejo de Seguridad Nuclear.

En la actualidad, Enresa, además de proporcionar todos los datos de las mediciones al Organismo Regulador, mantiene reuniones periódicas dentro de la Comisión de Seguimiento del Plan de Vigilancia en la que se explica y detalla, tanto al Ayuntamiento como al resto de representantes sociales y políticos, locales y autonómicos, que se integran en este comité, la información sobre el estado del emplazamiento.

A la luz de los indicadores que se recogen periódicamente, dentro de estas actividades de vigilancia y control, la responsable de la instalación no duda en destacar que *“la FUA es un ejemplo de proyecto bien hecho”* y subraya que *“los trabajos de desmantelamiento, remodelación del dique de estériles e implantación de la cubierta multicapa sobre el conjunto estabilizado, hace más de un cuarto de siglo, siguen siendo un referente mundial”*.

Y así, Enresa continuará hasta que sea necesario, velando por este emplazamiento, controlando su evolución, e informando con detalle a las autoridades locales y autonómicas hasta que pueda declararse esta instalación definitivamente clausurada.



Laboratorio subterráneo de Meuse
Haute-Marne, Bure (Francia).



La gestión de los residuos radiactivos y el combustible gastado en la Unión Europea

TEXTO: ÁLVARO RODRÍGUEZ BECEIRO Y NURIA PRIETO SERRANO

FOTOS: ENRESA

En una Unión Europea compuesta por 27 Estados miembros -después del Brexit-, hoy plenamente integrada en el contexto internacional y percibida por los ciudadanos como un estrato más de su administración -un estrato supranacional, que ha facilitado el libre intercambio comercial y la circulación de personas por Europa-, todavía son muchos los que ignoran la existencia de un tratado específico para regular el empleo de la energía nuclear. En nuestro ámbito, a menudo tenemos que recordarles que los tratados constitutivos de la Unión Europea fueron tres: el primero de ellos, el Tratado de París, vino a constituir la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA) en 1950. El proyecto comunitario se consolidó en 1957, con

la firma de los Tratados de Roma que dan lugar a la creación de la Comunidad Económica Europea (CEE) y de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (CEEA), más conocida por Euratom. Nótese que, de esta tríada, dos tratados regulaban el abastecimiento energético: la CECA, el carbón y el acero que habían impulsado en Europa la revolución industrial; y Euratom, la energía nuclear, considerada como la fuente más prometedora en aquella década de 1950. Las diferentes expectativas, en uno y otro caso, se reflejan en el hecho de que los propios términos del Tratado CECA preveían su derogación a los cincuenta años de su entrada en vigor, cosa que en efecto ocurrió en 2000. Para Euratom, en cambio, no se previó fecha de caducidad.



Sede de la Comisión Europea en Bruselas. © NakNakNak.

La Comunidad Euratom nace con el objeto de crear las condiciones necesarias para el desarrollo de una industria nuclear en sus Estados miembros, para lo cual se atribuye funciones orientadas a desarrollar la investigación, establecer normas de protección radiológica, promocionar el establecimiento de empresas comunes entre sus Estados miembros y garantizar el uso pacífico de los materiales nucleares y el abastecimiento de combustibles nucleares.

En tanto que el Tratado de la CEE ha ido cambiando a lo largo de las décadas, adaptándose a diferentes etapas de ampliación y profundización, su coetáneo Euratom permanece prácticamente inalterado a día de hoy. Esto, con el paso del tiempo, ha supuesto un rozamiento importante en el desarrollo legislativo comunitario en materias que no habían sido contempladas en su redacción o se han desarrollado de manera diferente a la inicialmente prevista.

Marco normativo en materia de gestión de residuos radiactivos

Cuando se firmó el Tratado Euratom lo importante era ayudar a los Estados miembros a promover el uso de la energía nuclear y la cuestión de los residuos radiactivos no suponía una preocupación significativa. De hecho, el texto del tratado solamente hace una referencia a los residuos radiactivos en su artículo 37, en el cual se requiere que:

“Cada Estado miembro deberá suministrar a la Comisión los datos generales sobre todo proyecto de evaluación, cualquiera que sea su forma, de los residuos radiactivos, que permitan determinar si la ejecución de dicho proyecto puede dar lugar a una contaminación

radiactiva de las aguas, del suelo o del espacio aéreo de otro Estado miembro. La Comisión, previa consulta al grupo de expertos previsto en el artículo 31, emitirá su dictamen en el plazo de seis meses”.

La preocupación sobre los residuos radiactivos a nivel comunitario nace en los años setenta del siglo pasado, cuando en 1973 se aprueba el programa medioambiental de la Comunidad, en el cual se enfatizaba la necesidad de implantar medidas comunitarias para el manejo y almacenamiento de los residuos radiactivos. A partir de este, se aprobó en 1975 el primer programa sobre investigación en materia de gestión de residuos radiactivos y, en 1980, el plan de acción comunitario en relación con los residuos radiactivos. Ambos constituyen las bases, por una parte, de la cooperación entre los Estados miembros a través de Programas Marco de investigación y, por otra parte,



Firma de los Tratados de Roma en marzo de 1957.

de los desarrollos reglamentarios que hoy en día conocemos. En particular, el Plan de Acción, desarrollado en dos etapas desde 1980 hasta 2000, ha tenido como objetivo permanente el planteamiento de posibles vías de armonización de las políticas, normas y prácticas de gestión a nivel comunitario, lo cual siempre ha suscitado cierta resistencia por parte de los Estados miembros.

Si bien la protección radiológica ha tenido una base legal clara en el capítulo tercero del Tratado Euratom, los aspectos relacionados con la seguridad nuclear y la gestión de residuos radiactivos no disponen de una base legal explícita en el tratado, lo cual ha conducido a un desarrollo normativo muy lento, no exento de litigios competenciales en el Tribunal de Justicia, desde comienzos de los años 2000.

Finalmente, en los años 2009 y 2011 se aprueban las directivas relacionadas con la seguridad nuclear y la seguridad en la gestión de residuos radiactivos. Esta última establece un nuevo marco comunitario para la gestión responsable y segura de combustible nuclear gastado y de los residuos radiactivos y se aplica a todas las etapas de gestión de los residuos radiactivos y el combustible gastado de origen civil. Lo particular de esta directiva, si se compara con otros instrumentos internacionales (la Convención Conjunta de 1997, auspiciada por el Organismo Internacional de Energía Atómica), es que esta no solo impone a los Estados miembros obligaciones de establecer un marco normativo e institucional determinado, sino que además les requiere que ejecuten políticas encaminadas a la gestión final de sus residuos radiactivos, políticas que habrán de concretarse en programas nacionales revisables y que deberán incluir unos contenidos



Instalación de almacenamiento geológico profundo de residuos de alta actividad de Onkalo, actualmente en construcción, Olkiluoto (Finlandia). © Posiva.



Centro de visitas del Laboratorio de Ispra (Italia).

mínimos. Como medida de seguimiento, la directiva requiere que los Estados informen a la Comisión Europea cada tres años sobre su implantación, lo que incluye, en particular, informar sobre los progresos del programa nacional.

Existen también recomendaciones de la Comisión Europea en materia de clasificación de residuos radiactivos, gestión de recursos financieros para el desmantelamiento de instalaciones nucleares y gestión de residuos radiactivos o impactos transfronterizos de instalaciones de almacenamiento de residuos radiactivos.

Las principales directivas emanadas del Tratado Euratom, en su versión actual y en los ámbitos de protección radiológica, seguridad nuclear y gestión de residuos, se encuentran en la Tabla 1.

DIRECTIVA	OBJETO
2006/117/Euratom	Vigilancia y control de los traslados de residuos radiactivos y combustible nuclear gastado.
2009/71/Euratom, modificada, tras el accidente de Fukushima, por 2014/87/Euratom	Establece un marco comunitario para la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares.
2011/70/Euratom	Establece un marco comunitario para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y de los residuos radiactivos.
2013/59/Euratom	Establece las normas básicas de protección sanitaria de los trabajadores y del público en general de las radiaciones ionizantes.

Tabla 1. Principal legislación de la UE relacionada con la gestión de los residuos radiactivos y el combustible gastado.

Marco institucional

En sus inicios, cada una de las tres comunidades -CECA, Euratom y CEE- poseía su propia Comisión y su propio Consejo, siendo el Parlamento la única institución común a las tres. No fue hasta 1965, con la adopción del Tratado de Bruselas o “Tratado de Fusión”, que se estableció una Comisión y un Consejo únicos. La Comisión Europea es el órgano de gobierno que vela por los intereses generales de la UE, proponiendo y verificando el cumplimiento de la legislación, la cual es adoptada conjuntamente por el Consejo y el Parlamento Europeo. Dos comités consultivos sirven de soporte al funcionamiento de la UE: el Comité Económico y Social y el Comité de las Regiones.

Existen otras instituciones y órganos ligados a la UE; para el caso específico de Euratom, el tratado prevé en el artículo 31 la existencia de un grupo consultivo para el desarrollo de las normas básicas de radioprotección y del Comité Científico y Técnico que asesora a la Comisión en materia de investigación nuclear.

En los primeros años 2000, la Comisión presentó un ambicioso “paquete nuclear” con iniciativas legislativas en materia de seguridad nuclear y seguridad en la gestión de residuos radiactivos. Estas, encontraron una fuerte oposición por parte de los Estados miembros por su temor a perder competencias nacionales. La situación constituyó un aliciente para la creación del Grupo de Reguladores Europeos en materia de Seguridad Nuclear (ENSREG- European Nuclear Safety Regulators Group) en 2007, con el objetivo de asesorar a la Comisión en el desarrollo de propuestas de polí-

ticas y legislación en las áreas de seguridad nuclear y gestión de residuos radiactivos. El trabajo de ENSREG está soportado por sus tres grupos de trabajo que atienden a las áreas de seguridad nuclear (WG1), gestión de residuos (WG2) y transparencia (WG3).

Un objetivo fundamental planteado por la Comisión Europea en el denominado “paquete nuclear” era adaptar la reglamentación para regular las necesidades de recursos financieros para cubrir el desmantelamiento de las instalaciones nucleares, lo cual, debido a la fuerte oposición de algunos Estados miembros, no formó parte de las directivas aprobadas posteriormente, limitándose a la aprobación de una recomendación (Recomendación de la Comisión 2006/851/Euratom). Con el objeto de desarrollar el contenido y los objetivos de dicha recomendación, la Comisión estableció el Grupo para la Financiación de los Desmantelamientos (DFG, Decommissioning Funding Group), a través del cual pretende obtener un mayor grado de cooperación con los Estados miembros para analizar las posibilidades de armonización en la materia.

Desarrollo de los programas nacionales

Cabe señalar en primer lugar, que los Estados miembros mantienen sus competencias en materia de gestión de residuos radiactivos y combustible gastado, cumpliendo lógicamente con el marco normativo señalado anteriormente.

La mayor parte de los residuos radiactivos y combustible que se generan provienen de las instalaciones del ciclo del combustible nuclear, incluidas las centrales nu-

cleares y, en muy menor medida, del uso de radioisótopos en diferentes ramas de la investigación, medicina o industrias. Dentro de la Unión Europea solamente Francia dispone de plantas de reproceso en operación, siendo esta, junto con los Países Bajos e Italia, los únicos países que reprocesan su combustible gastado.

Actualmente existen 108 reactores nucleares de potencia en operación para la generación de energía eléctrica en 13 países (Alemania, Bélgica, Bulgaria, Chequia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Finlandia, Francia, Hungría, Países Bajos, Rumanía y Suecia).

Otros dos estados (Italia y Lituania) dispusieron de reactores nucleares en el pasado, los cuales se hallan actualmente en parada definitiva, siendo 67 el número total de reactores en situación de parada definitiva en todos los países de la Unión. Adicionalmente, 7 países (Austria, Dinamarca, Estonia, Grecia, Letonia, Polonia y Portugal) cuentan con reactores experimentales de investigación de distintos tipos y la propia Unión Europea dispone de Centros Comunes de Investigación en Ispra (Italia), Geel (Bélgica), Petten (Países Bajos), Karlsruhe (Alemania) y Sevilla, equipados con instalaciones de investigación en gran medida en fase de desmantelamiento.

Desde el año 1970, se empieza a tomar conciencia de la importancia de gestionar los residuos radiactivos de forma adecuada y segura, por lo que se fueron creando agencias de diverso alcance en su responsabilidad, establecidas según las necesidades de cada país, hasta completar la fotografía actual que se refleja en el cuadro adjunto (Tabla 2).

PAÍS	ORGANIZACIÓN RESPONSABLE DE LA GESTIÓN DE RR	SOLUCIÓN DEFINITIVA	
		RBMA/RBBA ⁽¹⁾	RAA/CG ⁽²⁾
Alemania	BGE	Konrad ⁽³⁾	
Austria			
Bélgica	ONDRAF/NIRAS	Dessel ⁽³⁾	
Bulgaria	DPRAO	Radiana ⁽³⁾	
Chequia	SURAO	Dukovany, Richard, Bratrsvi	
Chipre			
Croacia			
Dinamarca	DEKOM		
Eslovaquia	JAVYS	Mohovce	
Eslovenia	ARAO		
España	ENRESA	El Cabril	
Estonia	ALARA		
Finlandia	POSIVA	OIKiluoto, Loviisa	Oikiluoto
Francia	ANDRA	La Manche, L'Aube, Morvilliers	Bure
Grecia			
Hungría	PURAM	Puspokszilagy, Bataapati	
Irlanda			
Italia	SOGIN		
Letonia	LVGHC	Baldone	
Lituania	IAE	Visaginas ⁽³⁾	
Luxemburgo			
Malta			
Países Bajos	COVRA		
Polonia	ZUOP		
Portugal			
Rumanía	ANDRD	Baita Bihor	
Suecia	SKB	Forsmark	Forsmark

Tabla 2. Organizaciones responsables de la gestión de residuos radiactivos en instalaciones

⁽¹⁾ Instalaciones de almacenamiento definitivo en explotación.

⁽²⁾ Emplazamientos seleccionados.

⁽³⁾ Instalaciones en fase de licenciamiento o construcción.

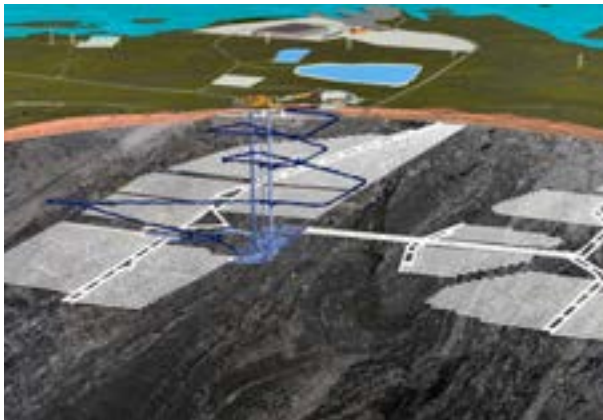
Hasta la década de 1980, en Europa y fuera de ella, una práctica habitual en la gestión de residuos radiactivos de baja y media actividad era el vertido al mar. La Convención de Londres de 1972 sobre la prevención de contaminación marina por vertidos de residuos y otras materias regulaba las condiciones de los vertidos, pero la preocupación creciente sobre los efectos adversos de esta práctica dio lugar, en primera instancia, a una moratoria voluntaria desde 1983 y a la prohibición de vertidos de todo tipo de residuos radiactivos desde 1993.

La prohibición de esta práctica, junto con una clara división de las responsabilidades de gestión y regulación, materializada en la creación de agencias como

organismos diferenciados de los reguladores nucleares, dio lugar a un planteamiento de programas nacionales orientados a la búsqueda de soluciones seguras para el almacenamiento definitivo de los distintos tipos de residuos radiactivos y combustible gastado.

En relación con la gestión de los residuos radiactivos de baja y media actividad (RBMA) y de muy baja actividad (RBBA), se puede decir que existen en la Unión Europea soluciones industriales en operación, tanto para su tratamiento y acondicionamiento como para su gestión final. Son tres los conceptos desarrollados para la gestión final de este tipo de residuos: en superficie o a baja profundidad, en profundidad tipo mina y en cavernas a poca profundidad, siendo el pri-

mero el concepto más extendido (Bélgica, Bulgaria, Chequia, Eslovaquia, España, Lituania; en Francia el centro de La Manche ya se hallaba operativo a finales de la década de 1960). El almacenamiento subterráneo según el concepto tipo mina se contempla en Alemania y Hungría; y en Finlandia y Suecia se ha aplicado el concepto tipo caverna a poca profundidad.



Diseño conceptual de un almacenamiento geológico profundo.

En algunos países de la antigua Europa del Este se habían construido instalaciones en los años 60, fundamentalmente para residuos generados en las distintas aplicaciones de radioisótopos, las cuales han tenido que ser revisadas o clausuradas, debido a que sus estándares de seguridad no eran homologables a los utilizados en los países occidentales.

En lo que respecta a la gestión del combustible gastado y los residuos de alta actividad, cabe señalar que depende en primer lugar de la política definida por cada país en relación con la decisión energética sobre el tipo de ciclo de combustible gastado. Como se ha explicado, actualmente solo Francia, Italia y los Países Bajos contemplan un ciclo cerrado, es decir, el reproceso de su combustible gastado.

Como es ampliamente reconocido a nivel de las organizaciones internacionales, el almacenamiento geológico profundo constituye la solución más adecuada para la gestión definitiva, tanto del combustible gastado como de los residuos de alta actividad. Esta es la posición adoptada por la Unión Europea, como se señala en el preámbulo de la Directiva 2011/70/Euratom, y el planteamiento adoptado por la práctica totalidad de sus Estados miembros con programas nucleares.

No obstante, dado el largo proceso que se necesita para implementar estas soluciones definitivas, es necesario almacenar temporalmente tanto el combustible gastado como los residuos que se generan en el reproceso. Para ello los Estados miembros utilizan distintas tecnologías de almacenamiento, bien en húmedo o en seco, en instalaciones ubicadas en las propias centrales o en otros emplazamientos que centralizan todo el inventario de combustible gastado y/o residuos de alta actividad. En este sentido, cabe señalar la existencia de instalaciones centralizadas en Alemania, Francia, Países Bajos, Suecia y Suiza.



El Cabril - Vista general.

En cuanto a la gestión definitiva, todos los programas han sufrido un retraso generalizado de varias décadas en relación con sus previsiones iniciales. Actualmente, los programas más avanzados, que son los de Finlandia, Suecia y Francia, cuentan con previsiones de puesta en marcha de sus instalaciones de almacenamiento geológico profundo a lo largo de esta década de 2020. La instalación Onkalo en Finlandia ha iniciado ya la construcción de las galerías para almacenamiento de combustible gastado, estando prevista su puesta en marcha en el entorno de 2025, mientras que las instalaciones de Bure en Francia y Forsmark en Suecia tienen previsiones para finales de esta década.

ENTREVISTA

GUILLERMO PALOMERO

PRESIDENTE DE LA
FUNDACIÓN OSO PARDO

*“El oso es un gran condicionador de los espacios,
es una magnífica especie para trabajar en la
conservación de la biodiversidad”*

⋮

TEXTOS: JORGE FERNÁNDEZ



© Fundación Oso Pardo.

Guillermo Palomero (Torrelavega, 1956) es uno de los fundadores de la Fundación Oso Pardo en 1992, ONG dedicada a la conservación del oso y de su hábitat en la Cordillera Cantábrica y Los Pirineos. Tras más de tres décadas presidiendo esta organización, el compromiso de este naturalista con la conservación de esta emblemática especie del norte peninsular continua inquebrantable. Hombre de monte, vara y prismáticos se siente privilegiado de trabajar en el medio rural y con un gran carnívoro como el oso pardo *“que permanentemente te enseña cosas nuevas”*.

¿Qué es la Fundación Oso Pardo? ¿Cuáles son sus objetivos principales?

La Fundación Oso Pardo es una organización no gubernamental que trabaja con el objetivo de que no se extinga el oso y de mantener poblaciones viables de este animal en la Cordillera Cantábrica y en los Pirineos, coexistiendo de la mejor manera posible con las actividades humanas. El oso es un gran condicionador de espacios, es una magnífica especie para trabajar en la conservación de la biodiversidad porque es una de esas especies que se denominan paraguas, ya que lo que se hace por ellos afecta en positivo a muchas otras especies de la fauna y de la flora. Es, además, una especie prioritaria en las directivas europeas. Por ello, tenemos la obligación de conservarlo y de preservar los espacios que habita.

¿Cómo se financia la Fundación?

Con mucho trabajo. El grueso de nuestra financiación son fondos europeos y aportaciones provenientes de la administración central y de las administraciones autonómicas y locales. También tenemos ingresos que aportan diferentes empresas en el marco de su responsabilidad social corporativa. Luego, nuestras actividades generan unas pequeñas aportaciones derivadas del merchandising, de las entradas en las casas del oso o del alquiler de los pastos en los montes de los que somos copropietarios. Pero fundamentalmente, los ingresos provienen de los Proyectos Life europeos que son proyectos muy competitivos a los que se presentan muchísimas administraciones y organizaciones. En este sentido parece que gozamos de credibilidad en la Comisión Europea porque hasta ahora llevamos muchos proyectos aprobados. Recientemente, hemos acabado dos, uno en Catalu-



ña y dos en la Cordillera Cantábrica y, actualmente, estamos con otro muy bonito que afecta al occidente cantábrico que se centra en trabajar con las fuentes de alimentación del oso y su relación con las actividades humanas en el marco del cambio climático.

Casi tres décadas después de nacer la Fundación, podemos decir que la población de osos pardos en España ha experimentado un notable incremento. ¿Cuál es la clave de este éxito?

Bueno, estos logros no hay que atribuirselos exclusivamente a nuestra Fundación, han sido muchos los actores implicados en la obligación legal y moral de impedir que el oso se haya extinguido. Las administraciones central y autonómicas, los ayuntamientos, y también sectores sociales como el turismo de naturaleza, los cazadores locales y otras ONGs se han ido sumando a una estrategia de colaboración y remando todos en la misma dirección. Con ello, se creó un músculo social que ha contribuido a que el oso abandonara el peligro crítico de extinción y fuera recuperando su población. Integrar el hábitat del oso en la Red Natura 2000, la red de espacios protegidos de Europa, fue también un logro muy importante en el que trabajamos con WWF.

© Fundación Oso Pardo.

“INTEGRAR EL HÁBITAT DEL OSO EN LA RED ESPACIOS PROTEGIDOS DE EUROPA NATURA 2000 FUE UN LOGRO MUY IMPORTANTE”



¿Qué papel ha jugado la aceptación social de esta especie en su entorno geográfico?

Tenemos claro que ha sido el punto clave. En una cornisa Cantábrica llena de pequeñas aldeas, de actividades humanas, con un sector de ocio rural cada vez más potente en esas montañas ha sido un elemento fundamental ya que, o conseguimos la aceptación del entorno y buscábamos juntos las mejores maneras de que coexistan osos y humanos y sus actividades, o era una misión imposible.

Si tuviera que escoger cuál de los tres pilares -proteger el hábitat, acabar con el furtivismo y la aceptación social- ha sido más importante a la hora de desarrollar nuestro trabajo diría que, sin duda, esta última ha sido la más importante y muy difícil de conseguir.

Pero esta confianza cuesta mucho mantenerla cuando tienes una población de osos que crece, que está tranquila, que no está perseguida y a la que tenemos que administrar con los nuevos retos que básicamente pasan por evitar conflictos.

El oso pardo se concentra fundamentalmente en el eje Cantábrico -norte de León, suroccidente y oriente de Asturias, montes cántabros y montaña

palentina-, ¿existen diferencias entre cada subzona?, ¿hay tránsito de ejemplares de unas zonas a otras?

Hace más de tres décadas, en la cornisa Cantábrica teníamos dos subpoblaciones separadas. Eso nos preocupaba muchísimo ya que, al medir la calidad genética de esos dos grupos, veíamos que los de la montaña oriental leonesa, Cantabria y de los montes de Palencia, tenían la más baja variabilidad genética conocida en el mundo de los osos. Eso era un serio hándicap para su recuperación. Conseguir poner en contacto los dos núcleos, que tenían pequeñas diferencias genéticas ha sido un logro magnífico ya que ha mejorado su salud. Los genetistas ya han comprobado que hay un flujo de ejemplares entre las poblaciones del occidente y del oriente en ambas direcciones. Eso ha facilitado la velocidad de recuperación y ahorrado unos cuantos problemas a la especie. El movimiento entre ambas zonas es de ejemplares machos, pero en los últimos dos años se han liberado en el sector oriental dos jóvenes oseznas pertenecientes al sector occidental. Fueron rescatadas por estar heridas y posteriormente rehabilitadas para devolverlas al medio natural. Con su presencia en la zona oriental, ese intercambio genético deberá hacerse más rico.

“EN LOS PIRINEOS EL OSO SE ESTÁ RECUPERANDO A SU RITMO, PERO EN UN PROCESO IMPARABLE”.

■ ■ ■

Los Pirineos son una de las zonas en las que se ha trabajado para recuperar el oso. ¿Cuál es la situación actual?

En Los Pirineos el oso se está recuperando a su ritmo, pero en un proceso imparable. Tiene un hábitat extraordinario y un futuro positivo y esperanzador ya que en el último censo se hablaba ya de unos 60 animales, que quizás actualmente sean ya algunos más. Aquí se está produciendo un proceso similar al de la Cordillera Cantábrica. Vemos una recuperación clara en los Pirineos centrales y un movimiento de ejemplares hacia los atlánticos donde, en la vertiente francesa se liberaron en su momento dos hembras provenientes de Eslovenia que ya se están reproduciendo, una de ellas ha parido este año tres oseznos. Así que, a su ritmo, pero se va recuperando.



“EL OSO YA HA LLEGADO HASTA LA CABRERA LEONESA Y LA COMARCA DE LA CARBALLEDA ZAMORANA POR EL SUROCCIDENTE Y A LOS MONTES DE LUGO Y ORENSE POR EL OCCIDENTE”

© Fundación Oso Pardo.

Lo que ocurre en esta zona, es que falta trabajo por hacer en cuanto a la aceptación social. A diferencia de la Cordillera Cantábrica, la aceptación es todavía muy imperfecta en Los Pirineos, especialmente debido a las reticencias que despierta en un sector como es el de la ganadería extensiva de ovino.

Este colectivo no quiere a los osos, a pesar de que recientes proyectos, como el Life que hicimos con la Generalitat de Cataluña, el Valle de Aran y la Universidad de Lérida, demostraron que las medidas de prevención de ataques a cabras y ovejas, como agrupar los rebaños, ponerles un pastor eléctrico o volver a traer los mastines del Pirineo, funcionan muy bien y han limitado muchísimo los daños del oso. Pero hay un rechazo bastante visible de este sector, para el que hay que buscar soluciones.

¿Qué cifras arrojan los últimos censos de ejemplares?

La última estimación, que se hizo al tiempo que comenzamos a utilizar herramientas genéticas, se realizó en 2017 en el Cantábrico oriental y en 2019 en el occidental y nos daba una cifra de en torno a 350 animales. El pasado otoño, con una de estas herramientas puesta a punto, todas las administraciones cantábricas coordinadas con el apoyo del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico hicieron un censo del que estamos esperando los

resultados que entendemos que serán superiores a esta cifra y que es posible que superemos los cuatro centenares.

Con el aumento de osos ¿se está produciendo su dispersión hacia nuevos territorios?, ¿cuáles podrían ser las posibilidades de expansión futura y hacia qué áreas?

En la Cordillera Cantábrica estamos observando como hay un movimiento, cada vez más constante, de ejemplares provenientes de grandes núcleos reproductivos como son el Alto Narcea asturiano y el Alto Sil leonés que está ocurriendo con especial intensidad llegando hasta La Cabrera leonesa y la comarca de La Carballada zamorana en el suroccidente y hacia los montes de Lugo y Orense por el occidente. Se ha dado el caso de que algún macho solitario llegó a cruzar la raya de Portugal, para emoción de expertos, autoridades y grupos conservacionistas del país vecino.

Es un fenómeno esperable, que ocurre en todas las poblaciones de osos del mundo. Habitualmente los ejemplares que se dispersan y pueden aparecer en lugares lejanísimos, donde se van asentando son machos jóvenes en busca de otros territorios. Más tarde llegarán las hembras, que comenzarán a reproducirse generando nuevos núcleos de población.

En Galicia, ya han cruzado la autovía A-6 que une Madrid y Galicia y ya hay ejemplares que hibernan al sur de la A-6. Estos últimos cuatro años hemos trabajado en la Sierra del Caurel lucense en un proyecto Life europeo dirigido a conseguir un estado de aceptación social al oso. Aprovechando la experiencia adquirida en la Cordillera Cantábrica, hablamos mucho con diversos sectores sociales, económicos, ambientales y turísticos de la zona. En paralelo llevamos a cabo una importante plantación de frutales en el monte para que coman los osos sin bajar a los pueblos.



© Fundación Oso Pardo.

Y, a más población, ¿se producen más daños?, ¿cómo responden las administraciones en estos casos?

Sin duda estamos ante un cambio de escenario y hay que asumirlo con claridad. Al crecer la población de osos y al no ser perseguidos, hay más ejemplares haciendo lo que siempre hacían: buscar la fruta en los entornos de los pueblos y aldeas. Los osos siempre robaron cerezas, manzanas, higos o maíz en las huertas y campos de los pueblos. Pero lo hacían con mucho cuidado, porque en cuanto eran detectados los mataban.



© Formentí.

Ahora lo hacen con menos cuidado, porque no se sienten perseguidos y, además, hay más osos, con lo cual los "asaltos" se producen con mayor frecuencia y en más lugares. Esto es una realidad que puede generar una cierta alarma, por lo que hay que hablar mucho con los vecinos y pagar con rapidez los daños que básicamente son a los frutales y a las colmenas. Con estas últimas estamos trabajando para implantar pastores solares y cercados eléctricos. Hemos repartido ya, de la mano de las asociaciones de apicultores, muchos centenares de cercados eléctricos. Las administraciones ya están sacando normativas de subvención para prevenir estos problemas porque creemos que todos los costes de la prevención deben caer en las administraciones públicas, jamás en los que sufren los daños.

Podemos decir que la ganadería de la cordillera no sufre ataques de los osos, es raro que un oso mate una vaca o un caballo. En Los Pirineos, sin embargo, la ganadería ovina sí ha tenido ataques del oso y por eso hay que prevenir esos ataques con medidas como la que indicábamos antes y que se han demostrado eficaces: perros pastores y cercados electrificados.

"BÁSICAMENTE, EL DAÑO QUE HACEN LOS OSOS ES EN LOS FRUTALES Y EN LA MIEL"



Y, ¿cómo responde la población ante este cambio de escenario?

Está claro que tenemos que ser muy muy serios con los nuevos retos que vienen asociados al aumento de la población de osos. Para nosotros es una prioridad prestar especial atención a los osos jóvenes y, eventualmente, osas con cachorros, que encuentran comida fácil en los entornos de las zonas habitadas, acercándose a las casas o entrando en los pueblos para comer en los contenedores de la basura. No bajan a hacernos daño, pero son líneas rojas y no se pueden permitir esos comportamientos familiares a los que denominamos osos habituados. Y menos durante el verano, que hay más gente en los pueblos, más actividad, más vida nocturna.



© Fundación Oso Pardo.

Por tanto, si algún oso pasa la línea roja hay que intervenir de inmediato para intentar disuadirle y variar su comportamiento. Si esa es la estrategia en Alaska con poca población, mucho más en la Cordillera Cantábrica que está llena de pueblos y aldeas. Como ya esperábamos comportamientos de este tipo tanto en la cordillera como en Pirineos, se han aprobado protocolos de intervención para aplicar de la misma manera que se hace en otros países: lo primero ahuyentarlos con petardos fuertes; el siguiente paso, si persiste, dispararle balas de caucho en puntos donde les pueda doler pero no herir y, si aun así continua reincidiendo, lo siguiente sería ponerle un radiotransmisor y esperarle allí donde vuelva a acercarse para aplicarle las medida de disuasión con más fuerza y más potencia. Si no se pudiera cambiar ese comportamiento, habría que retirar a ese oso de la población. No podemos permitirnos tener osos que puedan generar conflictos con las personas porque nos han perdido el respeto.

Uno de los factores de desarrollo de los pequeños pueblos y aldeas de la cordillera y del Pirineo, es el incremento del turismo rural. Se trata de un colectivo que en muchas ocasiones no conoce los códigos y el peligro que puede conllevar posibles encuentros con el oso. ¿Qué les diría para que pudieran disfrutar del monte con plenitud y seguridad?

Tenemos que hablar e informar mucho a los vecinos y, especialmente, a los visitantes de lo que hay que hacer y no hay que hacer para evitar conflictos con estos animales. El año pasado, cuando acabó el periodo de confinamiento, la gente tenía tanta necesidad de aire y de campo que jamás he visto el monte con tanta gente.

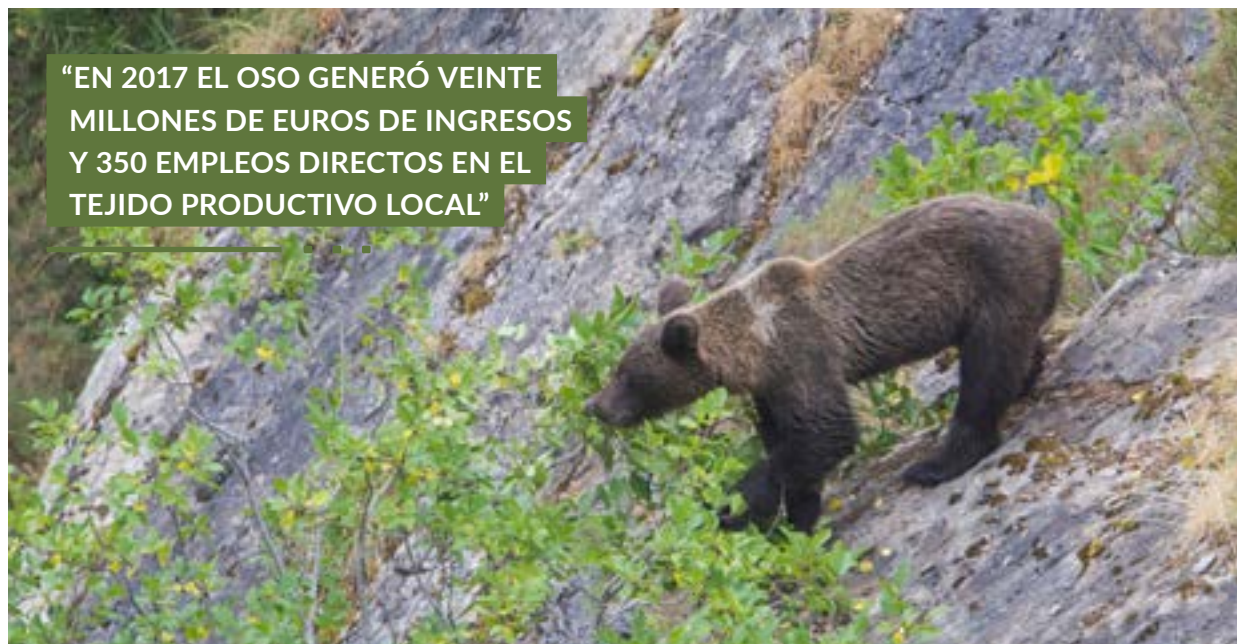
Este verano ha sucedido lo mismo, y creo que esto ha venido para quedarse. Cada vez va a haber más actividades lúdicas y turísticas ligadas al monte que son bienvenidas, ya que dejan muchos recursos y pueden ser perfectamente compatibles con la conservación del oso y de otros elementos de la biodiversidad. Pero tenemos que hacerlo bien, de forma organizada y, si fuera necesario, con alguna regulación temporal.

La Fundación Oso Pardo a través de los medios de comunicación regionales y locales en solitario, o en colaboración otras fundaciones, está haciendo campañas muy potentes para que la gente sepa qué debe hacer en cada momento. Estamos haciendo incluso una película de dibujos animados explicando todas estas recomendaciones y pautas. Aun así, puede haber algún incidente como los que hay cuando estás en la naturaleza salvaje y te encuentras con jabalinas con jabatos, con una vaca recién parida en el monte, o con los mastines que protegen al ganado. La idea es tener actitudes sensatas en ese entorno.

¿Cuál es la contribución directa del oso pardo a estas economías locales?

Pues bien, según un estudio que hicimos con la Universidad de Oviedo en 2017, los resultados son sorprendentes ya que hemos visto que nuestros planígrafos son un recurso importarte que se pone en valor de la mano del ecoturismo y la pasión por ver a estos grandes carnívoros.

El estudio de la universidad ovetense recoge, según el cálculo más conservador, en los veintiséis municipios de la Cordillera Cantábrica que habita el oso pardo, en 2017 ha contribuido a generar veinte millones de euros de ingresos en el tejido productivo local y ha creado 350 empleos directos y a tiempo completo mayoritariamente en la misma localidad del negocio.



© Fundación Oso Pardo.

Además, está atrayendo a muchos observadores tanto nacionales como internacionales. De hecho, varias agencias internacionales ya tienen en su oferta paquetes turísticos para observar el lince, el oso y el lobo. Tenemos la ventaja de que en España ya podemos avistar osos en libertad en mejores condiciones que en otros lugares de Europa, donde hay una gran tradición, pero en los que se los atrae con comida. Aquí no es necesario porque nuestro paisaje lo permite y no es necesaria esa interacción condicionada.

Y, ya para finalizar, ¿cuáles son los retos de futuro para la conservación del oso?

No cabe duda de que la situación actual del oso es bastante prometedora, pero tenemos que seguir atentos a la conservación del hábitat, aunque gracias a las directivas europeas está bien protegido y respaldado por la red Natura 2000 y las políticas autonómicas de conservación de los espacios y redes.

El claro reto de futuro es la coexistencia pacífica sobre la base de la prevención de los daños con coste cero para el agricultor, ganadero o apicultor; pagar los daños con gran rapidez, incluyendo el lucro cesante; supervisar y controlar a los osos que se acercan a las poblaciones y, desde luego, mano dura y con rapidez con los que se van haciendo familiares o habituados al hombre.

Otro reto que tenemos abierto es la necesidad de seguir trabajando en la puesta en valor del oso como un activo económico de los territorios. El oso es una marca para una zona porque, si hay osos, hay una naturaleza conservada.

En este punto quiero destacar la gran labor de los guías locales de estas zonas que no solo te facilitan ver a este animal, sino que te dan una visión completa de la biodiversidad del entorno.

Afortunadamente, el furtivismo es cosa del pasado y está rechazado socialmente. La ley del silencio que existía con esta práctica ya no existe, ahora, a quien se le ocurra cazar furtivamente se va a encontrar con la denuncia de sus vecinos.

Tenemos un escenario que nos está viniendo encima, y nos genera mucha preocupación, y es la oleada de instalaciones fotovoltaicas y eólicas que se están instalando sin ton ni son en nuestros montes.

Parece mentira que desde las ONGs conservacionistas tengamos que decir que estamos de acuerdo con estas energías, pero deberían ser ubicadas adecuadamente ya que el solar ibérico es muy grande.



Una granja en Marte

El elemento clave para poder enviar humanos al planeta rojo es asegurar que puedan obtener allí sus propios alimentos

TEXTO: IGNACIO FERNÁNDEZ BAYO

La imagen de Matt Damon creando un invernadero donde cultivar patatas para sobrevivir casi dos años en Marte es una de las escenas más recordadas de la película *The Martian*. Aunque la ficción sortea, lógicamente, algunas de las dificultades reales de una agricultura marciana, apunta en una correcta dirección. Cualquier misión que pretenda llevar humanos al planeta rojo, en un viaje cuya duración será de algo más de dos años, deberá ser capaz de asegurar que los astronautas puedan generar sus propios alimentos, tanto durante los trayectos como en el destino. Un objetivo aún en pañales cuando China y Estados Unidos se proponen asaltar nuestro vecino en breve. Y España participa en el desafío.

Paisaje de Marte. © Kevin Gill/Nasa.



La carrera espacial que libraron Estados Unidos y la URSS durante los años 60 por ser los primeros en pisar la Luna reverdece ahora por la conquista de Marte, aunque el segundo contendiente es China, nueva gran potencia espacial, enardecida por sus recientes éxitos. La ventaja inicial que podía haber tenido Estados Unidos por las misiones Apolo se ha diluido por su abandono de nuestro satélite desde hace ya medio siglo.

Los planes para volver nunca han sido muy claros, y aunque parece que la competencia china está haciendo que la NASA se plantee seriamente acelerarlos, siguen siendo de extrema vaguedad. China, por su parte, ya ha anunciado que pretende enviar taikonautas (como llaman a sus astronautas) a Marte en 2033.

Las prisas por poner a punto los recursos necesarios para cumplir con el objetivo ha hecho que proliferen cientos de proyectos de investigación en agricultura exoterrestre por todo el mundo. Proyectos que se llevan a cabo en su mayoría sin despegar del suelo, cuyos logros hasta ahora son escasos. Estados Unidos ha conseguido cultivar diversas plantas a bordo de la Estación Espacial Internacional, en ausencia de gravedad, una experiencia importante para alimentar a los

viajeros durante la larga travesía hasta Marte y la de regreso. China, por su parte, consiguió a principios de 2019 que, por primera vez, germinase una semilla en otro astro; en concreto una semilla de algodón en la Luna, durante la misión Chang'e 4.

España se ha sumado al objetivo de la agricultura planetaria con el Green Moon Project, muy bien situado para llegar a buen puerto, ya que ha firmado un acuerdo con el equipo chino de la semilla de algodón lunar. “Estamos preparando un experimento que se llevará a cabo en 2022 o 2023, a bordo de la misión china Chang'e 8 o 9...”, asegura el ingeniero aeronáutico José María Ortega Hernández, responsable del proyecto. El equipo que lo lleva adelante incluye al geólogo planetario Jesús Martínez Frías, investigador del CSIC y responsable del Laboratorio de Geociencias de Lanzarote; al ingeniero e investigador del Centro de Astrobiología (CAB) Jorge Pla-García; y a la botánica y directora de la empresa InnoPlant, Eva Sánchez Rodríguez.

“Establecimos contacto con el equipo chino y les visitamos en septiembre de 2019, luego ellos estuvieron con nosotros en Lanzarote ese mismo año y llegamos a un acuerdo. Hemos publicado un *paper* científico con ellos y estamos preparando otro”, dice Ortega.



*Diseño de un posible invernadero para cultivar plantas en Marte.
Dibujo: NASA.*

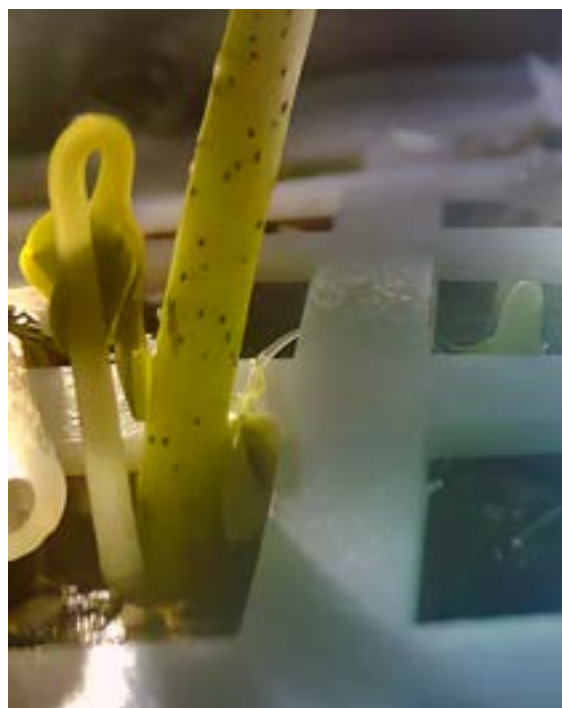


Lanzarote es una isla basáltica, cuyos suelos son semejantes a los de la Luna y Marte. © Green Moon Project.

Según el proyecto, el experimento consistirá en una cápsula cerrada, con cuatro cilindros, cada uno de los cuales llevará cierta cantidad de semillas de otras tantas plantas, en una atmósfera controlada en cuanto a temperatura y humedad, con iluminación artificial y protección contra la intensa radiación que recibe la Luna, además, claro está, de los sensores y cámaras que permitan hacer un seguimiento adecuado de la germinación. La idea global está decidida, pero los detalles aún están por decidir, incluido el diseño definitivo y el tamaño de la cápsula.

Tierra, agua y aire

En la Tierra, una planta necesita un suelo donde asentarse y del que extraer nitrógeno y otros nutrientes; agua para movilizar esas sustancias en la planta, provocar reacciones bioquímicas y obtener hidrógeno para fabricar hidratos de carbono; y aire, una atmósfera que le proporcione dióxido de carbono, la proteja de la radiación y atempere su relación con el entorno. Y también, por supuesto, una fuente de energía, fundamentalmente la luz solar. Fuera de nuestro planeta las cosas se complican. Transportar suelo en grandes cantidades más allá de la gravedad terrestre sería carísimo (el coste de llevar un kilo de cualquier cosa al espacio es de un millón de dólares), así que la tierra sobre la que deberán sembrar los habitantes de una base marciana o lunar tiene que proceder del propio entorno. Esa mezcla de mineral formado por granos de arena y polvo, tan abundante en ambos escenarios, se denomina regolito. Por ello, una de las primeras variables a despejar es conocer su capacidad para nutrir y dar soporte a la planta.



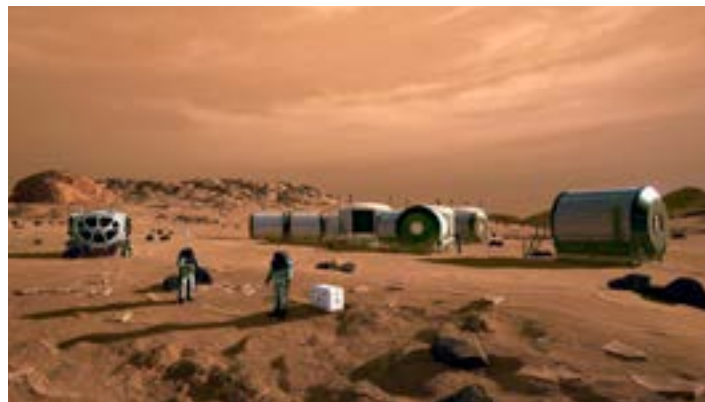
China consiguió brotar, en enero de 2021, una semilla de algodón en la Luna por primera vez, en uno de los experimentos de la sonda Chang'e 4, la primera en alunizar en la cara oculta del satélite. © Chongqing University.

“Los suelos de la Luna y de Marte son esencialmente basálticos y Lanzarote es un laboratorio natural extraordinario para estudiar su regolito porque es una isla basáltica”, dice Martínez-Frías, que está preparando diferentes tipos de regolito para los experimentos que van a realizar en tierra antes de decidir los que llevará la cápsula que viajará a la Luna. Además, según explica, los suelos varían mucho entre unas zonas y otras, “especialmente en Marte, porque ha tenido mucha más actividad geológica: ríos, tectónica activa, volcanes...”.

El agua es un recurso esencial para la agricultura. Mark Watney, el personaje interpretado por Matt Damon, resolvía la carencia del líquido elemento mediante un ingenioso sistema para quemar hidrógeno. Los astronautas que lleguen a la Luna o a Marte podrán obtener este recurso del agua que se sabe que hay en ambos astros. El problema es localizar con precisión dónde se encuentra, en qué manera (hielo, agua líquida o empapando rocas) y determinar la forma más adecuada y simple de extraerla.

La atmósfera lunar es prácticamente inexistente y la de Marte es mucho menos densa que la terrestre: entre 5 y 10 milibares; es decir, su presión es entre 100 y 200 veces menor. Además, su composición es muy diferente. Mientras que en nuestro planeta tiene un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y trazas de argón, dióxido de carbono y vapor de agua, en Marte domina el dióxido de carbono, con un 95%, el nitrógeno supone el 3% y el argón el 1,6%. Ese nitrógeno puede ser vital porque es uno de los nutrientes imprescindibles para las plantas. *The Martian* utiliza los excrementos del grupo de astronautas para abonar la tierra, pero existen alternativas más elegantes. “Queremos evitar en principio utilizar sustancias químicas como fertilizantes, pero sí utilizaremos bacterias promotoras del crecimiento de los cultivos. Estudiaremos cómo se comportan en el regolito, a ver si son capaces de crecer y sobrevivir y que aporten compuestos a las plantas”, explica Eva Sánchez. Se trata de aprovechar el mismo trabajo que en el suelo terrestre hacen estos microorganismos capaces de tomar nitrógeno del aire y fijarlo en la tierra para ponerlo a disposición de los vegetales.

La atmósfera terrestre permite, además, que las temperaturas se mantengan bastante estables y sus límites se muevan en una banda estrecha. La tenue atmósfera marciana hace que la temperatura oscile entre los 20° C y los 80° C bajo cero. Pero en la Luna la situación es mucho más extrema, con una banda que va de los 214° C a los -184° C. En los polos, donde



Recreación de un proyecto de base humana en Marte. © Nasa.

podría situarse una base por las reservas de agua que atesoran, la temperatura se mantiene estable en unos 96° C bajo cero.

No solo alimentos

Los miembros de una misión tripulada a Marte o los habitantes de una base lunar no solo necesitarán obtener alimentos. Hay que producir oxígeno, agua y construir edificios que alberguen a los astronautas y sus instalaciones científicas. Según Martínez Frías, algunos de estos suelos son ricos en óxidos metálicos, “que no son muy favorables para cultivar alimentos, pero a cambio se pueden usar para obtener oxígeno, hierro y titanio” que puede utilizarse como material de construcción.

Y queda por resolver el problema de la energía, especialmente para la misión a Marte. “Es imposible transportar desde la Tierra el combustible necesario para el viaje de vuelta. Los astronautas tendrán que obtenerlo allí”, explica Jorge Pla.

El vehículo Perseverance de la NASA, que llegó a Marte el pasado febrero, tiene ya una posible solución. “Tiene un aparato, denominado Moxie, que coge el dióxido de carbono de la atmósfera y genera oxígeno y monóxido de carbono. Consigue hasta 6 gramos de oxígeno por hora, que es muy poquito; apenas lo que necesita un astronauta para respirar durante 10 minutos, pero es escalable, así que es cuestión de construir uno más grande o varios”, dice Jorge Pla. Ese oxígeno se utilizará no solo para la respiración de los habitantes de la base sino también como combustible para obtener la energía de regreso, junto con gas metano como combustible.



Green Moon Project en Lanzarote con sus colegas chinos.
© Green Moon Project.



Los miembros del equipo de Green Mount Project en el laboratorio.
© Green Moon Project.

Este gas se ha detectado en Marte en un extraño ciclo. Una investigación internacional con datos del rover Curiosity, daba a conocer en julio de 2021 y en la que ha participado Jorge Pla, ha detectado la presencia de metano durante la noche; metano que desaparece durante el día y han elaborado diferentes hipótesis sobre el extraño fenómeno. Lo importante, en cualquier caso, es que ese metano sería susceptible de ser recogido para alimentar la nave que devolverá a los visitantes a nuestro planeta.

Luna verde

Los principales problemas a resolver son la gravedad y la radiación. La fuerza gravitatoria lunar es un sexto de la terrestre y la de Marte un tercio y ambos cuerpos reciben una intensa y destructiva radiación cósmica, mayor en la Luna por su ausencia de atmósfera protectora. Y a estudiar ambas cuestiones se dedicará Green Moon Project en directo desde la Luna. Hay aún muy poca experiencia sobre cómo afectan a la germinación y crecimiento de las plantas esas condiciones. La planta puede despistarse y no saber hacia donde estirar sus raíces y en qué dirección crecer su tallo, por ejemplo. “Lo que más va a cambiar es el perfil hormonal de la planta. Con menor gravedad la planta crece más rápido y puede alcanzar mayor tamaño porque siente una menor retención gravitatoria”, explica Eva Sánchez.

“Entendemos que las plantas no van a tener enfermedades, pero sí pueden sufrir algún tipo de estrés que provoque cambios en su crecimiento. Creemos que esos desequilibrios por la gravedad afectarán a los componentes nutricionales, como vitaminas y compuestos fenólicos. Aquí en la Tierra una situación de sequía produce estrés en las plantas y hace que, por ejemplo, los tomates sean más dulces”, añade.

De momento, los ensayos que están realizando en la Tierra deberán permitir avanzar en la respuesta a esa incógnita e ir definiendo el contenido exacto del experimento lunar: ¿qué tamaño tendrá la cápsula? ¿Cuántos experimentos contendrá? ¿Qué plantas serán las elegidas? “No va a ser muy grande, menos de un metro de altura y unos tres kilos de peso. Y tendrá cuatro compartimentos diferentes”, dice Jorge Pla, aunque admite que el diseño puede variar muchísimo hasta ajustarse al hueco que finalmente ocupe en el *lander* donde irá instalado. En cada uno de esos compartimentos habrá unas cuantas semillas de las plantas seleccionadas. “En principio vamos a meter lechugas, tomates, un cereal, que podría ser trigo, y quizás una planta de té”, dice Eva Sánchez. La idea es que haya variedad: “queremos meter alguna que tenga floración, que tendremos que polinizar de forma artificial, para ver si florece y cómo”. La selección final dependerá de los experimentos que están realizando aquí con regolitos semejantes a los lunares que ha preparado Martínez-Frías, junto con otro de Lanzarote y uno terrestre normal para que sirva de referencia.

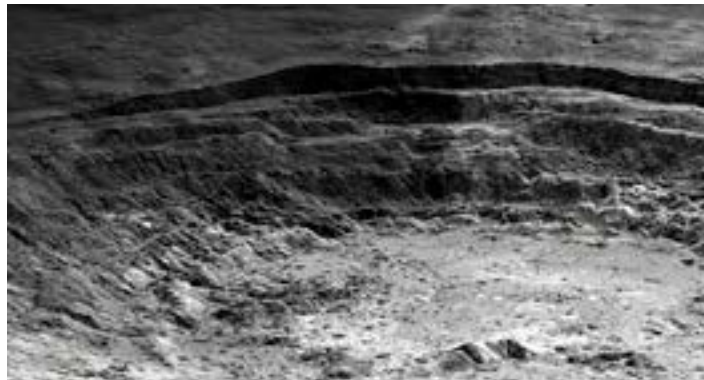
Los mecanismos que deberán realizar el seguimiento del experimento lunar están ya más o menos decididos. Según José María Ortega, “llevaremos sensores de CO₂, humedad, temperatura, oxígeno, luminosidad



La astronauta Peggy Whitson cultivando vegetales en la Estación Espacial Internacional. © NASA.

y radiación; actuadores para que cada cierto tiempo provean de agua al suelo, luz artificial y temperatura controlada para evitar lo que les pasó a los chinos, que se les congeló la planta de algodón. También un apantallamiento para evitar la intensa radiación, y una cámara que tomará imágenes cada ocho horas”.

La radiación cósmica es muy energética y alcanza la superficie lunar casi intacta. Será necesario apantallar la cápsula para evitar que dañe a las plantas. “Hay varias opciones, se puede usar el propio regolito lunar e incluso una capa de agua, pero para asegurarnos y aligerar vamos a poner fibra de vidrio y titanio” dice Jorge Pla. Más allá de este experimento, existen otras opciones interesantes tanto en la Luna como en Marte, donde ubicar las plantaciones, como son los tubos de lava cuyo interior se encuentra perfectamente protegido de las radiaciones por la roca. Y para estudiar esta opción, también Lanzarote proporciona un laboratorio excepcional, ya que existen muchas de estas cavidades, incluida la famosa Cueva de los Verdes-Los Jameos del Agua, donde está experimentando Jesús Martínez-Frías.



Cráter lunar Aristarco, el faro de la Luna. © NASA.



Experimento para comparar un cultivo con tierra normal, regolito con fertilizante y regolito sin fertilizante. © NASA.

La experiencia lunar tendrá aplicación en el desarrollo de la agricultura marciana. De hecho, se trabaja en paralelo en ambos escenarios, según Jorge Pla. Y si el acento está puesto ahora en la Luna es porque se conoce su suelo mucho mejor (por los casi 400 kilos de muestras rocosas que trajeron los astronautas de las naves Apollo y otras misiones automáticas de la Unión Soviética y de China) y porque está mucho más cerca. Si los problemas inducidos en los cultivos por la radiación y la ligera gravedad se resuelven en nuestro satélite, su aplicación a Marte será sencilla, ya que ambas cuestiones son menos extremas en el planeta rojo.

La germinación de las semillas que contendrá la cápsula del Green Moon Project serán un pequeño paso para una planta, pero pueden significar un gran salto para la agricultura extraterrestre.



La Metrópoli Verde, el Nueva York de los bosques

TEXTO: JORGE FERNÁNDEZ

Situado en los Montes Obarenes-San Zadornil, a caballo con la provincia de Alava, la Metrópoli Verde reúne toda la magia de esos lugares especiales que inundan los sentidos. Un infinito bosque de bosques. Un territorio desbordante de belleza en el que conviven apiñados, en un insólito y cosmopolita mosaico de “culturas forestales”, ejemplares de todos los árboles que pueblan la Península Ibérica. Un bosque que se puede recorrer a pie, en bicicleta o a caballo y que cada año atrae a más visitantes. Un proyecto de recuperación del patrimonio forestal en el que Enresa, dentro de su política de responsabilidad social corporativa y en base a la Orden Ministerial. IET/458/2015, ha colaborado de una forma directa.

El parque natural de Los Montes Obarenes constituye la última y más meridional de las estribaciones de la Cordillera Cantábrica. Limitado al norte por el río Ebro, en el interior de sus más de treinta y tres mil hectáreas se encuentran las sierras de Oña, La Llana, Pancorbo, Arcena y los Montes Obarenes. La Metrópoli Verde forma parte de este espacio natural. Sus 2.200 hectáreas constituyen una singularidad, según nos cuenta María Bartolomé, monitora de la Casa del Parque de San Zadornil y profunda conocedora de este entorno, “se trata de un lugar que tiene un espíritu propio, con una biodiversidad increíble y totalmente distinta a la del resto del parque natural gracias al microclima que tiene el valle. Una circunstancia que favorece esa explosión de especies arbóreas compartiendo el mismo espacio”.

Otoño en La Metrópoli Verde. © La Metrópoli Verde.



La Metrópoli Verde

El proyecto integral “La Metrópoli Verde” desarrollado en el bosque de San Zadornil nació como tal en 2015, como una apuesta diferente para descubrir un espacio natural protegido. La Junta de Castilla-León, junto con el ayuntamiento de San Zadornil, trabajaron para desarrollar un espacio turístico, sobre la base de una naturaleza espectacular, buscando, al tiempo, canalizar el desarrollo económico de la zona con una dinamización turística sostenible.

“Este proyecto empezó con la adecuación de la casa del Parque, -nos cuenta Lucio Bodega, alcalde de San Zadornil- un edificio que ya estaba hecho pero que había que adecuar por dentro, de lo que se ocupó la Junta de Castilla-León. Paralelamente, en el bosque se realizó la regeneración de espacios, la señalización de áreas recreativas, la recuperación de fuentes y la mejora de caminos y pistas”. Es en este punto en el que Enresa se sumó al proyecto, cofinanciando esas actuaciones conforme a lo establecido 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. Además de este proyecto de recuperación y adecuación de espacios y viales en la Metrópoli Verde, Enresa cooperó también en la recuperación de varios molinos centenarios de San Zadornil y está previsto que colabore en el proyecto de adecuación del resto del edificio de la Casa del Parque donde, con el apoyo de la Junta, la Diputación y el ayuntamiento, se abrirá una cafetería restaurante para dar servicio a los visitantes.



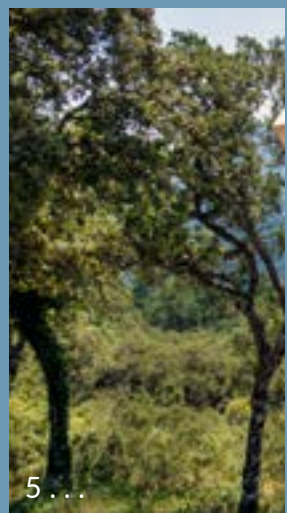
1...



2...



4...



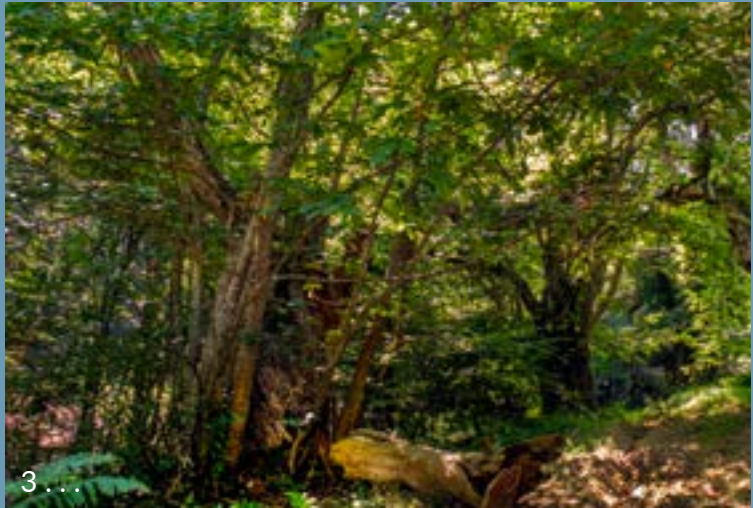
5...



7...



8...



3...



6...



1... *Bicicletas eléctricas. Casa del Parque. © La Metrópoli Verde.*

2... *Zona de descanso. © Jorge Fernández.*

3... *Viejos castaños en el parque. © Jorge Fernández.*

4... *El refugio del boj. © La Metrópoli Verde.*

5... *Señalización del parque. © Jorge Fernández.*

6... *Casa del Parque de la Metrópoli Verde. © La Metrópoli Verde.*

7... *Secuoyas en el Barrio de los Extranjeros. © Jorge Fernández.*

8... *Mirador en el bosque. © Jorge Fernández.*



La Casa del parque

La Casa del Parque en San Zadornil constituye el centro neurálgico de la Metrópoli Verde. Más allá de un centro de interpretación, se trata de un espacio multifuncional destinado a facilitar los servicios al viajero. Unos servicios que van desde la simple obtención de un mapa de rutas con el que moverse por este espacio, a facilitar el alquiler de bicicletas o la planificación de rutas a caballo, que se realizan con un rancho local. Al frente de la Casa, María Bartolomé, más allá de su trabajo de monitora, es una militante de la Metrópoli a la que conoce palmo a palmo y de la que se muestra una enamorada. “Al viajero -apunta Bartolomé- le sorprende que, en un lugar tan pequeño como este, crezcan no solo árboles autóctonos sino también especies más propias de otros ecosistemas. Pero lo que es cierto es que podemos decir que, en este pequeño espacio, tenemos representadas prácticamente todas las especies que hay en la Península”. La riqueza vital del entorno se debe, explica María, “a que es una zona de intercambio climático, entre el Atlántico y el Mediterráneo, en la que se produce un choque entre ambos climas, haciendo que aquí crezca de todo”.

La idea de Metrópoli Verde, afirma María Bartolomé, surgió “al ver la verticalidad de todas las especies que pueblan el bosque y que nos llevaron a la conclusión de que aquí dentro existe un espíritu cosmopolita, ya que hay especies que, perteneciendo a climas diferentes, crecen juntas y con unas variedades y densidades tremendas. Por eso se estableció la comparativa con Nueva York, una ciudad que acoge multitud de etnias y culturas conviviendo juntas en un espacio y con una densidad de población altísima”. En definitiva, lo que se hizo fue reinterpretar un espacio eminentemente natural en clave urbana. “Cuando entras -afirma Bartolomé- no ves nada que, ni remotamente, te recuerde a nada urbano, pero la distribución que se ha hecho en cuanto a mapas, red de senderos y espacios interiores te trae emanaciones urbanas”. Y es que La Metrópoli Verde está estructurada como una auténtica ciudad con avenidas, que son las pistas forestales con buen firme; las calles, compuestas por las pistas con firme variable; callejuelas, los senderos; y finalmente las plazas, que son los nodos de comunicación y las áreas recreativas.

Como en todas las ciudades, en la Metrópoli Verde también se pueden encontrar distintos barrios que caminar y que invitan a descubrir cada uno de sus rincones. Así, tenemos el Barrio de la Hayas, en el que la frondosidad y generosidad de sus ramas y hojas generan un ambiente de oscuridad que impide el crecimiento de otras especies. El Barrio de las Encinas, que crecen en las zonas más soleadas y de suelos más pobres, a las que acompañan enebros, arces de Montpellier, e incluso de algún haya. El Barrio de los Castaños, de alguna forma el rey de la Metrópoli Verde, por la dignidad y porte de algunos de sus centenarios ejemplares. El Barrio de los Pinaster, que ocupan una zona arenosa y seca en la que crecen los pinos resineros; o el Barrio de los Extranjeros, creado a mediados del pasado siglo, en el que conviven las únicas especies no autóctonas de la Península Ibérica, como las secuoyas norteamericanas o algunas coníferas procedentes de los Alpes. Y todos ellos salpicados de ejemplares de tejos, quejigos, acebos, bojs, madroños, avellanos...

Toda la densidad de este entorno configura un lugar perfecto para una enorme diversidad de fauna silvestre en la que se pueden encontrar buitres leonados, gatos monteses, zorros, corzos; ciervos y una enorme variedad de aves. El tema de huellas y rastreo de animales es muy fácil de llevar y constituye otro de los atractivos del parque.

Desarrollo local

La Metrópoli Verde se creó como polo de atracción turística y desarrollo local. Con la apertura de la Casa del Parque se han creado puestos de trabajo y según su alcalde, Lucio Bodega, “para Jurisdicción de San Zadornil esta iniciativa ha supuesto no dejar morir los municipios de la zona, que es bastante. Hemos conseguido la llegada de algunos jóvenes al pueblo y con la apertura de la cafetería-restaurante conseguiremos crear nuevos puestos de trabajo”.

La época de mayor afluencia a la Metrópoli Verde es el otoño, tanto o más que en el verano o en los puentes. Según Bartolomé, “los tres pilares básicos del otoño en este entorno son las setas, las castañas y los paseos por el bosque disfrutando del espectáculo paisajístico que nos dan las especies caducifolias en estos bosques tan frondosos”. A ello, hay que unir la legión de fotógrafos que, cámara en ristre, buscan plasmar ese fantástico mosaico cromático.

Como se indicaba anteriormente, este es un bosque que se puede recorrer tanto andando como en bicicleta eléctrica o a caballo. “Cualquiera de estas tres



Paseo en el bosque. © Jorge Fernández.

formas de visita las organizamos desde aquí”, afirma María Bartolomé. Las bicicletas se pueden alquilar en la Casa del Parque, los caballos en un centro ecuestre en Arroyo de San Zadornil, desde el que parten visitas guiadas por la Metrópoli Verde. Se trata, según Bartolomé “de un modo de conocerla que te permite meterse por lugares que no es posible andando o en bicicleta”. Estas rutas se realizan con caballos polivalentes y muy tranquilos, por lo que no es necesario tener experiencia en montar, de hecho, más del 90% de los visitantes que optan por este sistema son personas que nunca han montado a caballo.

Un bosque en evolución

La Metrópoli Verde no es un bosque intacto. Es un bosque que está gestionado de forma sostenible e inteligente. La labor de limpieza y saca del bosque es fundamental. Se necesitan arboles genéticamente fuertes que den lugar a buenos vástagos, exactamente igual a ellos, que se puedan plantar en lugares del bosque donde son más necesarios. Pero a veces crecen juntos y se roban tierra, agua y luz con lo cual acabarán siendo árboles débiles que son pasto de plagas y pueden contagiar al resto de árboles sanos. Por ese motivo se hacen las sacas, que no talas, para favorecer el crecimiento de los más fuertes.

En este sentido, Lucio Bodega tiene claro que “es preferible llevar un monte ordenado, despacio, suave sin que el equilibrio se pierda. Hacemos una saca en dos o tres zonas al año, que en poco tiempo no es perceptible. Este es el planteamiento que tenemos aquí, por un lado, conservar ejemplares muy viejos que ya han vivido muchos años y por otro lado procurar que los jóvenes también tengan su espacio para que el bosque no envejezca sin dar nueva vida. Es una balanza complicada”.







COCHES CON PRESENTE Y BATERÍAS CON FUTURO

TEXTO: MARÍA GARCÍA DE LA FUENTE

Unos minutos después del Big Bang se formó el elemento de la energía de nuestro futuro. Es el sólido más ligero de la tabla periódica. Es un metal y es el tercero en la tabla periódica. Es el litio. A pesar de llevar el nombre griego de 'piedra' (lithos), su gran ligereza es la ventaja que le ha convertido en la clave de la energía de los próximos años.

Las baterías de ion litio han sido fundamentales para el desarrollo de la tecnología móvil que hoy llevamos encima, de ordenadores, drones, robots y también de los coches eléctricos.



Cada vehículo eléctrico necesita una batería equivalente a la de 6.000 teléfonos móviles. © Aepibal.

Precisamente, en el campo de los combustibles fósiles tiene su origen la batería de litio. Si retrocedemos 50 años y volvemos a los años 70 del siglo XX, las compañías de petróleo ya se mostraban preocupadas por la amenaza del fin de las reservas petrolíferas, y empresas como Exxon decidieron diversificar sus actividades. Stanley Whittingham, de la Universidad de Stanford, fue uno de los científicos reclutados por la compañía para investigar fuentes alternativas de energía que no necesitaran petróleo. Comenzaron a investigar materiales superconductores que pudieran intercambiar iones. Descubrieron que los iones de potasio con los que investigaban, afectaban la conductividad del sulfuro de tantalio y vieron que tenía una alta densidad de energía. Y lograron obtener dos voltios de energía, la mayor cantidad nunca conseguida en una batería. Whittingham se dio cuenta de lo que tenían entre manos: una nueva tecnología que permitiría almacenar energía para vehículos eléctricos. La pega que tenía es que el tantalio es un elemento muy pesado, y los coches no necesitan tener que mover más peso del necesario, así que se sustituyó el tantalio por titanio, un elemento de similares características, pero mucho más ligero.

En una batería, los electrones fluyen del electrodo negativo o ánodo al positivo o cátodo. El ánodo debe contener un elemento que libere con facilidad electrones, y ahí aparece en la historia el litio. El resultado fue una batería de litio recargable. El descubrimiento se publicó en 1976. Y empezaron las investigaciones para hacer una batería con la energía suficiente para mover un coche.

John Goodenough, un profesor de Química Inorgánica de la Universidad de Oxford, conocía los trabajos de Whittingham e investigó cómo aumentar la energía, colocando óxido de cobalto en el cátodo, y obtuvo el doble de energía: cuatro voltios. Además, descubrió que las baterías podían ser cargadas después de fabricarlas, lo que supuso una revolución para la energía sin cables. En 1980 publicó sus descubrimientos.

Sin embargo, el precio del petróleo bajó y las compañías estadounidenses y europeas dejaron de mostrar interés por esta nueva tecnología. En Japón, no obstante, el crecimiento de las compañías electrónicas dependía de encontrar baterías recargables y ligeras para sus equipos de informática, videocámaras o telefonía inalámbrica. Akira Yoshino construyó la primera batería de ion-litio comercializable con óxido de cobalto en el ánodo y coque de petróleo en el cátodo. Los iones fluyen entre los electrodos sin reaccionar a su alrededor. Logró una batería recargable durante cientos de veces. Era el año 1986, y cinco años después una empresa japonesa de tecnología empezó a vender baterías de ion litio, lo que supuso una revolución para el mundo de la electrónica: los teléfonos fueron móviles, los ordenadores portátiles y se desarrollaron los MP3 y las *tablets*.

John Goodenough, Stanley Whittingham and Akira Yoshino recibieron en 2019 el Premio Nobel de Química por contribuir a una sociedad libre de energías fósiles y sus aportaciones al desarrollo de la tecnología sin cables al desarrollar las baterías de ion litio.

Litio, ligereza para la portabilidad

Las claves del litio son que es un elemento muy ligero y cede electrones con facilidad. Para su utilización en vehículos hubo que adaptar la tecnología de la electrónica portátil, porque era fundamental aumentar la duración para conseguir más autonomía del coche y reducir el precio. En un ordenador sin batería siempre se puede enchufar a la red, pero con un coche, la autonomía de la batería es esencial. El vehículo eléctrico necesita una batería equivalente a la de 6.000 teléfonos móviles.

Además, para las baterías de los coches eléctricos era indispensable alargar su vida útil, ya que mientras en un móvil se puede cambiar la batería cada tres años, en un coche no es rentable. La vida media de una batería de un coche es de unos 5.000 ciclos o recargas, y se considera que ya no es óptima y hay que cambiarla cuando ha perdido el 20% de su capacidad inicial, lo que supone una merma de su autonomía. El objetivo de los fabricantes es que la batería esté diseñada para los 15 años que se prevé que dure el coche en funcionamiento.

En la actualidad, el parque de automóviles en España es de 29 millones, de los que solamente 94.200 son vehículos eléctricos, es decir, todos los que se enchufan a la red, tanto eléctricos puros como híbridos enchufables, según datos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Coches (ANFAC). El mercado registra cada año crecimientos importantes, con una cuota de producción que ha pasado del 1% en 2019 al 6,2% en 2020 de vehículos eléctricos, respecto al total, explica Arancha García, directora del área industria y medio ambiente de ANFAC.

España cuenta con 17 plantas de fabricación de coches, y ya se montan 14 modelos de vehículos eléctricos. Sin embargo, ninguna de las fábricas de automóviles cuenta con fabricación propia de baterías eléctricas, la mayoría las importan íntegras y sólo en algunas plantas se ensamblan módulos, como en las de Nissan, PSA, Opel, Ford o Renault. En Europa sólo se fabricaron en 2019 el 6% de las baterías de automoción, la gran mayoría vienen de países asiáticos.

La batería de ion litio puede suponer entre el 35 y el 40% del precio de un vehículo eléctrico, apunta Juan Manuel Pérez, vocal de Aepibal (Asociación Empresarial de Pilas, Baterías y Almacenamiento Energético) y director técnico de Envirobat, por lo que contar con una fábrica de baterías en España sería clave.

Un mercado exterior

Las baterías de ion litio de los coches eléctricos que circulan por España están fabricadas en su gran mayoría en China o Corea del Sur. Sin embargo, la demanda esperada de cada vez mayor cantidad de baterías para vehículos está haciendo emerger proyectos europeos. La carrera por crear estas gigafactorías de producción de baterías se ha disparado este año, con los fondos europeos de recuperación tras la crisis provocada por la pandemia del coronavirus, y ya hay en Europa anuncios de construcción de 24 gigafactorías para baterías de ión-litio, con una capa-



El próximo reto de la industria de la automoción es acompañar el aumento de coches eléctricos con una densa infraestructura de puntos de recarga. © J. F. Narcea.

cidad de producción anual de 600 GWh, lo que podía suministrar equipamientos a entre 9 y 10 millones de coches eléctricos al año.

En España hay 10 comunidades autónomas interesadas en albergar una gigafactoría para la construcción de baterías de coches eléctricos. Se estima que la demanda para 2030 será de 75GWh, para lo que serían necesarias entre dos y tres plantas de fabricación en nuestro país.

Origen del litio

El litio que se necesita para fabricar las baterías procede de minas o de salinas. Los principales países productores son Chile, Bolivia, Argentina y Australia. Una vez que el mineral se extrae, se transporta hasta China, preferentemente, para fabricar las baterías, que una vez terminadas, viajan a Europa o Estados Unidos para ser instaladas en los coches eléctricos. Cuando el consumidor final adquiere su vehículo eléctrico, el litio de la batería ha dado la vuelta al mundo, con lo que la sostenibilidad en el transporte de materias primas y productos elaborados tiene mucho que mejorar.

En España, Extremadura alberga dos zonas ricas en litio que han solicitado su explotación: Las Navas en Cañaveral y San José Valdeflórez, ambas en Cáceres. Los proyectos están pendientes de estudio y aprobación.



El objetivo de los fabricantes es que las baterías estén diseñada para los 15 años que se prevé dure el coche en funcionamiento. © Aepibal.

Segunda vida para las baterías

Una vez que la batería de ion litio del coche eléctrico ha llegado al final de su vida útil, se puede optar por dos vías: la reutilización o el reciclado. En la primera de ellas, la reutilización puede ser de la batería entera o de partes. Cuando se va a reutilizar la batería entera, se somete a un proceso de refabricado y algunas se ponen de nuevo en el mercado, siempre con un etiquetado de batería reutilizada, y la principal salida es como sistema de almacenamiento de energía estacionario como, por ejemplo, en viviendas con paneles solares o industrias con placas fotovoltaicas, explica Juan Manuel Pérez, vocal de Aepibal. También están en pruebas para reutilizarlas en actividades móviles como el sónar de pesca.

La clave para conseguir una mayor sostenibilidad es dar una segunda vida a las baterías de litio. Así, con la fabricación de una batería de segunda vida se alcanza una reducción de hasta el 75% de las emisiones de CO₂ en comparación con la fabricación de una batería nueva, según un estudio de BeePlanet Factory, una empresa navarra que utiliza baterías desechadas del vehículo eléctrico para instalaciones fotovoltaicas y eólicas.

No hay instalaciones de reciclaje en España

En cuanto al reciclaje de las baterías de coches eléctricos, en España no hay instalaciones específicas para reciclar estos residuos y se envían a las empresas de tratamiento de Umicore (Bélgica), Accurec (Alemania) y Eramet y Snam (Francia), indica Arancha García, de ANFAC.

Por el momento son pocos los coches eléctricos que llegan a los centros autorizados de tratamiento (CAT) o desguaces. En 2020 llegaron sólo 100, ya que el parque de vehículos eléctricos es muy joven. Dependiendo de las marcas, las baterías tienen entre 8 y 10 años de garantía, por lo que hay todavía un mercado muy pequeño.

En el diseño del vehículo se prima la reutilización de sus componentes, después el reciclaje y por último la valorización. En las guías de desmontaje de los vehículos para los CAT, las baterías eléctricas figuran como mercancía peligrosa y requieren un tratamiento especial, tanto para su almacenaje (siempre en posición normal, no invertida, en lugar seco, protegida de la luz, y sin someterla a aplastamiento), como en su transporte, ya que puede ser

explosiva. Algunos fabricantes recogen las baterías en los desguaces para su tratamiento o darle una segunda vida y si no, se envían a un gestor específico.

La legislación que atañe a las baterías de vehículos eléctricos es la directiva de pilas y baterías y obliga al tratamiento de estos residuos y a su reutilización y/o reciclaje.

En el reciclaje de las baterías de coches eléctricos “tecnológicamente se puede recuperar todo, pero económicamente no es rentable”, explica el vocal de Aepibal. En la actualidad, debido a los precios de las materias primas en el mercado, sólo es rentable recuperar el cobalto de este tipo de baterías, mientras que el litio, manganeso, cobre, hierro o aluminio que contienen se destina a relleno de carreteras, porque el coste de recuperación es mayor que el precio del mineral de primera mano. El cobalto, señala Pérez, dependiendo de su pureza se destina a nuevas baterías, a colorantes o a materiales cerámicos. “A día de hoy no es rentable reciclar, supone un coste alto”, añade.

Planta de reciclaje de baterías de aparatos electrónicos

Las baterías de ion litio de los aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) han de ser recicladas en plantas específicas. La Fundación ECOLEC trabaja con unas 80 instalaciones en España. En estas instalaciones, una de las primeras acciones es extraer las baterías antes de proceder a su descontaminación y reciclado. Una vez extraídas las baterías se envían a instalaciones que se ocupan de su reciclado.

España cuenta con una instalación en Azuqueca de Henares (Madrid) que recicla las baterías de ion litio de los aparatos eléctricos y electrónicos. Durante el proceso de reciclaje, se separan los diferentes materiales y elementos aprovechables de las sustancias tóxicas que contienen las baterías mediante procesos hidrometalúrgicos. Con estos procesos se obtienen materiales como el cobalto, el cobre, el níquel, el litio, el aluminio, el hierro, el manganeso o el grafito, este último con un reciclaje limitado. Las materias primas secundarias que se reciclan posteriormente se comercializan.

Las baterías de ion litio han comenzado a rodar por nuestras carreteras y todo apunta a que harán muchos kilómetros.



Las baterías recargables de ion litio pueden suponer entre el 35 y el 40% del precio de un vehículo eléctrico.
© J. F. Narcea.

Enresa

A VISTA DE DRON



Desde Córdoba a Tarragona, o más concretamente, desde el Centro de Almacenamiento de El Cabril a la antigua central nuclear Vandellós I en Tarragona, haciendo un alto en el camino en la, actualmente en desmantelamiento, central nuclear de José Cabrera (Guadalajara), podemos observar, desde una perspectiva distinta, los principales proyectos de Enresa.

Así, desde el aire, uno puede hacerse a la idea de la extensión que ocupan las plataformas que almacenan los residuos radiactivos de baja y media actividad y cómo están integradas en el paisaje de la Sierra Albarrana cordobesa.

En Vandellós I, durante el periodo de latencia de esta antigua central nuclear, los cambios en su exterior no son evidentes, pero la imagen ayuda a hacerse una idea de como está actualmente la estructura de protección del cajón del reactor, vigilado y controlado hasta su proceso de desmantelamiento final.

También es bueno coger altura para comprobar el avance de las demoliciones en José Cabrera, donde el antiguo edificio del reactor, con su icónica cúpula roja, ya es historia.

De izquierda a derecha y de arriba a abajo: Centro de Almacenamiento de El Cabril desde tres perspectivas diferentes; a continuación, estructura de protección del cajón del reactor de la central nuclear Vandellós I. Abajo, secuencia de avance en el desmantelamiento del edificio de contención del reactor de la central nuclear de Zorita.







SUGERENCIAS

SIGUE A ENRESA EN REDES SOCIALES



FLICKR

FOTOGRAFÍAS

ENRESA

Nuestras actividades inmortalizadas en una galería de fotografías que ayudan a entender la actividad de Enresa

Queremos acercar a nuestro seguidores el día de día de nuestras actividades, por eso en nuestro perfil de Flickr podrás ver imágenes técnicas y representativas de lo que hacemos. Desde preciosas vistas de la naturaleza hasta procesos industriales que detallan el desmantelamiento de una central nuclear. Para quienes quieren conocer, investigar y descubrir.



TWITTER

NOTICIAS Y NOVEDADES

@ENRESA

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

Toda 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

Nuestra vocación de servicio público nos anima a informar a los usuarios de forma clara y sencilla. Desarrollamos vídeos técnicos y divulgativos donde explicamos nuestros proyectos para que puedas conocernos y visualizar las soluciones que Enresa desarrolla.

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



ESTRATOS

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

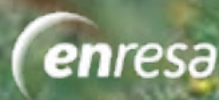
De conformidad con la normativa vigente en materia de protección de datos personales, consiento que mis datos sean incorporados a un fichero que será tratado por la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A., S.M.E. (Enresa), con CIF A78056124, con la finalidad de gestionar la suscripción a la publicación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



www.enresa.es