

IAEA BULLETIN

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

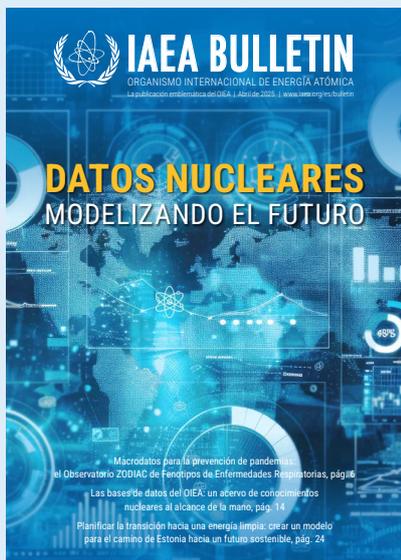
La publicación emblemática del OIEA | Abril de 2025 | www.iaea.org/es/bulletin

DATOS NUCLEARES MODELIZANDO EL FUTURO

Macrodatos para la prevención de pandemias:
el Observatorio ZODIAC de Fenotipos de Enfermedades Respiratorias, pág. 6

Las bases de datos del OIEA: un acervo de conocimientos
nucleares al alcance de la mano, pág. 14

Planificar la transición hacia una energía limpia: crear un modelo
para el camino de Estonia hacia un futuro sostenible, pág. 24



BOLETÍN DEL OIEA

es una publicación de la

Oficina de Información al Público y Comunicación

Organismo Internacional de Energía Atómica

Centro Internacional de Viena

PO Box 100, 1400 Viena (Austria)

Teléfono: (43 1) 2600 0

iaebulletin@iaea.org

Editora: Kirstie Gregorich Hansen

Editora jefa: Mary Albon

Diseño y producción: Ritu Kenn

El BOLETÍN DEL OIEA puede consultarse en línea en todos los idiomas de las Naciones Unidas en www.iaea.org/es/bulletin

Podrá reproducirse libremente parte del material del OIEA contenido en el *Boletín del OIEA* siempre que se cite su fuente. En caso de que el material que quiera volverse a publicar no sea de la autoría de un miembro del personal del OIEA, deberá solicitarse permiso al autor o a la organización que lo haya redactado, salvo cuando vaya a utilizarse para una reseña.

Las opiniones expresadas en los artículos firmados que figuran en el *Boletín del OIEA* no representan necesariamente las del Organismo Internacional de Energía Atómica y este declina toda responsabilidad al respecto.

Imagen de portada:

AdobeStock

Síguenos en:



Átomos para la paz
y el desarrollo

La misión del **Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)** es ayudar a evitar la proliferación de las armas nucleares y ayudar a todos los países, especialmente del mundo en desarrollo, a sacar provecho de los usos de la ciencia y la tecnología nucleares con fines pacíficos y en condiciones de seguridad tecnológica y física.

El OIEA, creado en 1957 como organismo independiente de las Naciones Unidas, es la única organización del sistema de las Naciones Unidas especializada en tecnología nuclear. Por medio de sus laboratorios especializados, únicos en su clase, ayuda a transferir conocimientos y competencias técnicas a sus Estados Miembros en esferas como la salud humana, la alimentación, el agua, la industria y el medio ambiente.

Además de proporcionar una plataforma mundial para el fortalecimiento de la seguridad física nuclear, el OIEA ha creado la *Colección de Seguridad Física Nuclear*, cuyas publicaciones, que gozan del consenso internacional, ofrecen orientaciones sobre ese tema. La labor del OIEA se centra igualmente en ayudar a reducir al mínimo el riesgo de que los materiales nucleares y otros materiales radiactivos caigan en manos de terroristas y delincuentes o de que las instalaciones nucleares sean objeto de actos dolosos.

Las normas de seguridad del OIEA proporcionan los principios, requisitos y recomendaciones fundamentales para garantizar la seguridad nuclear y reflejan un consenso internacional sobre lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. Esas normas han sido elaboradas pensando en que sean aplicables a cualquier tipo de instalación o actividad nuclear destinada a fines pacíficos, así como a las medidas protectoras encaminadas a reducir los riesgos radiológicos existentes.

Mediante su sistema de inspecciones, el OIEA también verifica que los Estados Miembros utilicen los materiales e instalaciones nucleares exclusivamente con fines pacíficos, conforme a los compromisos contraídos en virtud del Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares y otros acuerdos de no proliferación.

La labor del OIEA es polifacética y se realiza con participación de muy diversos asociados a escala nacional, regional e internacional. Los programas y presupuestos del OIEA se establecen mediante decisiones de sus órganos rectores: la Junta de Gobernadores, compuesta por 35 miembros, y la Conferencia General, que reúne a todos los Estados Miembros.

El OIEA tiene su Sede en el Centro Internacional de Viena, en Viena (Austria), y cuenta con oficinas sobre el terreno y de enlace en Ginebra, Nueva York, Tokio y Toronto. Además, tiene laboratorios científicos en Mónaco, Seibersdorf y Viena. Por otra parte, proporciona apoyo y financiación al Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam, en Trieste (Italia).

Los datos nucleares: combustible del ingenio humano y del progreso mundial

Rafael Mariano Grossi, Director General del OIEA

Los científicos y expertos del OIEA recopilan, analizan y transmiten datos, sobre entornos que van desde tierras áridas hasta glaciares que se derriten, para promover la paz, la seguridad y el desarrollo sostenible.

Los datos nos ayudan a determinar las causas fundamentales de los principales desafíos que enfrenta el mundo actual y a diseñar soluciones eficaces. En el ámbito nuclear, los datos son fundamentales para la investigación y el desarrollo, así como para las políticas. No solo amplían nuestros conocimientos, sino que gracias a ellos podemos medir el impacto, hacer un seguimiento de los progresos y determinar qué estrategias y tecnologías dan buenos resultados. Al recopilar y transmitir datos, el OIEA promueve la colaboración internacional y decisiones de política objetivas que nos benefician a todos.

En este número del *Boletín del OIEA* se muestra la manera en que los datos sustentan la labor del Organismo en los numerosos sectores en que trabajamos —desde la salud y la nutrición hasta la agricultura y el medio ambiente, desde la energía hasta la seguridad nuclear tecnológica y física— y se pone de relieve el diverso conjunto de bases de datos del OIEA que contribuyen a la labor de científicos y encargados de la formulación de políticas de todo el mundo.

Este *Boletín* está lleno de historias fascinantes. Nuestra labor va del nivel micro al macro: desde la toma de muestras a mano en el paisaje helado de la Antártida hasta el uso de la inteligencia artificial (IA) y del aprendizaje automático para analizar los macrodatos.

En estas páginas se puede leer la historia de un científico boliviano que llevó a cabo una expedición de seis días para instalar tecnología en un glaciar de Nepal, lo que permitirá a los científicos locales recoger datos sobre el deshielo del glaciar y vigilar los posibles efectos de este en el suelo y los recursos hídricos del país. O se puede descubrir la manera en que una base de datos del OIEA ayudó a las fuerzas de seguridad de Alemania a proteger los estadios de las diez ciudades del país que fueron sede de la Eurocopa 2024.

Los datos son los cimientos de los métodos de base empírica, y los países confían en los datos, los instrumentos analíticos y el apoyo a la planificación del OIEA. Por ejemplo, Malawi aprovechó los datos y el análisis del OIEA, así como el apoyo de la iniciativa Rayos de Esperanza, para planificar y construir su primer centro público de tratamiento del cáncer. Estonia utilizó un instrumento del Organismo para analizar los sistemas energéticos a fin de desarrollar un modelo para alcanzar unas emisiones netas cero.

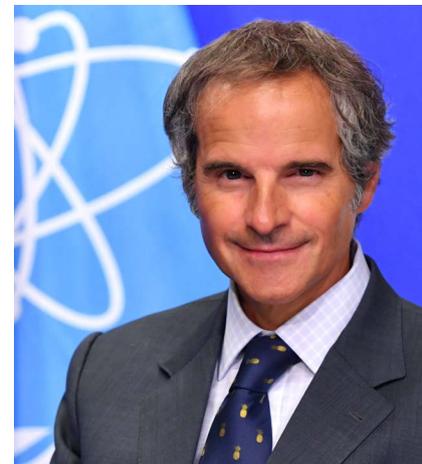
Los datos son cruciales para los descubrimientos científicos. A fin de hacer avanzar la energía de fusión de la experimentación a la comercialización, el OIEA recopila y transmite datos sobre todas las etapas de la investigación y el desarrollo, desde la ciencia del proceso de fusión hasta el diseño y la operación de las centrales.

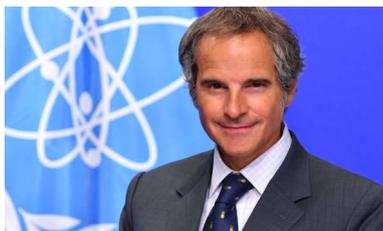
En esta edición del *Boletín del OIEA* también se destaca la manera en que la IA y

el aprendizaje automático pueden mejorar la investigación y el análisis, y así ampliar los conocimientos y acelerar el progreso. Por ejemplo, la iniciativa emblemática del OIEA Medidas Integradas contra las Enfermedades Zoonóticas (ZODIAC) utilizará la IA y el aprendizaje automático para reconocer las características epidemiológicas de las enfermedades respiratorias zoonóticas, que se transmiten de animales a humanos, con objeto de detectar la aparición de nuevas variantes que podrían causar pandemias.

La IA se está convirtiendo con rapidez en una herramienta esencial para la ciencia y la industria, y el sector nuclear no es ninguna excepción. De hecho, a medida que la IA siga cobrando protagonismo en nuestras vidas, la energía nucleoelectrónica podría desempeñar un papel importante. En 2022, los centros de datos que hacen funcionar la IA consumieron unos 460 teravatios-hora (TW·h) a nivel mundial; esto es aproximadamente lo que se necesita para abastecer de electricidad a Francia durante un año. En diciembre, el OIEA celebrará un simposio internacional para estudiar la manera en que la energía nuclear puede ayudar a satisfacer la demanda creciente de electricidad de los centros de datos, así como la forma en que la IA puede contribuir al sector de la energía nucleoelectrónica.

Los datos constituyen un recurso fundamental porque son el combustible del ingenio. El OIEA, al promover la colaboración internacional en la recopilación y el uso de los datos, contribuye a desarrollar unos conocimientos que pueden ayudarnos a afrontar los desafíos compartidos y a construir un futuro mejor para todos.





1 Los datos nucleares: combustible del ingenio humano y del progreso mundial



4 De los Andes al Himalaya

Los efectos del retroceso glaciar en el suelo y el agua



6 Macrodatos para la prevención de pandemias

El Observatorio ZODIAC de Fenotipos de Enfermedades Respiratorias



8 Cómo la recopilación de datos dio lugar al primer centro público de radioterapia de Malawi



10 Rastreo de los microplásticos en el hielo

Unos científicos recopilan datos en la Antártida que tienen implicaciones para la salud de los océanos



14 Las bases de datos del OIEA

Un acervo de conocimientos nucleares al alcance de la mano



18 Hacia una mayor comprensión de las descargas radiactivas

Científicos utilizan la base de datos del OIEA para mejorar la monitorización ambiental



20 Abrir paso a la energía limpia

Fomentar las actividades de investigación y desarrollo en materia de fusión



22 Impulsar los avances con datos

El Sistema de Información sobre Reactores de Potencia del OIEA



24 Planificar la transición hacia una energía limpia

Crear un modelo para el camino de Estonia hacia un futuro sostenible



26 Datos al servicio de la seguridad física nuclear

La Base de Datos del OIEA sobre Incidentes y Tráfico Ilícito



28 Un día cualquiera de una analista de comercio nuclear del OIEA

NOTICIAS DEL OIEA

30 Noticias

32 Publicaciones

De los Andes al Himalaya

Los efectos del retroceso glaciar en el suelo y el agua

Emma Midgley

A finales de noviembre, al cabo de una expedición de seis días a través del frío del Himalaya, el científico boliviano Edson Ramírez colocó una sonda de neutrones de rayos cósmicos en el glaciar Yala, en Nepal. En cuanto se instaló, la sonda empezó a transmitir información por satélite, proporcionando datos exactos y en tiempo real sobre la acumulación de nieve en el glaciar.

La palabra Himalaya significa “morada de la nieve” en sánscrito. Pero con la paulatina aceleración del calentamiento global, los glaciares de la vasta cordillera de Asia Central han empezado a derretirse, debilitarse, derrumbarse y desaparecer a un ritmo sin precedentes.

Las sondas de neutrones de rayos cósmicos miden los neutrones cerca de la superficie del suelo y en una zona amplia, lo que permite a los científicos realizar mediciones exactas de los niveles de humedad de la nieve y el suelo. Estos datos pueden utilizarse para averiguar si los glaciares están acumulando suficiente nieve para sobrevivir a los meses más cálidos o si los humedales se están secando. Las actividades innovadoras del OIEA en materia de investigación y desarrollo que se llevan a cabo a través del Centro Conjunto FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura (Centro Conjunto FAO/OIEA) han servido para apoyar el desarrollo de estas sondas de neutrones que los científicos pueden utilizar para mejorar la preparación para emergencias relacionadas con el clima.

Antes de instalar las sondas de neutrones de rayos cósmicos en el glaciar Yala, los científicos de Nepal dependían de lecturas mensuales o anuales para saber cómo estaba cambiando el glaciar, pero ahora reciben actualizaciones periódicas sobre los cambios más recientes en la acumulación de nieve. El suministro periódico y sistemático de estos datos puede servir de base a estrategias y políticas que ayuden al país a adaptarse a la escasez de agua en el futuro.

El Sr. Ramírez, glaciólogo de la Universidad Mayor de San Andrés, en Bolivia, recibió capacitación sobre el uso de datos obtenidos mediante sondas de neutrones de rayos cósmicos en el marco del programa de cooperación técnica (CT) del OIEA, que desde hace diez años ofrece proyectos destinados a crear capacidad en los países para evaluar los efectos del cambio climático en las regiones glaciares y polares utilizando técnicas nucleares. “Viajar a Nepal me dio la oportunidad de compartir mis conocimientos especializados con científicos de otras regiones —dice el Sr. Ramírez—. La sonda de neutrones de rayos cósmicos ayudará a los científicos a comprender mejor cómo el glaciar está cambiando con el tiempo, así como los posibles efectos de estos cambios en el suelo y los recursos hídricos”.

La desaparición de la nieve y el hielo tiene graves consecuencias en Nepal. Millones de personas dependen del agua procedente del deshielo de glaciares o del derretimiento de la nieve. Cuando estas fuentes de agua se secan, pueblos enteros quedan abandonados. A medida que desaparecen los glaciares, también se corre el riesgo de que el suelo se vuelva inestable, lo que genera erosión y deslizamientos gravitatorios y hace inviable la agricultura.

Antes de viajar a Nepal, el Sr. Ramírez, en colaboración con el OIEA, ayudó a instalar la sonda de neutrones de rayos cósmicos más alta del mundo para medir la acumulación de nieve y su equivalente en agua en la cima de la montaña Huayna Potosí de Bolivia, a 4500 metros sobre el nivel del mar, donde las comunidades también sufren escasez de agua debido a la pérdida de los glaciares. En la misma cuenca hidrográfica, otra sonda de neutrones de rayos cósmicos se utiliza para monitorizar la humedad del suelo en humedales a gran altitud. Estas cuencas son depósitos de carbono esenciales que cumplen una función clave en la protección de los suministros regionales de agua y, por lo tanto, son especialmente vulnerables al cambio climático.

Como parte de sus actividades en regiones montañosas y polares como la Antártida y el Ártico, los expertos del OIEA también han impartido capacitación a científicos locales en el uso del análisis isotópico y métodos complementarios para reconstruir la manera en que los cambios históricos del clima han afectado a estas regiones durante milenios. Las “marcas” químicas e isotópicas pueden revelar la forma en que el deshielo de los glaciares ha afectado al movimiento y la calidad del suelo y así permitir a los países prepararse para el futuro.

“Tenemos que entender los factores que impulsan el cambio climático y sus efectos en el suelo y los recursos hídricos a través de un examen de las tendencias históricas —señala Gerd Dercon, Jefe de la Sección de Gestión de Suelos y Aguas y Nutrición de los Cultivos del Centro Conjunto FAO/OIEA—. ¿Provocará el cambio climático bucles de retroalimentación que aceleren el calentamiento global, por ejemplo, mediante la reducción de la reflectividad de la superficie debida a la disminución de la capa de nieve y hielo? Estudiando el pasado podemos comprender mejor el futuro”.

El OIEA está llevando a cabo una serie de proyectos relacionados con el cambio climático en regiones polares y montañosas y, hasta el momento, ha impartido capacitación a científicos de 14 países. Un grupo formado por estos científicos y expertos del OIEA ha participado en 15 expediciones científicas por todo el mundo. Estas oportunidades de capacitación y expediciones —en lugares que van desde la isla Rey Jorge-25 de Mayo en la Antártida

hasta el archipiélago noruego de Svalbard en el Ártico y desde los Andes hasta la meseta tibetana oriental— son ejemplos notables de cooperación Sur-Sur y triangular en acción: un mecanismo de ejecución clave para el programa de CT.

Un resultado importante de estas expediciones ha sido el establecimiento de una red internacional de vigilancia, que cuenta con una plataforma de aprendizaje electrónico gestionada por el OIEA que ofrece actividades de enseñanza y capacitación en materia de almacenamiento, intercambio y visualización de datos. Gracias a esta red se han descubierto procesos hasta ahora desconocidos en la redistribución del carbono orgánico del suelo y los sedimentos y se ha obtenido información sobre los efectos del cambio climático en las zonas del planeta cubiertas de hielo (la denominada “criosfera”).

Casi dos mil millones de personas —una cuarta parte de la población mundial— viven en zonas donde se obtiene agua a partir de los glaciares y el deshielo estacional. El

cambio climático ya está afectando a la seguridad hídrica y alimentaria, pues constituye una amenaza potencial para algunos de los ecosistemas más frágiles del mundo, lo que subraya la importancia de disponer de datos exactos y en tiempo real para ayudar al mundo a adaptarse a la vida en un planeta en proceso de calentamiento.

“La sonda de neutrones de rayos cósmicos ayudará a los científicos a comprender mejor cómo el glaciar está cambiando con el tiempo, así como los posibles efectos de estos cambios en el suelo y los recursos hídricos.”

— Edson Ramírez, glaciólogo de la Universidad Mayor de San Andrés de Bolivia, junto a la sonda de neutrones de rayos cósmicos recién instalada en el glaciar Yala de Nepal.

Fotografía: Universidad de Tribhuvan, Nepal



Macrodatos para la prevención de pandemias

El Observatorio ZODIAC de Fenotipos de Enfermedades Respiratorias

Enrique Estrada Lobato y Mary Albon

Todos los años alrededor de 2600 millones de personas se ven afectadas por enfermedades que se originan en animales (enfermedades zoonóticas). Para prevenir pandemias, es fundamental detectar y caracterizar las enfermedades zoonóticas antes de que aparezca un brote o en una fase temprana.

En el marco de la iniciativa ZODIAC (Medidas Integradas contra las Enfermedades Zoonóticas) del OIEA, que se puso en marcha en 2020, el Observatorio ZODIAC de Fenotipos de Enfermedades Respiratorias creará un repositorio seguro de imágenes médicas a fin de fomentar la cooperación mundial en el análisis de datos a gran escala de características epidemiológicas, lo que propiciará la detección temprana de enfermedades zoonóticas que podrían causar pandemias.

El observatorio se servirá de la inteligencia artificial (IA), por ejemplo, el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo, para definir las características de enfermedades respiratorias como el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS), el síndrome respiratorio agudo severo (SARS), la COVID-19 y la neumonía, y detectar la aparición de nuevas variantes.

El Observatorio ZODIAC de Fenotipos de Enfermedades Respiratorias aplicará la radiómica, un método de extracción de datos a gran escala de imágenes, o macrodatos, en estudios de imagenología médica.



Más información aquí

“El Observatorio ZODIAC de Fenotipos de Enfermedades Respiratorias, del OIEA, tendrá un papel importante en la detección del surgimiento de nuevas enfermedades infecciosas en todo el mundo, la vigilancia de su propagación y la facilitación del rápido desarrollo de modelos de IA que sean de ayuda para los tratamientos —señala el profesor Georg Langs, Jefe del Laboratorio de Investigación sobre Imagenología Computacional de la Universidad Médica de Viena, uno de los laboratorios principales del proyecto—. Gracias a la labor realizada con instituciones de investigación de todas partes del mundo, el observatorio podrá analizar una recopilación de datos sobre enfermedades respiratorias mucho más extensa y de mayor diversidad demográfica en comparación con estudios anteriores”.

Imagenología médica y macrodatos

La imagenología médica tiene una importancia crucial en el diagnóstico y la vigilancia de las enfermedades infecciosas. Sin embargo, el análisis de las imágenes puede resultar difícil debido a su complejidad.

El Observatorio ZODIAC de Fenotipos de Enfermedades Respiratorias aplicará la radiómica, un método de extracción de datos a gran escala de imágenes, o macrodatos, en estudios de imagenología médica. La radiómica utiliza algoritmos de caracterización de datos para definir los signos de una enfermedad, lo que aumenta la exactitud del diagnóstico y favorece la planificación individualizada de la terapia.

La IA puede complementar a la radiómica al encontrar, en grandes volúmenes de datos, anomalías y características epidemiológicas. Estas técnicas también pueden utilizarse para determinar características de enfermedades emergentes, lo que puede contribuir a evitar que brotes de nuevas enfermedades se conviertan en pandemias.

El profesor Georg Langs de la Universidad Médica de Viena muestra de qué manera pueden utilizarse algoritmos de IA para analizar imágenes de tomografía computarizada (TC) de los pulmones.



(Fotografía: Universidad Médica de Viena)



Jóvenes médicos del Instituto Nacional de Cancerología de México analizan diferentes características radiológicas de un estudio con TC de un paciente con COVID-19.

(Fotografía: Instituto Nacional de Cancerología de México)

El Observatorio ZODIAC de Fenotipos de Enfermedades Respiratorias

En sus dos primeros años el observatorio creará un repositorio de imágenes médicas que utilizará para desarrollar y validar algoritmos para el análisis de datos de imágenes. También evaluará estudios realizados por 20 instituciones de investigación de todo el mundo y hará posible que los grupos de investigación estudien y desarrollen nuevos métodos de IA. El funcionamiento de la vigilancia con IA de enfermedades emergentes de la que se encargará el observatorio será automático, y una alerta se activará cuando los algoritmos detecten una nueva característica. Esto permitirá comparar y evaluar con rapidez los datos entrantes con objeto de detectar la aparición de nuevas enfermedades que podrían transformarse en pandemias y de garantizar una respuesta oportuna.

El observatorio también analizará la información demográfica de las nuevas enfermedades respiratorias infecciosas. Mediante la definición de las características de la enfermedad y sus manifestaciones específicas en las imágenes médicas, el observatorio puede ayudar a detectar cualquier diferencia clínica en la evolución de las complicaciones de la enfermedad, en función de factores como la edad, el sexo, la raza, la etnia, la región geográfica y las enfermedades preexistentes.

Creado por medio de un proyecto coordinado de investigación del OIEA, el Observatorio ZODIAC de Fenotipos de Enfermedades Respiratorias recibe el apoyo de múltiples asociados que brindan recursos e instrumentos que corresponden a sus respectivos ámbitos de especialización.

Amazon Web Services (AWS), uno de los principales asociados que prestan apoyo al proyecto, ha concedido una subvención en el marco de AWS Grand Challenges para que el observatorio disponga de un servidor alojado en la nube.

“Consideramos que esta es una importante inversión en prevención para ayudar a proteger la salud humana a nivel

mundial —indica Chris Russ, Arquitecto Superior de Soluciones de AWS—. Gracias a la nube, el Observatorio ZODIAC del OIEA es capaz de detectar la aparición de pandemias en tiempo real y alertar a los gobiernos para que estos actúen”.

Además del aporte de AWS, el observatorio ha recibido contribuciones en especie, entre las que cabe destacar: componentes y gestión de bases de datos proporcionados por el Centro Médico Universitario Radboud; conservación de la parte del servidor e interfaz web, por el Instituto Fraunhofer de Medicina Digital; desarrollo de IA para la detección de características epidemiológicas, respaldado por contextflow GmbH, y conocimientos científicos y médicos especializados de la Universidad Médica de Viena. Entre las instituciones de investigación participantes se encuentran hospitales de 19 países. El proyecto también cuenta con el apoyo de la República de Corea.

“El Observatorio ZODIAC tiene alcance mundial, por lo que dependemos de la colaboración de asociados del sector científico e industrial de todo el mundo, así como de su apoyo —señala Najat Mokhtar, Directora General Adjunta del OIEA y Jefa del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares—. Trabajando conjuntamente e intercambiando información y conocimientos especializados, podemos reforzar la capacidad de los países para responder de manera más rápida y eficaz a enfermedades emergentes y evitar que estas se conviertan en nuevas pandemias”.



La iniciativa ZODIAC del OIEA reforzará el estado de preparación y las capacidades de los Estados Miembros para detectar con rapidez brotes de enfermedades zoonóticas y responder a estos.



Más información aquí

Cómo la recopilación de datos dio lugar al primer centro público de radioterapia de Malawi

Ellen Swabey-Van de Borne y Felix Omanja Wanjala

Malawi está dando los últimos retoques a su nuevo centro público de radioterapia en Lilongwe y por primera vez en su historia se prepara para diagnosticar y tratar a pacientes con cáncer dentro del país.

“La apertura de este centro de tratamiento marca el comienzo de una nueva era para mi país, —declara Sanderson Kuyeli, Subdirector de Planificación (Gestión de Infraestructuras Sanitarias) del Ministerio de Salud de Malawi—. Ya no necesitamos enviar a nuestros enfermos de cáncer al extranjero, sino que podemos atenderlos aquí mismo, cerca de sus familias”.

El nuevo centro de radioterapia, cuya inauguración está prevista para finales de este año, se rige por un enfoque basado en pruebas y cuenta con el respaldo de los conocimientos especializados y el apoyo del OIEA.

Este éxito histórico de Malawi se debe en gran medida a sus rigurosos esfuerzos de recopilación de datos, al compromiso sostenido del Ministerio de Salud y al apoyo del OIEA y sus asociados. Este país puso en práctica un enfoque basado en pruebas que le permitió elaborar una propuesta de financiación estratégica y, por ende, obtener un préstamo del Fondo OPEP para el Desarrollo Internacional en 2018.

“Todo empezó con una misión de evaluación imPACT en 2012 —dice Shaukat Abdulrazak, Director de la División para África del OIEA—. Esta primera misión de investigación, realizada conjuntamente por el OIEA, la Organización Mundial de la Salud y el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, proporcionó a Malawi un análisis de la situación inicial y un conjunto de recomendaciones para orientar la planificación y las inversiones en materia de control del cáncer en todo su espectro, desde la prevención hasta los cuidados paliativos”.

“Durante más de 65 años, nuestros especialistas en salud humana han recopilado datos sobre el acceso a la radioterapia a través de nuestro Directorio de Centros de Radioterapia (DIRAC). También han ayudado a los países a establecer y ampliar sus capacidades en el uso de la radiación ionizante para hacer frente a los acuciantes problemas de salud de forma

DIRAC

es la base de datos sobre recursos de radioterapia más exhaustiva del mundo.



Más información aquí

Disponibilidad mundial de servicios de radioterapia

Disponibilidad de máquinas de radioterapia por población de enfermos de cáncer*



Premisas

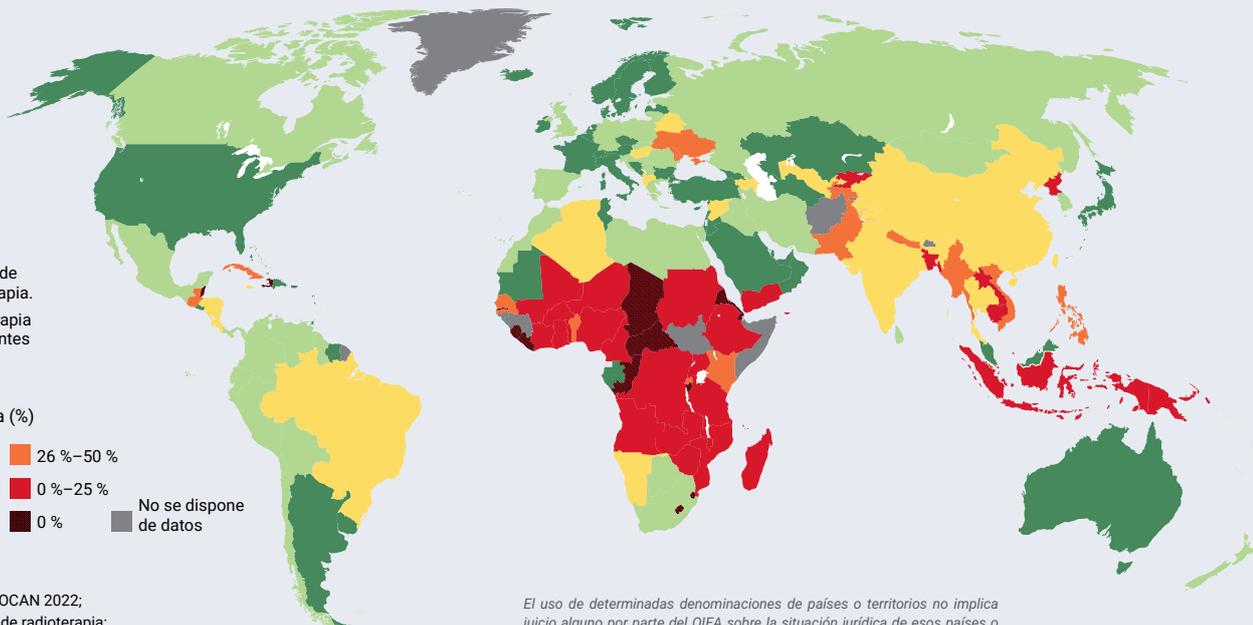
- El 50 % de los enfermos de cáncer precisan radioterapia.
- Una máquina de radioterapia puede tratar a 500 pacientes por año.

Cobertura de radioterapia (%)



*Fuentes

Incidencia del cáncer: GLOBOCAN 2022;
Disponibilidad de máquinas de radioterapia:
DIRAC, octubre de 2024 y evaluaciones imPACT



El uso de determinadas denominaciones de países o territorios no implica juicio alguno por parte del OIEA sobre la situación jurídica de esos países o territorios, sus autoridades e instituciones o el trazado de sus fronteras.



La nueva instalación de Malawi tiene:

- 4 búnkeres de radioterapia
- 2 búnkeres de braquiterapia
- 2 aceleradores lineales
- 1 unidad de cobalto 60
- 1 simulador de tomografía computarizada
- 1 sala de braquiterapia

(Fotografía: M. Kumwembe/Hospital Central Kamazu, Lilongwe)

segura y eficaz, —declara May Abdel-Wahab, Directora de la División de Salud Humana del OIEA—. El amplio apoyo del OIEA a Malawi es un ejemplo de la ayuda eficaz que prestan nuestros especialistas a través de sus conocimientos especializados, una ayuda que ahora se canaliza a través de Rayos de Esperanza, la iniciativa del OIEA encaminada a ampliar el acceso a la atención oncológica en todo el mundo”.

Sobre la base de los datos recopilados, el Programa de Salud Humana del OIEA prestó apoyo técnico en todas las etapas para construir el centro de radioterapia, desde el diseño del búnker hasta las especificaciones de los equipos, las tareas de adquisición y la coordinación con los proveedores para garantizar que la instalación y la puesta en servicio se finalizaran a tiempo.

La nueva instalación de Malawi cuenta con cuatro búnkeres de radioterapia y dos de braquiterapia, y empezará a funcionar con dos aceleradores lineales, una unidad de cobalto 60, un simulador de tomografía computarizada y una sala de braquiterapia. El OIEA también ha capacitado a más de 20 médicos especialistas y al personal de la Autoridad Reguladora de la Energía Atómica encargado de inspeccionar y conceder licencias a la nueva instalación de radioterapia.

“Somos un testimonio de lo que hace el OIEA en cuanto a la capacitación de jóvenes científicos en campos relacionados con la energía nuclear, la prestación de servicios de expertos y la adquisición de equipos de radioterapia, —dijo la Ministra de Salud de Malawi, Khumbize Kandodo Chiponda, en la 67ª Conferencia General del OIEA en 2023—. Como país, estamos encantados de saber que muy pronto podremos tratar a nuestros pacientes de cáncer en Malawi”.

“El OIEA ayuda a sus Estados Miembros a comprender cabalmente las capacidades y las necesidades de cada país en materia de control del cáncer”, declara Lisa Stevens, Directora del Programa de Acción para la Terapia contra el Cáncer, del OIEA. Por ejemplo, en el mapa del OIEA sobre la disponibilidad mundial de servicios de radioterapia, elaborado a partir de datos del DIRAC y otras fuentes, se compara la disponibilidad de máquinas de radioterapia en cada país con la necesidad de tratamiento de radioterapia, que requiere la mitad de los pacientes adultos con cáncer.

“Herramientas como esta nos recuerdan la desigualdad de acceso a la atención oncológica y cómo esta afecta a los pacientes de los países de ingreso mediano y bajo de forma más acusada que en otras partes del mundo”, añade la Sra. Stevens.

El DIRAC, la base de datos sobre recursos de radioterapia más completa del mundo, ayuda a los países a tomar decisiones basadas en pruebas para mejorar el acceso a la atención oncológica. Puede utilizarse para evaluar la infraestructura existente en radioterapia, planificar nuevos centros de radioncología y analizar el rendimiento y la calidad de los servicios de radioterapia. Los datos sobre todas las formas de control del cáncer se recopilan durante las evaluaciones IMPACT y proporcionan información de suma importancia para Rayos de Esperanza y sus esfuerzos por reducir la brecha mundial en la atención oncológica.

Para obtener más información sobre



y estudiar posibilidades de alianzas con el OIEA, escanee aquí



Rastreo de los microplásticos en el hielo

Unos científicos recopilan datos en la Antártida que tienen implicaciones para la salud de los océanos

Wolfgang Picot

“No tengo palabras para expresar lo impresionante que es el maravilloso panorama que se abría a nuestros ojos”, escribió en su diario el legendario explorador de regiones polares Robert Falcon Scott durante una expedición a la Antártida que tuvo lugar en enero de 1911. Marc Metian, François Oberhaensli y Carlos Alonso, expertos del OIEA que viajaron al séptimo continente en enero de 2024, se hacen eco de ese sentir. “Los icebergs, el clima en constante cambio, la fauna silvestre... Es increíble cómo confluyen todos esos elementos en este entorno extremo”, dice el Sr. Metian.

Hace más de un siglo, Falcon Scott se encontró un paisaje virgen. Hoy en día, la contaminación mundial llega incluso a las regiones más remotas de la Tierra, y la Antártida no es ninguna excepción. Con el objetivo de aprender más sobre el problema de la contaminación marina, los científicos se embarcaron en la primera expedición de investigación del OIEA a la Antártida para analizar la presencia de microplásticos en el continente blanco y sus alrededores. La expedición, que fue organizada por el Instituto Antártico Argentino, los llevó a unos 15 000 kilómetros de su lugar de trabajo en los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente Marino, sitios en Mónaco.

“Los microplásticos son partículas cuyo tamaño oscila entre una micra y cinco milímetros. Mientras que la mayoría de las investigaciones se dedican a fragmentos de mayor tamaño, nosotros nos concentramos en materiales

sumamente pequeños, a partir de las 20 micras”, explica el Sr. Oberhaensli, haciendo hincapié en la singular metodología que aplicó la misión para detectar la contaminación a escalas sin precedentes.

Los científicos, que se desplazaron en helicóptero, avión militar de carga y rompehielos, recogieron muestras en 22 lugares diferentes. Las muestras comprendieron desde agua de mar y sedimentos hasta excrementos de pingüino y organismos marinos.

Recoger las muestras no fue tarea fácil. Los científicos trabajaron a temperaturas de hasta -25 grados Celsius, desafiando vientos de hasta 160 kilómetros por hora. Aunque esas condiciones resultaron increíblemente difíciles para los investigadores, la fauna silvestre a su alrededor parecía imperturbable.

“Una de nuestras escalas fue la base Esperanza, en medio de una colonia de pingüinos —dice el Sr. Oberhaensli—. Abres la puerta y los pingüinos te miran. Una tormenta de hielo hizo casi imposible que circuláramos por la zona, pero los pingüinos iban y venían tan tranquilos, pescaban y alimentaban a sus polluelos. Era increíble”.

Investigación y creación de capacidad en torno a uno de los problemas mundiales más acuciantes

La expedición a la Antártida formó parte de la iniciativa emblemática del OIEA TECnología NUClear para el Control

Hoy en día, la contaminación mundial llega incluso a las regiones más remotas de la Tierra y la Antártida no es la excepción



de la Contaminación por Plásticos (NUTEC Plastics). La vigilancia del medio marino es un pilar central de NUTEC Plastics, puesto que grandes volúmenes de residuos plásticos acaban en el océano. En el marco de NUTEC Plastics también se entablan colaboraciones con los países para hacer frente al problema en su origen, mediante el desarrollo de técnicas innovadoras para mejorar el reciclado de plásticos.

La iniciativa NUTEC Plastics apoya la investigación en el medio marino suministrando equipos de muestreo marino a laboratorios de todo el mundo y enseñando a los científicos a utilizarlos. La iniciativa fomenta la transmisión de datos sobre la contaminación oceánica por microplásticos, así como las prácticas óptimas de recopilación y análisis de datos mediante técnicas nucleares e isotópicas.

La expedición a la Antártida, que se organizó en el marco de un proyecto de cooperación técnica que se llevaba a cabo en la Argentina, fue también una misión de creación de capacidad. Los científicos del OIEA impartieron capacitación a investigadores argentinos, a quienes enseñaron técnicas nucleares e isotópicas para el análisis de microplásticos. “Uno de nuestros objetivos clave es la transferencia de conocimientos”, subraya el Sr. Alonso, y señala que los grupos de investigación de la Argentina y otros países dispondrán en el futuro de los mismos equipos avanzados gracias a la iniciativa NUTEC Plastics.

A raíz de una visita realizada en 2022 por el Director General del OIEA, Rafael Mariano Grossi, el OIEA ha contribuido al estudio de la contaminación del medio marino que están llevando a cabo los científicos del Instituto Antártico Argentino mediante la capacitación del personal, el suministro de equipos analíticos y una beca de cooperación técnica en los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente Marino.

“El apoyo del OIEA es muy importante para el desarrollo científico de la Argentina — señala Frank Sznaider, del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de dicho país—. La metodología del Organismo, consistente en analizar muestras numerosas y variadas utilizando tecnología de base nuclear cuya disponibilidad en la Argentina es limitada en la actualidad, arroja más luz sobre los efectos de los microplásticos en el medio marino que rodea nuestro país y nuestras bases antárticas”. El Sr. Sznaider espera que esta investigación conjunta sea el inicio de una colaboración continua que mejore las capacidades científicas de la Argentina. “Sin duda, cuantos más datos tengamos en todo el mundo —especialmente en zonas remotas y delicadas como los mares antárticos—, más eficazmente podremos gestionar este tipo de contaminación y hacerle frente”.

Las tecnologías nucleares desempeñan un papel crucial en las investigaciones sobre los microplásticos. Analizar partículas de ese tamaño es difícil a nivel técnico. Utilizando técnicas como la espectroscopia vibracional, los científicos pueden caracterizar distintos tipos de plásticos y posiblemente rastrear su origen. Esta información es fundamental para elaborar estrategias específicas para mitigar la contaminación.



fomenta la transmisión de datos sobre la contaminación oceánica por microplásticos, así como las prácticas óptimas de recopilación y análisis de datos mediante técnicas nucleares e isotópicas



Más información aquí



Los científicos del OIEA exponen plásticos al agua de mar antártica para determinar las tasas y los patrones de degradación

(Fotografía: Instituto Antártico Argentino)



Los Sres. Metian, Oberhaensli y Alonso en la estación de investigación argentina Esperanza.
(Fotografía: OIEA)



Los Sres. Metian y Oberhaensli recogen muestras de arena de playa antártica cerca de la estación de investigación argentina Carlini.
(Fotografía: Instituto Antártico Argentino)



“Identificar los tipos de polímeros nos da pistas sobre el origen de la contaminación —explica el Sr. Oberhaensli—. Por ejemplo, el tereftalato de polietileno, o PET, se utiliza habitualmente en envases como botellas de agua, mientras que la poliamida puede proceder de fibras textiles”.

Los investigadores del OIEA recibieron un firme apoyo de la comunidad científica internacional de la Antártida. En un lugar donde la actividad humana no es más que un punto diminuto en un paisaje infinito de mar y hielo, y donde el clima puede cambiar cada hora, hay acercamiento y apoyo mutuo.

“La misión se organizó con el generoso apoyo de la Argentina; visitamos una base chilena y otra uruguaya —indica el Sr. Metian—. Conocimos a científicos polares de todo el mundo y nos recibieron con entusiasmo en todas partes”.

Pequeños pero significativos: resultados preliminares

De vuelta en Mónaco, los Sres. Oberhaensli, Metian y Alonso disolvieron almejas, peces, excrementos de pingüino y otros especímenes como parte de un sofisticado proceso, en el que se utilizan técnicas nucleares y radiológicas, que no afecta a los microplásticos. Así pudieron identificar los tipos de microplásticos que habían encontrado y determinar su origen, información fundamental para elaborar políticas eficaces de control de la contaminación en todo el mundo.

Los resultados preliminares fueron alarmantes: todas las muestras analizadas contenían microplásticos, entre ellos politetrafluoroetileno (PTFE), policloruro de vinilo (PVC),

polipropileno y PET. Los resultados ponen de manifiesto que la contaminación por plásticos tiene un alcance mundial y está presente incluso en lo que antiguamente se consideraba un entorno virgen.

Quizá lo más significativo sea que la investigación pone de relieve los posibles riesgos ambientales de los microplásticos. Las partículas de esta escala pueden penetrar en las membranas de los organismos y podrían causar efectos biológicos que aún no se comprenden cabalmente. “Como son extremadamente pequeños, los microplásticos pueden penetrar en los organismos como no pueden hacerlo los plásticos de mayor tamaño”, observa el Sr. Oberhaensli.

Los datos se darán a conocer a través de múltiples canales, entre ellos el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Alianza Mundial contra la Contaminación por Plásticos y la Basura Marina. De este modo, los resultados contribuirán a que la contaminación marina por plásticos se comprenda cada vez mejor a nivel mundial.

En un momento en que el OIEA sigue ampliando la iniciativa NUTEC Plastics, esta misión antártica representa un paso fundamental para vigilar la contaminación mundial por plásticos y dar respuesta a este problema. La investigación no solo aporta conocimientos científicos, sino que también actúa como un poderoso recordatorio del impacto humano incluso en las zonas más remotas de nuestro planeta.

(Fotografía: M. Metian/OIEA)



LAS BASES DE DATOS DEL OIEA

Un acervo de conocimientos nucleares al alcance de la mano

Los datos sustentan la labor del OIEA en ámbitos que van desde la agricultura y el medio ambiente hasta la salud y la nutrición, la energía, la seguridad tecnológica nuclear y la seguridad física nuclear, entre otros.

A continuación se presenta una selección de bases de datos del OIEA que están sirviendo de apoyo a la labor de responsables de la toma de decisiones, científicos y otros expertos de todo el mundo.



AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE

■ RED MUNDIAL SOBRE ISÓTOPOS EN LA PRECIPITACIÓN

La Red Mundial sobre Isótopos en la Precipitación (RMIP), creada en 1960, proporciona a los científicos información detallada sobre el origen de muestras de agua recogidas en todo el mundo, lo que les ayuda a comprender mejor el ciclo del agua a escala mundial y local. La RMIP les permite estudiar cómo cambian los regímenes de lluvias, cómo se transfieren al sistema de aguas subterráneas los distintos fenómenos pluviométricos y cómo afectan a los recursos hídricos locales los cambios en los regímenes pluviométricos mundiales. Esto, a su vez, ayuda a los responsables de la toma de decisiones a gestionar los recursos hídricos con más eficacia.



Aquí encontrará más información sobre la **RMIP**.



■ BASE DE DATOS FAO/OIEA SOBRE VARIEDADES MUTANTES

Unos cultivos más fuertes, sanos y resilientes pueden reforzar la seguridad alimentaria y contribuir al desarrollo. El fitomejoramiento por inducción de mutaciones es un proceso respetuoso con el medio ambiente en el que se utiliza la radiación para acelerar el proceso natural de variación genética espontánea con el fin de producir variedades vegetales de mayor rendimiento, menor tiempo de cultivo y mayor resistencia a enfermedades, plagas y el cambio climático. La Base de Datos FAO/OIEA sobre Variedades Mutantes contiene información sobre nuevas variedades de cultivos básicos, como el algodón, el maíz, el tomate y la soja, entre más de 200. En la actualidad, recoge información sobre más de 3400 variedades de 78 países.



Aquí encontrará más información sobre el **fitomejoramiento por inducción de mutaciones**.





SALUD Y NUTRICIÓN

■ BASE DE DATOS SOBRE LA INGESTA DE LECHE MATERNA

Según la Organización Mundial de la Salud, la lactancia materna exclusiva durante los seis primeros meses de vida ofrece beneficios para un crecimiento, un desarrollo y una salud óptimos. La Base de Datos sobre la Ingesta de Leche Materna del OIEA contiene datos procedentes de estudios en los que se utiliza una técnica isotópica no invasiva para medir la cantidad de leche materna que consumen los lactantes. Al combinar y armonizar estudios de todo el mundo, la base de datos tiene por objeto posibilitar que los investigadores descubran nuevos datos sobre las prácticas de lactancia materna y así ayudar a promoverlas.



Para obtener más información.

■ BASE DE DATOS DE COMPOSICIÓN CORPORAL

La Base de Datos de Composición Corporal del OIEA tiene por objeto ayudar a los países a formular mejores políticas sanitarias para combatir los cada vez más frecuentes problemas relacionados con la malnutrición y la obesidad en todo el mundo. Esta base reúne datos sobre la proporción de grasa y tejido magro en el cuerpo humano, recogidos en todas las regiones y en todos los grupos de edad mediante técnicas nucleares. Estos datos ayudarán a comprender mejor la malnutrición, la obesidad y los factores que afectan a la composición corporal, así como a diseñar estrategias nutricionales de prevención y tratamiento.



Para obtener más información.

■ BASE DE DATOS DE AGUA DOBLEMENTE MARCADA

Para determinar el número de calorías que necesita una persona para funcionar, se realizan mediciones del gasto calórico. La Base de Datos de Agua Doblemente Marcada del OIEA recopila esas mediciones a partir de estudios realizados en todo el mundo mediante la técnica isotópica del agua doblemente marcada, método no invasivo de referencia para medir el gasto calórico en situaciones habituales de la vida cotidiana. La base de datos, recurso útil tanto para los investigadores como para los responsables de la formulación de políticas, ha ayudado a redefinir nuestra forma de entender el metabolismo energético humano y está posibilitando que los expertos en nutrición reevalúen las necesidades energéticas humanas.



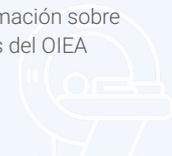
Para obtener más información.

■ BASE DE DATOS DE RECURSOS MUNDIALES DE IMAGENOLÓGÍA MÉDICA Y MEDICINA NUCLEAR

La imagenología médica y la medicina nuclear son cruciales para el diagnóstico y el tratamiento del cáncer, las cardiopatías y enfermedades infecciosas como la tuberculosis, entre otras. Sin embargo, aún existen grandes brechas en cuanto al acceso a estos fundamentales instrumentos. La base de datos IMAGINE proporciona información detallada sobre recursos de imagenología médica y medicina nuclear en más de 190 países y territorios. Estos datos son de suma importancia para la planificación estratégica a fin de mejorar los resultados en materia de salud, sobre todo en los países de ingreso mediano y bajo.



Aquí puede consultar más información sobre **IMAGINE** y otras bases de datos del OIEA relacionadas con la salud.



UN MUNDO DE CONOCIMIENTOS NUCLEARES

El Sistema Internacional de Documentación Nuclear (INIS) alberga una de las mayores colecciones del mundo de información publicada sobre los usos tecnológica y físicamente seguros y pacíficos de la ciencia y la tecnología nucleares.

El INIS contiene referencias bibliográficas y productos del conocimiento íntegros de literatura convencional y no convencional, incluidos informes científicos y técnicos, actas de conferencias, patentes y tesis. Engloba todas las esferas de actividad del OIEA, como la ingeniería y la tecnología nucleares, la seguridad nuclear y la protección radiológica, las salvaguardias y la no proliferación, las aplicaciones de las técnicas nucleares e isotópicas, la física nuclear y la física de alta energía, la química nuclear y la radioquímica, las aplicaciones nucleares en las ciencias biológicas, y los aspectos ambientales, económicos y jurídicos de las fuentes de energía nuclear y no nuclear.

El INIS, que fue creado en 1970, es administrado por el OIEA en colaboración con más de 130 países. Ayuda a los Estados Miembros a crear capacidades en materia de información nuclear y ampliar las existentes por medio del programa de cooperación técnica del OIEA, así como de cursos de aprendizaje electrónico y eventos de capacitación en los que se tratan todos los aspectos de las actividades del INIS.



Aquí encontrará más información sobre el

INIS



ENERGÍA

SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE REACTORES AVANZADOS

La base de datos del Sistema de Información sobre Reactores Avanzados (ARIS) proporciona a los países información equilibrada, completa y actualizada acerca de diseños y conceptos de reactores nucleares de potencia avanzados, así como sobre tendencias importantes en materia de desarrollo. El ARIS contiene información sobre reactores de potencia de todos los tamaños y tipos, incluidos conceptos de reactores innovadores que aún están en desarrollo. Es un recurso valioso para los países que cuentan con programas nucleoelectrónicos, así como para los que están considerando la posibilidad de construir su primera central nuclear.



Obtenga más información sobre el **ARIS**.

BASE DE DATOS DE REACTORES DE INVESTIGACIÓN

Más de un tercio de los reactores nucleares en funcionamiento en todo el mundo son reactores de investigación, que producen neutrones destinados a la medicina, la industria y la agricultura y se utilizan con fines de investigación, desarrollo, enseñanza y capacitación. La Base de Datos de Reactores de Investigación del OIEA contiene información técnica sobre más de 800 reactores de investigación sitios en 71 países.



Aquí encontrará más información sobre los **reactores de investigación**.

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE YACIMIENTOS DE URANIO Y TORIO

La base de datos sobre la Distribución Mundial de Yacimientos de Uranio y Torio (UDEPO) contiene información sobre las características geológicas y técnicas de los yacimientos de uranio y torio de todo el mundo, así como sobre su distribución geográfica. La UDEPO ofrece datos sobre la mineralización del uranio y se utiliza además para evaluar el potencial de recursos a escala regional y los métodos de modelización y evaluación conexos. Entre sus usuarios figuran investigadores del sector académico y la industria, responsables de la formulación de políticas y de la toma de decisiones y el público general.



Aquí encontrará más información sobre la **UDEPO**.



SEGURIDAD NUCLEAR TECNOLÓGICA Y FÍSICA

■ SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

El Sistema de Gestión de la Información sobre Seguridad Radiológica (RASIMS) del OIEA ofrece a los países un marco para recopilar, visualizar y analizar información sobre el estado de su infraestructura nacional de seguridad radiológica, del transporte y de los desechos. Abarca todos los aspectos, incluida la infraestructura de reglamentación, la protección radiológica ocupacional, la protección radiológica en la exposición médica, la protección radiológica del público y el medio ambiente, la enseñanza y la capacitación en materia de protección y seguridad radiológicas, y la seguridad en el transporte.



Aquí encontrará más información sobre cómo el **RASIMS** apoya el transporte seguro de materiales radiactivos.



■ BASE DE DATOS DE BUENAS PRÁCTICAS DEL IPPAS

El Servicio Internacional de Asesoramiento sobre Protección Física (IPPAS) ayuda a los países a fortalecer sus regímenes, sistemas y medidas nacionales de seguridad física nuclear. Está dedicado a la protección física de los materiales nucleares y otros materiales radiactivos y de las instalaciones y las actividades conexas. La Base de Datos de Buenas Prácticas del IPPAS, que parte de la experiencia adquirida en las más de 100 misiones IPPAS realizadas en los últimos 30 años, recoge en la actualidad más de 530 buenas prácticas para proteger esos materiales, instalaciones y actividades.



Aquí encontrará más información sobre el **IPPAS**.

■ SISTEMAS DE NOTIFICACIÓN DE INCIDENTES PARA ESTABLECIMIENTOS NUCLEARES

El OIEA administra tres sistemas de notificación de incidentes para establecimientos nucleares con el fin de ayudar a mejorar la seguridad de las centrales nucleares, las instalaciones del ciclo del combustible y los reactores de investigación. Mediante los sistemas de notificación se recopilan, analizan, mantienen y difunden informes de los países participantes sobre sucesos relacionados con la seguridad en establecimientos nucleares. Gracias a estos sistemas, se pueden poner en común con la comunidad nuclear internacional experiencias operacionales y enseñanzas extraídas para que otros usuarios puedan utilizar esa información con el fin de mejorar la seguridad en sus establecimientos nucleares.



Obtenga más información sobre los **sistemas de notificación de incidentes** desde la perspectiva de los usuarios.

Hacia una mayor comprensión de las descargas radiactivas

Científicos utilizan la base de datos del OIEA para mejorar la monitorización ambiental

Jonah Helwig

Los radionucleidos son elementos químicos inestables que emiten radiación a medida que se descomponen y se vuelven más estables. Se producen a diario en la naturaleza y también pueden crearse artificialmente.

DIRATA
recoge datos de instalaciones nucleares de todas las regiones

Más información aquí



Durante el funcionamiento normal de una central nuclear se descargan cantidades muy bajas de radionucleidos a la atmósfera y a masas de agua superficiales como ríos, lagos y océanos. La radiación que se descargará se determina minuciosamente incluso antes de que comiencen las operaciones. El tipo y la cantidad de radionucleidos que descargan las instalaciones nucleares dependen del diseño del

reactor, y los operadores deben realizar evaluaciones del impacto ambiental radiológico para demostrar que las descargas darán lugar a una dosis inferior al límite de seguridad internacionalmente aceptado de 1 milisievert (mSv) por persona por año, según lo establecido en las normas de seguridad del OIEA.

En realidad, la exposición del público a la radiación procedente de las descargas de las centrales nucleares está muy por debajo de ese nivel. Alguien que vive cerca de una central nuclear está expuesto en promedio a una dosis efectiva anual de aproximadamente 0,0001 mSv, una pequeña fracción del límite de seguridad aceptado. Esto equivale a la radiación

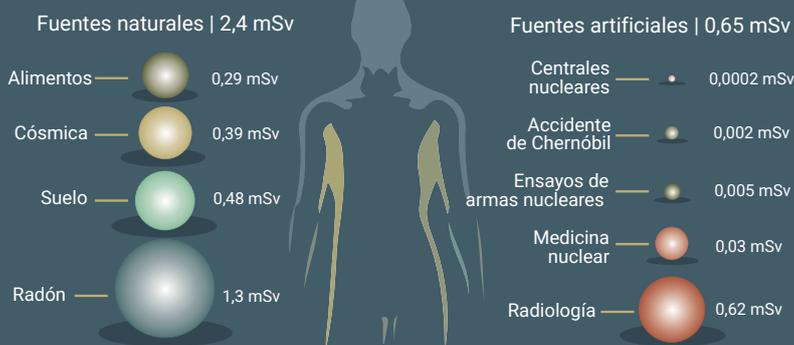
que recibe una persona al comerse un banano y está muy por debajo del nivel de exposición en un vuelo de diez horas. Aun así, los operadores y reguladores realizan actividades de monitorización en las inmediaciones de las centrales nucleares para demostrar que las descargas se mantienen por debajo del límite de seguridad.

Un nuevo estudio realizado por un grupo de investigadores españoles y publicado en la revista de ciencia, medicina e ingeniería Heliyon tenía como objetivo proporcionar a las entidades encargadas de la monitorización y a los reguladores información acerca de las prácticas óptimas para monitorizar el agua cerca de las centrales nucleares, haciendo hincapié en los radionucleidos presentes en las aguas subterráneas destinadas a usos distintos del consumo humano, por ejemplo el riego.

Los investigadores se propusieron identificar los radionucleidos más comunes descargados de las centrales nucleares y recomendar métodos de ensayo prácticos que los laboratorios pudieran utilizar para detectar esos radionucleidos. Como necesitaban una importante cantidad de datos sobre las descargas al medio ambiente, recurrieron a la Base de Datos sobre las Descargas de Radionucleidos en la Atmósfera y el Medio Acuático (DIRATA) del OIEA, que recoge datos de instalaciones nucleares de todas las regiones.

“Elegimos DIRATA porque los datos están actualizados y son fiables —afirma la investigadora principal del estudio, Susana Petisco-Ferrero, Profesora Adjunta de Ingeniería Energética de la Universidad del País Vasco—. La base también contiene datos de todo el mundo, lo que nos permitió realizar un estudio más representativo, incorporando datos de América del Norte y del Sur, así como de la Unión Europea”.

Exposición promedio del público según las fuentes de radiación*



Estimaciones redondeadas de la dosis efectiva recibida por una persona en un año (promedio mundial).

Una vez al año, 25 países (el 73 % de los que cuentan con centrales nucleares) presentan voluntariamente datos sobre las descargas, a los que se puede acceder a través del portal de DIRATA. Esta base de datos ofrece a los países participantes una plataforma para facilitar la transparencia en la notificación de las cantidades muy bajas de radionucleidos descargados durante el funcionamiento normal de las instalaciones y actividades nucleares. También incluye registros históricos de descargas recopilados por el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), la Comisión Europea y otras organizaciones nacionales e internacionales. Los datos de DIRATA pueden

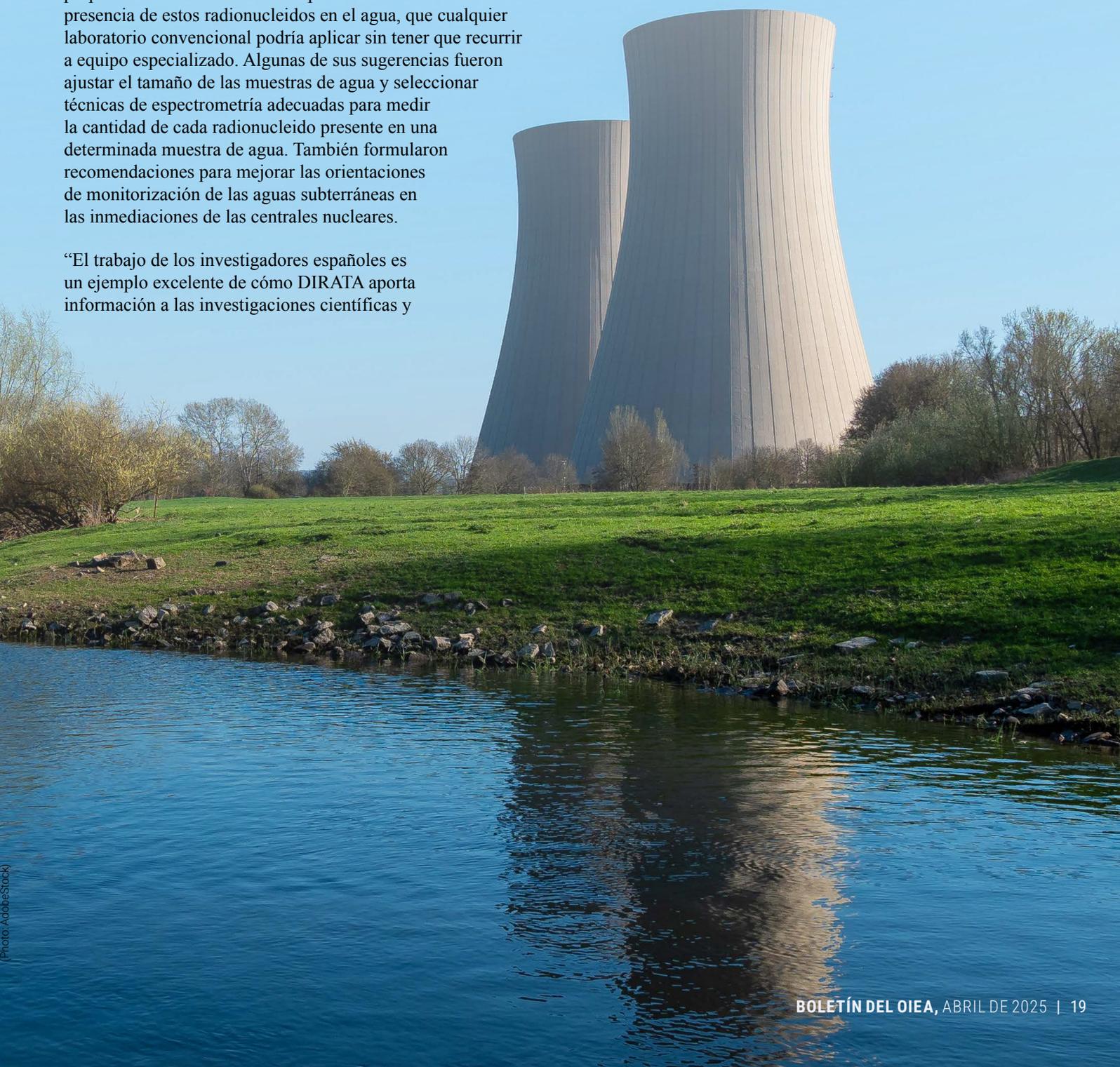
(Gráfico: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)

ser utilizados por órganos reguladores, operadores nucleares e investigadores para dar seguimiento a las tendencias y mejorar los programas de monitorización.

Gracias a la base de datos DIRATA, los investigadores españoles pudieron elaborar una lista exhaustiva de los radionucleidos más comunes descargados de las centrales nucleares, como el hidrógeno 3 y el calcio 41. Además, propusieron métodos accesibles para monitorizar la presencia de estos radionucleidos en el agua, que cualquier laboratorio convencional podría aplicar sin tener que recurrir a equipo especializado. Algunas de sus sugerencias fueron ajustado. Algunas de sus sugerencias fueron ajustar el tamaño de las muestras de agua y seleccionar técnicas de espectrometría adecuadas para medir la cantidad de cada radionucleido presente en una determinada muestra de agua. También formularon recomendaciones para mejorar las orientaciones de monitorización de las aguas subterráneas en las inmediaciones de las centrales nucleares.

“El trabajo de los investigadores españoles es un ejemplo excelente de cómo DIRATA aporta información a las investigaciones científicas y

puede facilitar la formulación de políticas que protejan a las personas y el medio ambiente de los efectos nocivos de la radiación ionizante —señala Anna Clark, Jefa de la Sección de Seguridad de los Desechos y del Medio Ambiente del OIEA—. Es una herramienta valiosa que puede ayudar a investigadores de todo el mundo a poner su granito de arena para forjar un futuro más seguro”.



Abrir paso a la energía limpia

Fomentar las actividades de investigación y desarrollo en materia de fusión

Mary Albon

La fusión ofrece una solución prometedora para obtener energía limpia, ya que el proceso no genera emisiones de carbono, es intrínsecamente seguro y produce combustible de manera continua e ilimitada. El OIEA ha prestado apoyo a las actividades de investigación y desarrollo en materia de fusión desde los primeros momentos, organizando la primera conferencia internacional sobre la energía de fusión en 1961. Más recientemente, los avances en la investigación sobre fusión han acelerado el desarrollo tanto en el sector público como en el privado. Sobre la base de estos avances, el OIEA promueve la colaboración y la coordinación a nivel

internacional para colmar las lagunas existentes en los ámbitos de la física, la tecnología y la reglamentación de la fusión. En el marco de esta labor se recopilan e intercambian datos para prestar apoyo a todas las etapas de la investigación sobre fusión, desde los fundamentos científicos del proceso de fusión hasta el diseño y el funcionamiento de una central.

“La tecnología de fusión puede transformar la producción energética mundial —declara Aline des Cloizeaux, Directora de la División de Energía Nucleoeléctrica del OIEA—. La energía de fusión, junto con el despliegue de la fisión nuclear avanzada, garantizará una transición sostenible hacia una energía limpia”.

Datos para las actividades de investigación y desarrollo en materia de fusión

La fusión se genera a partir de isótopos ligeros, que forman el plasma, un gas caliente y dotado de carga con propiedades únicas que lo distinguen de los sólidos, los líquidos y los gases.

CollisionDB, una base de

datos del OIEA sobre procesos atómicos y moleculares, contribuye a los avances en materia de escenarios operacionales y de diagnóstico del plasma, y ayuda a comprender mejor los procesos colisionales del plasma.

Otras bases de datos del OIEA contribuyen al funcionamiento y la optimización de dispositivos experimentales y futuras centrales de fusión. La **base de datos de interacciones plasma-pared (pwiDB)** contiene datos sobre las interacciones con la superficie de la pared interna, mientras que las bases **CascadesDB** y **DeFecTdb** recogen datos sobre los procesos que tienen lugar dentro de la pared. La **Biblioteca de datos nucleares evaluados sobre fusión (FENDL)** contiene datos sobre reacciones nucleares de suma importancia para la neutrónica en relación con el plasma y los materiales, que son cruciales para las evaluaciones de la seguridad y de los desechos.

Avanzar hacia la energía de fusión neta

Científicos e ingenieros de todo el mundo siguen desarrollando y poniendo a prueba nuevos materiales y diseñando nuevas tecnologías con miras a producir energía de fusión neta. Aunque en los experimentos suelen lograrse condiciones muy cercanas a las necesarias para un sistema de energía de fusión, aún se necesitan mejoras para mantener la reacción y producir energía de forma sostenida. Las entidades públicas y privadas que trabajan en el ámbito de la fusión están avanzando rápidamente hacia este objetivo.

El **Sistema de Información de Dispositivos de Fusión (FusDIS)** del OIEA ofrece un panorama general a nivel mundial y datos técnicos y estadísticos sobre los dispositivos de fusión públicos y privados en funcionamiento, en construcción o en fase de planificación. Ofrece orientaciones útiles para las estrategias y la toma de decisiones en el ámbito de la energía de fusión, así como para la colaboración entre los sectores público y privado, y constituye una valiosa herramienta para detectar tendencias en cuanto a la investigación. El FusDIS puede consultarse en el **Portal de Fusión del OIEA**, un repositorio de recursos informativos sobre las actividades que lleva a cabo el Organismo en relación con la fusión.

El OIEA también está desarrollando **FUSE**, en la plataforma **CONNECT** del Organismo, para ayudar a los desarrolladores de tecnología de fusión en las etapas de diseño, fabricación y construcción de centrales de fusión. FUSE incluirá una base de datos sobre códigos y normas de fusión, así como una base de datos sobre ciclos del combustible y tecnologías de fusión con información y parámetros específicos de cada dispositivo en desarrollo. FUSE dará a conocer los últimos avances, como las tecnologías derivadas, en el sector de la fusión, que está en rápida evolución.

BASES DE DATOS DEL OIEA

para las actividades de investigación y desarrollo en materia de fusión

Más información aquí

■ **CollisionDB**



■ **CascadesDB**

■ **DeFecTDB**

■ **pwiDB**



■ **FENDL**



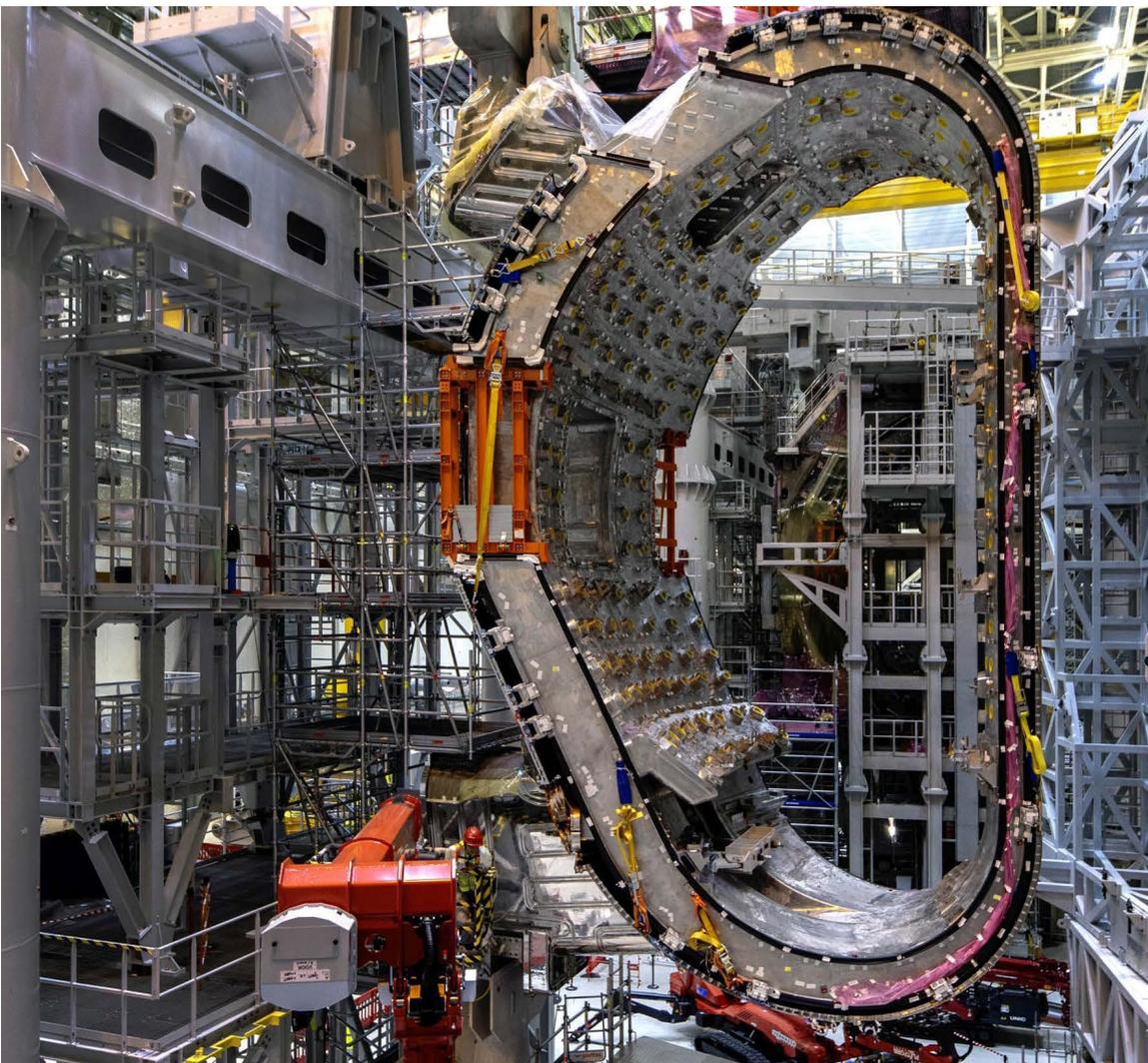
■ **FusDIS**



■ **Portal de Fusión del OIEA**



■ **IA al servicio de la fusión (AI4F)**



¿QUÉ ES LA ENERGÍA DE FUSIÓN?

La fusión es el proceso mediante el cual dos núcleos atómicos ligeros se combinan para formar un solo núcleo más pesado, emitiendo al mismo tiempo enormes cantidades de energía. La energía del Sol y la de todas las demás estrellas proviene de un proceso similar.

En la Tierra se necesitan temperaturas de más de 100 millones de grados Celsius para lograr la fusión, y hay que regular la presión y las fuerzas magnéticas para que el proceso se mantenga el tiempo suficiente para producir energía neta.

(Fotografía: Organización ITER)

En 2025 prosigue la construcción del dispositivo de fusión ITER, diseñado para demostrar que la fusión puede ser una fuente de energía a gran escala que no genera emisiones de carbono.

Aprovechar el potencial de la fusión con la inteligencia artificial

“La inteligencia artificial es un nuevo instrumento clave para aprovechar al máximo el potencial de la fusión. Ofrece ventajas que podrían ser interesantes para gestionar todo el proceso de ingeniería de los dispositivos de fusión, así como para analizar la enorme cantidad de datos científicos y de ingeniería que generarán estas instalaciones —señala Alain Bécoulet, Director General Adjunto y Director Científico de la Organización ITER—. Para materializar este potencial, necesitamos plataformas específicas para gestionar los datos sobre fusión con el mismo espíritu de cooperación que ha impulsado las investigaciones en materia de fusión por decenios. Esto es crucial para acelerar el despliegue de la energía de fusión”.

Un proyecto coordinado de investigación del OIEA, **IA al servicio de la fusión (AI4F)**, tiene precisamente ese objetivo. El proyecto AI4F fomenta la innovación y la colaboración para

impulsar los avances en el ámbito de la fusión aprovechando la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático y las tecnologías de macrodatos, y cuenta con la participación de 24 instituciones de 11 países de 4 continentes. “La IA y el aprendizaje automático pueden acelerar las actividades de investigación en materia de fusión en el camino hacia la primera de una serie de centrales piloto —afirma Cristina Rea, Investigadora Principal y Jefa de Grupo del Centro de Fusión y Ciencia del Plasma del Instituto Tecnológico de Massachusetts—. El OIEA se ha convertido en paladín de esta misión”, dijo.

“El aprovechamiento de la energía de fusión representa la cumbre de los logros de la ciencia y la ingeniería —expresa Tzanka Kokalova-Wheldon, Directora de la División de Ciencias Físicas y Químicas del OIEA—. El OIEA está aportando datos esenciales, aprovechando tecnologías de vanguardia y promoviendo alianzas para ayudar a desarrollar y ampliar a escala la máxima fuente de energía limpia”.

Impulsar los avances con datos

El Sistema de Información sobre Reactores de Potencia del OIEA

Marta Gospodarczyk

Desde hace 55 años, mediante el Sistema de Información sobre Reactores de Potencia (PRIS) del OIEA se recopilan, gestionan y difunden datos y estadísticas oficiales sobre los reactores nucleares de potencia para garantizar la transparencia, la fiabilidad y la accesibilidad de la información por parte de los Estados Miembros y las partes interesadas de la industria. Gracias a la recopilación normalizada y continua

El PRIS

es un instrumento de suma utilidad para los países que explotan la energía nuclear y los que están clausurando instalaciones, así como para los que se encuentran en fase de incorporación al ámbito nuclear y las organizaciones internacionales y no gubernamentales.



Más información aquí

de datos que proceden directamente de fuentes oficiales de 38 países, el PRIS es un instrumento de suma utilidad para los países que explotan la energía nuclear y los que están clausurando instalaciones, así como para los que se encuentran en fase de incorporación al ámbito nuclear y las organizaciones internacionales y no gubernamentales.

Los datos del PRIS se utilizan para llevar a cabo diversas tareas operacionales críticas, así como para realizar exámenes periódicos

fundamentales para la explotación fiable y en condiciones de seguridad tecnológica y física. Por ejemplo, Teollisuuden Voima Oyj (TVO), un operador de Finlandia, utiliza los informes del PRIS para evaluar el historial energético y la experiencia operacional de sus reactores y elabora informes sobre la base de las conclusiones extraídas con el fin de ayudar a optimizar la eficiencia de los reactores.

Los perfiles nacionales sobre energía nucleoelectrica (PNEN), creados en 2010 y revisados íntegramente en 2023, complementan el PRIS ofreciendo panoramas generales exhaustivos de la infraestructura, las políticas y las estrategias de desarrollo a largo plazo de la energía nucleoelectrica de un país.

El módulo de estadísticas del PRIS sobre indicadores del comportamiento permite a los usuarios evaluar la eficiencia, la seguridad tecnológica y la fiabilidad de los reactores nucleares. Ofrece instrumentos para realizar análisis de tendencias y análisis comparativos exhaustivos, así como para obtener información estadística que ayuda a los Estados Miembros a optimizar el comportamiento de los reactores. Por ejemplo, los informes sobre paradas no previstas ayudan a determinar las causas básicas, como fallos de los equipos, con lo cual los operadores pueden aprender mutuamente de sus experiencias. La Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) utiliza el PRIS para establecer indicadores

del comportamiento y compararlos sistemáticamente con los informes de sus operadores, lo que permite mejorar la calidad de los datos tanto en el PRIS como en los sistemas de indicadores del comportamiento de la WANO.

Apoyo a las actividades de explotación, desarrollo y transición de la energía nucleoelectrica

“A medida que los países recurren cada vez más a la energía nucleoelectrica para hacer frente a los desafíos del cambio climático y la seguridad energética, las bases de datos del PRIS y los PNEN desempeñan un papel crucial para nuestros Estados Miembros como guía para la planificación energética nuclear y el seguimiento de los programas —señala Shin Whan Kim, Jefe de la Sección de Ingeniería Nucleoelectrica del OIEA—. Proporcionan a los Estados Miembros acceso a valiosas enseñanzas extraídas de despliegues anteriores, proyectos de construcción y experiencias operacionales”. Por ejemplo, los expertos de Paks II. Ltd., entidad responsable de la labor preparatoria de nuevas centrales nucleares en Hungría, no solo informan de los avances de sus propios proyectos de construcción, sino que también utilizan los datos del PRIS sobre los reactores que se están construyendo en todo el mundo. Mediante el análisis de los avances notificados del proceso de construcción y las enseñanzas extraídas de otros proyectos, mejoran la planificación, detectan posibles desafíos y hacen efectivas prácticas óptimas, con lo que, en última instancia, se mejora la eficiencia y se reducen las incertidumbres en la construcción y puesta en servicio de nuevas unidades.

“Nuestra empresa utiliza la base de datos del PRIS como instrumento crucial para el análisis comparativo y del comportamiento —indica Attila Hügyecz, Director Internacional de Paks II. Ltd.—. La base de datos es un recurso esencial para nuestro compromiso con la excelencia operacional y la mejora permanente”.

Para los países con programas nucleares establecidos, el PRIS es un instrumento indispensable para optimizar la explotación de las centrales. Aprovechando los indicadores del comportamiento y los datos de referencia del sistema, los operadores pueden aprender a mejorar la eficiencia, reducir las paradas no previstas y planificar las futuras mejoras tecnológicas. El Instituto de Investigación sobre la Explotación de la Energía Nucleoelectrica (NPRI) de China, por ejemplo, utiliza el PRIS para acceder a mediciones del comportamiento a escala mundial, tendencias de la fiabilidad y análisis comparativos de la explotación, lo cual le ayuda a elaborar y mejorar su propio sistema de indicadores del comportamiento.

“El NPRI ha desarrollado una plataforma de instrumentos de análisis del comportamiento de las centrales nucleares utilizando la base de datos del PRIS a fin de ayudar

a visualizar los datos sobre los reactores y mejorar el comportamiento de estos —explica Hongxu Lu, ingeniero del NPRI—. También hemos usado el PRIS en apoyo de nuestros esfuerzos por gestionar mejor la calidad de nuestros datos y garantizar la uniformidad en la plataforma de instrumentos de análisis del comportamiento”. A medida que los reactores envejecen, el PRIS ayuda a planificar su explotación a largo plazo o la transición de la explotación a la clausura. En la actualidad, el 35 % de la capacidad nucleoelectrica operacional (136,4 gigavatios (eléctricos) en 168 reactores) lleva funcionando más de 40 años. El PRIS proporciona datos sobre las causas de las paradas, las estrategias de clausura, la gestión del combustible y los hitos de los proyectos, lo que permite a los países elaborar planes fundamentados para pasar de la explotación a la clausura.

Además, numerosas organizaciones no gubernamentales y organizaciones internacionales utilizan datos del PRIS para hacer seguimiento del comportamiento, la construcción y la evolución de la clausura de los reactores, así como de la capacidad nuclear en explotación y las tendencias a nivel mundial. Por ejemplo, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático citó datos del PRIS en un informe de 2022 sobre la mitigación del cambio climático para respaldar sus conclusiones de que la generación nuclear había aumentado en los últimos años, y señaló la energía nucleoelectrica como

tecnología asentada que podía ayudar a reducir las emisiones. La Asociación Nuclear Mundial utiliza la base de datos del PRIS para confeccionar sus paneles de control de los reactores y su biblioteca informativa, y la incluye en sus publicaciones sobre el comportamiento de los reactores, la cadena de suministro nuclear y el combustible nuclear.

El futuro del PRIS

A medida que el OIEA siga mejorando el PRIS, especialmente con la incorporación de las herramientas más avanzadas de análisis y visualización de datos, los usuarios podrán realizar análisis en mayor profundidad. Gracias a las tecnologías analíticas punteras, el PRIS puede servir de apoyo adicional a los países para tomar decisiones fundamentadas sobre el desarrollo de la energía nucleoelectrica, la seguridad operacional y la eficiencia, la explotación a largo plazo y las estrategias de clausura.

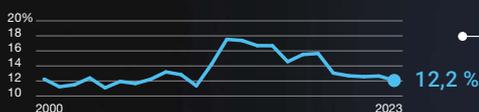
Mediante el desarrollo y la ampliación constantes de sus capacidades de recopilación de datos, el PRIS garantiza a los Estados Miembros acceso a la información crítica que necesitan para garantizar la explotación segura y eficiente de las centrales nucleares y respaldar el desarrollo de programas nucleoelectricos.

RENDIMIENTO DE LA ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA A NIVEL MUNDIAL, 2023

FACTOR DE DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA



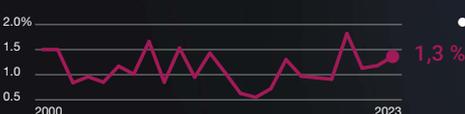
FACTOR DE INDISPONIBILIDAD PROGRAMADA



FACTOR DE INDISPONIBILIDAD NO PROGRAMADA



FACTOR DE INDISPONIBILIDAD EXTERNA



Fuente: OIEA



Planificar la transición hacia una energía limpia

Crear un modelo para el camino de Estonia hacia un futuro sostenible

Matt Fisher

Según un estudio realizado por investigadores de la Universidad de Tartu, Estonia puede cumplir sus metas de reducción de emisiones de carbono con una canasta energética diversificada que incluya la energía nucleoelectrica como componente clave. El análisis, realizado con un instrumento del OIEA para la elaboración de modelos energéticos, ha arrojado luz sobre cómo podría ser el futuro sistema de energía limpia del Estado báltico y los costos de las distintas vías para materializarlo. El OIEA contribuyó al proyecto con actividades de creación de capacidad y orientaciones técnicas a través de su iniciativa Atoms4NetZero, al tiempo que Estonia pretende eliminar su dependencia de la lutita bituminosa para 2050.

A finales de 2023, el Grupo de Trabajo sobre Energía Nuclear de Estonia presentó un informe en el que detallaba cómo, con una planificación, una financiación y una aprobación pública suficientes, la energía nucleoelectrica podría contribuir a alcanzar los objetivos del país en lo que respecta a la mitigación del cambio climático, la seguridad energética y el crecimiento económico. En junio de 2024, tras examinar el informe, el Parlamento de Estonia aprobó los preparativos para la introducción de la energía nucleoelectrica y acordó tomar medidas con el fin de establecer un marco jurídico que regule su uso.

Atoms4NetZero ayuda a los países a utilizar un conjunto sólido de instrumentos analíticos para examinar todo el potencial de la energía nucleoelectrica en diversos escenarios de planificación energética. Hasta hace poco, el papel de la energía nucleoelectrica en el logro de los objetivos de mitigación

del cambio climático no se había tratado en profundidad en los estudios publicados sobre la elaboración de modelos energéticos. Sin embargo, ahora que la energía nucleoelectrica goza de un amplio reconocimiento como parte de la solución para alcanzar los objetivos de descarbonización, los países interesados se proponen comprender mejor cómo este tipo de energía puede ayudar a descarbonizar sus sistemas energéticos.

El instrumento utilizado en este estudio, el Modelo de Opciones Estratégicas de Suministro de Energía y Repercusiones Ambientales Generales (MESSAGE), está diseñado para la planificación de sistemas energéticos a mediano y largo plazo y puede crear modelos de toda la gama de tecnologías de generación térmica junto con las energías renovables y la captura y almacenamiento de carbono, así como de otras tecnologías. MESSAGE utiliza un algoritmo para mostrar cómo se puede alcanzar un determinado objetivo a un costo mínimo. El estudio de Estonia incorporó los costos asociados a la inversión, el funcionamiento, el combustible, las importaciones de energía y las limitaciones de carbono, y ofreció así una visión integral del sistema energético.

“Este estudio demuestra que, si la industria nuclear prueba que los costos de inversión y el calendario de construcción pueden mantenerse dentro de los márgenes previstos, la energía nucleoelectrica es una opción competitiva para Estonia —declara Mario Tot, Analista del OIEA en Sistemas Energéticos—. Suponiendo que Estonia avance por la vía de la descarbonización y tenga en cuenta el alcance de nuestro análisis, este estudio ilustra cómo, a largo plazo, la energía nuclear puede ofrecer resultados similares a los de las fuentes renovables”.

El estudio, que se valió de datos procedentes de fuentes abiertas y de publicaciones del Gobierno de Estonia, se centró en dos escenarios de suministro de energía eléctrica: un escenario “de referencia”, basado exclusivamente en un incremento de las fuentes de energía renovable, como la energía eólica y la biomasa, que Estonia emplea actualmente, y un escenario “nuclear”, que contemplaba el despliegue de dos reactores modulares pequeños (SMR) junto con otras

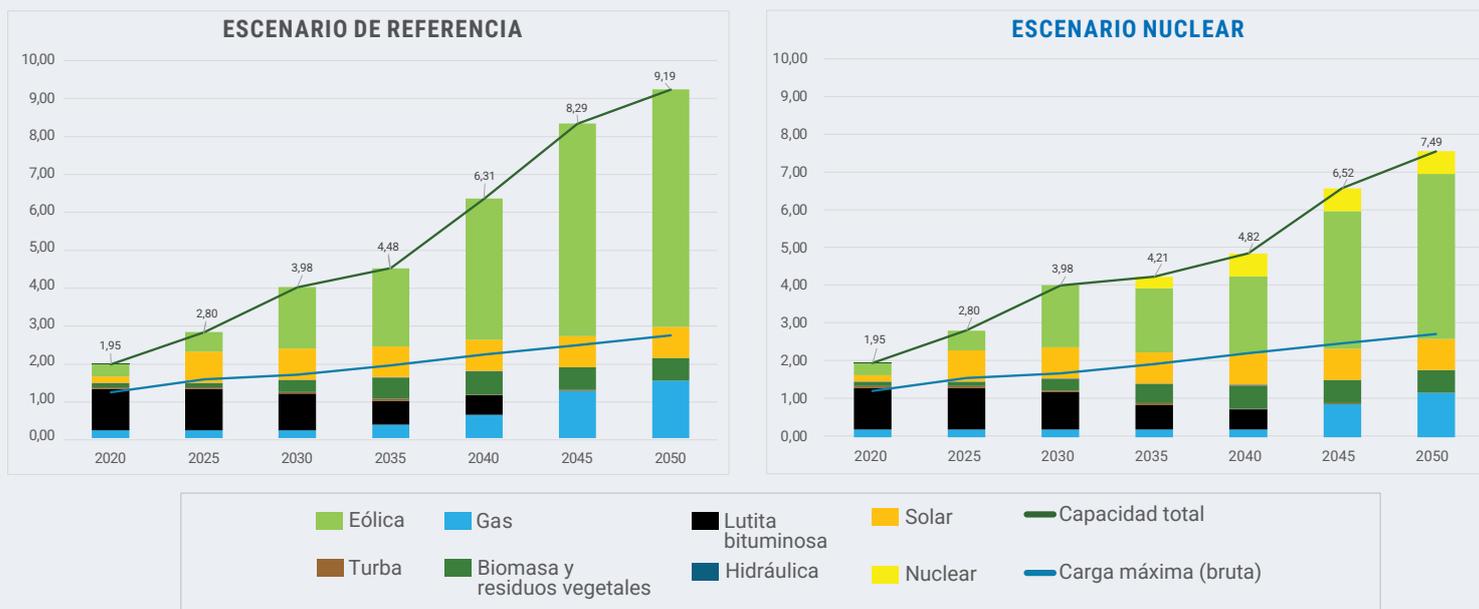
IAEA
**ATOMS 4
NET ZERO**

ayuda a los países a tomar decisiones con base científica con miras a aprovechar todo el potencial de la energía nuclear



Más información aquí

Capacidad instalada según la fuente de energía, GW



Nota: las capacidades de las tecnologías inferiores a 20 MW no se muestran en este gráfico. (Los desechos representan 17 MW).

Fuente: OIEA y Universidad de Tartu.

tecnologías de energía limpia, como las energías renovables. El estudio reveló que Estonia podría cumplir sus objetivos de descarbonización y convertirse en exportador de energía neta después de 2040 en ambos escenarios, en los que, a su vez, debido a la relación costo-eficacia, la capacidad eólica se señaló como el principal componente de la futura canasta de energía limpia del país.

“El apoyo y la flexibilidad de los expertos del OIEA fueron inestimables para cumplir los objetivos del estudio en un plazo realista. Valoramos la posibilidad de interactuar periódicamente con ellos, lo que nos ha permitido avanzar rápidamente en nuestra capacidad de elaboración de modelos y beneficiarnos de conocimientos técnicos de punta en la materia —señala Alan Tkaczyk, Profesor Titular de la Universidad de Tartu, quien dirigió el equipo estonio de elaboración de modelos—. Dimos a conocer los resultados de nuestro modelo a los colegas pertinentes del Ministerio de Estonia, que estaban deseosos de examinar nuestras conclusiones en este momento tan importante en que la implantación de la energía nucleoelectrica es parte del debate público en Estonia”.

El análisis mostró que el escenario nuclear, con un costo de inversión hipotético de 6000 euros por kilovatio para los SMR, solo costaría un 1,3 % más que el escenario de referencia. Sin

embargo, si se tuvieran plenamente en cuenta los costos de las mejoras de la red eléctrica y la capacidad de almacenamiento de Estonia que serían necesarias para expandir a gran escala la energía eólica, se obtendría un análisis más refinado en el que la energía nucleoelectrica estaría mejor posicionada en términos de competitividad de costos. Un sistema energético que incorpore la energía nucleoelectrica y sea capaz de suministrar de forma ininterrumpida y en cualquier condición meteorológica la energía mínima necesaria a la red podría ser más resiliente y seguro que uno construido según el escenario de referencia que contempla proporciones muy elevadas de energía eólica. Se precisan estudios adicionales para evaluar a fondo los gastos asociados a la red y otros costos relacionados con las estrategias alternativas.

“Nuestra función es ayudar a los investigadores a aplicar instrumentos para elaborar planes energéticos que se ajusten a sus objetivos de generación de energía limpia. Para los países interesados en la energía nucleoelectrica, es fundamental asegurarse de que eso se tenga debidamente en cuenta en estos estudios —indica el Sr. Tot—. Construir la infraestructura de generación de energía limpia del mañana exige una planificación meticulosa hoy”.



Tallin (Estonia)
(Fotografía: AdobeStock)

Datos al servicio de la seguridad física nuclear

La Base de Datos del OIEA sobre Incidentes y Tráfico Ilícito

Vasiliki Tafili

La Eurocopa 2024 (o EURO 2024), el Campeonato Europeo de Fútbol de la UEFA celebrado el verano pasado, en que 24 equipos de fútbol compitieron en estadios de diez ciudades alemanas y que contó con millones de espectadores en las gradas, fue una experiencia inolvidable. Sin embargo, también planteó un gran desafío en materia de seguridad. Para cuando la selección alemana de fútbol estaba compitiendo en el campo, otro equipo alemán, formado por especialistas de las autoridades de seguridad del país, llevaba meses trabajando para prepararse ante amenazas potenciales que pudieran poner en peligro la seguridad de este gran evento deportivo. Para las autoridades de seguridad alemanas, la Eurocopa 2024, de un mes de duración, era el escenario en el que finalmente se pondrían a prueba sus planes y su preparación.

Un elemento clave del plan de seguridad alemán para la Eurocopa 2024 de la UEFA fue el despliegue de capacidades de detección de radiación. Dado que Alemania ya había recibido asistencia del OIEA para adoptar medidas de seguridad física nuclear cuando fue sede del Mundial de la FIFA de 2006, volvió a recurrir a la ayuda del OIEA para la Eurocopa 2024 de la UEFA.

Alemania, en sus preparativos como sede de la Eurocopa 2024 —el Campeonato Europeo de Fútbol de la UEFA—, recurrió a un análisis de evaluación de amenazas del OIEA basado en datos de la Base de Datos sobre Incidentes y Tráfico Ilícito.

Para contribuir a las actividades de evaluación de amenazas de Alemania, el OIEA compiló información de la Base de Datos sobre Incidentes y Tráfico Ilícito (ITDB), recurso sumamente confidencial, acerca de los incidentes notificados de tráfico ilícito y otras actividades no autorizadas relacionados con materiales nucleares y otros materiales radiactivos, y proporcionó un

análisis personalizado de las amenazas para la seguridad física nuclear y de las tendencias y similitudes conexas en Alemania y los países vecinos.

Según Helge Kröger, Jefe de la Sección de Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes de Radiación de la Oficina Federal de Protección Radiológica de Alemania y punto de contacto nacional para la ITDB, el informe aportó información valiosa sobre las capacidades de detección necesarias para proteger los estadios de fútbol, y contribuyó a que el plan de seguridad física nuclear de Alemania para el campeonato diera buenos resultados. “El informe se entregó a la policía, y a todas las autoridades regionales de protección radiológica competentes, para que lo tomaran en cuenta en sus propios preparativos para la Eurocopa 2024”, afirma el Sr. Kröger.

“La evaluación de las amenazas para la seguridad física nuclear es un elemento esencial de los planes de seguridad para acontecimientos a gran escala como la Eurocopa 2024 —explica Elena Buglova, Directora de la División de Seguridad Física Nuclear del OIEA—. La asistencia ofrecida a Alemania muestra cómo la ITDB puede ayudar a que los países conozcan los riesgos que plantean los materiales nucleares y otros materiales radiactivos no sometidos a control reglamentario”.

La ITDB, de cuyo mantenimiento se encarga el OIEA, analiza los incidentes notificados para detectar tendencias en materia de seguridad física nuclear. Desde su creación, en 1995, la base de datos se ha convertido en un mecanismo sólido para los países participantes (145 en la actualidad) y las organizaciones internacionales pertinentes, como la Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL).

Entre 1993 y 2024, 125 países notificaron 4390 incidentes para su inclusión en la ITDB. Se confirmó que aproximadamente el 8 % de los incidentes notificados estaban relacionados con el tráfico ilícito o el uso doloso de materiales nucleares u otros materiales radiactivos.



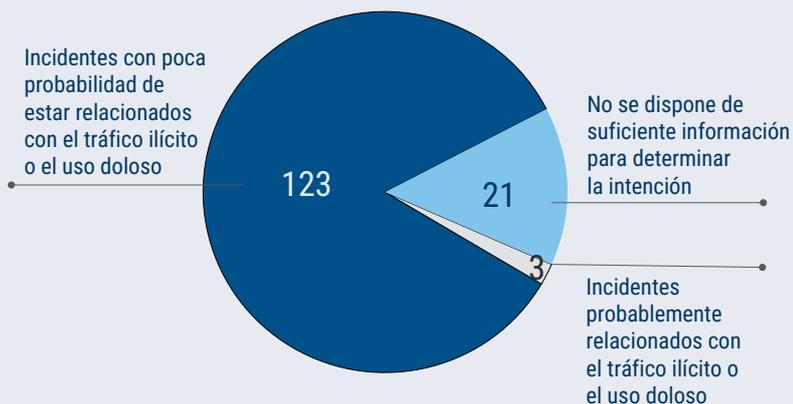
BASE DE DATOS SOBRE INCIDENTES Y TRÁFICO ILÍCITO

En 2024

32 países notificaron

147

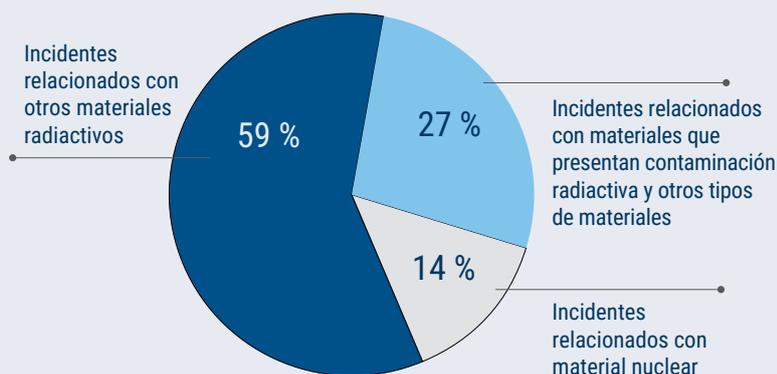
incidentes de actividades ilícitas o no autorizadas relacionadas con materiales nucleares no sometidos a control reglamentario, cifra acorde con los promedios históricos.



Desde 1993

Se han notificado

4390
incidentes



Descubra más información sobre la **Base de Datos sobre Incidentes y Tráfico Ilícito**

Escanee aquí



Alrededor del 59 % de todos los incidentes notificados estaban relacionados con fuentes radiactivas utilizadas en aplicaciones médicas e industriales, mientras que el 14 % de ellos guardaban relación con materiales nucleares, como el uranio y el plutonio. El 27 % restante eran incidentes relacionados con objetos contaminados y con materiales no radiactivos empleados en estafas o fraudes. El número de intentos de estafa en que materiales no nucleares se hacen pasar falsamente por materiales nucleares o radiactivos sigue siendo bajo, aunque la frecuencia de tales incidentes ha ido en aumento.

El número total de incidentes notificados relacionados con materiales nucleares ha disminuido con los años. Al mismo tiempo, han aumentado los incidentes notificados relacionados con fuentes radiactivas que van a parar a la industria de la chatarra, lo que subraya la necesidad de mejorar el control reglamentario respecto al uso, el almacenamiento, el transporte y la disposición final de tales fuentes. Las vulnerabilidades en el transporte sobresalen como un problema persistente, ya que más de la mitad de los robos notificados se han producido durante el transporte autorizado.

“Ahora que la Base de Datos sobre Incidentes y Tráfico Ilícito comienza su cuarto decenio —indica la Sra. Buglova—, su contribución a la seguridad física nuclear a nivel mundial cuenta con un amplio reconocimiento. La ITDB es un recurso práctico, que alerta a los países participantes y los ayuda a tomar decisiones fundamentadas, en especial antes de acontecimientos públicos importantes. La cooperación internacional y el intercambio de información son aspectos centrales de la ITDB, y alentamos a más países a que participen en ella”.

Un día cualquiera de una analista de comercio nuclear del OIEA

Haley Mead

A continuación se muestra en qué consiste un día de trabajo cualquiera de una analista de comercio nuclear del OIEA.

POR LA MAÑANA

Aunque no hay dos días iguales, Malin Ardhammar, Analista Superior de Salvaguardias del OIEA especializada en comercio nuclear, suele empezar la jornada planteando una pregunta fundamental: ¿ha comerciado algún país con algún artículo de importancia para las salvaguardias? Se sienta ante su escritorio con un café y se dispone a responder a esa pregunta, recopilando información de diversas fuentes sobre la industria nuclear y el comercio vinculado al sector nuclear. Las fuentes incluyen la información declarada por los Estados (según lo exigido en su acuerdo de salvaguardias y, si corresponde, en su protocolo adicional), así como información procedente de las actividades de cooperación técnica del OIEA, sitios web de la industria y bases de datos sobre comercio.

“Analizamos el comercio internacional para evaluar el grado de coincidencia entre las actividades nucleares y las transferencias de material nuclear y productos básicos conexos declaradas por los Estados y los registros comerciales públicos —declara Malin—. Nuestro objetivo es detectar valores atípicos importantes para poder formular las preguntas

necesarias, aclarar cuestiones y contribuir a la extracción de conclusiones de salvaguardias bien fundamentadas”.

Los registros comerciales, como los de la oficina de estadística de un país o las bases de datos de comercio internacional, como la base de datos de las Naciones Unidas UN Comtrade, pueden señalar posibles indicios de actividades o transferencias no declaradas relacionadas con el sector nuclear. Algunos artículos relacionados con el sector nuclear, como diversas formas de uranio y piezas de reactores nucleares, son objeto de vigilancia periódica. Otros se investigan caso por caso, por ejemplo, productos que podrían tener importancia para las salvaguardias como espectrómetros de masas, láseres, transductores de presión y fibra de carbono.

Una vez que Malin ha recopilado lo que necesita de cada fuente, puede realizar un análisis comparativo para comprobar el grado de coincidencia de toda la información disponible.

INFORMACIÓN DE IMPORTANCIA PARA LAS SALVAGUARDIAS EN LA ESFERA DEL COMERCIO NUCLEAR

y la tecnología nucleares en los 191 Estados con los que tiene un acuerdo de salvaguardias en vigor. Para extraer conclusiones de salvaguardias bien fundamentadas, emplea un enfoque de verificación nuclear polifacético, que combina las actividades sobre el terreno con el análisis de información de importancia para las salvaguardias facilitada por los países y recopilada de otras fuentes.

Una de las formas en que el OIEA valida que los informes sobre el material nuclear que presentan los Estados sean correctos y exhaustivos es mediante el análisis del comercio nuclear. Para llevar a cabo esta tarea, cuenta con un grupo de analistas de salvaguardias que evalúan la información que el OIEA recibe, genera y recopila.

Los analistas de comercio nuclear trabajan en estrecha colaboración con los inspectores de salvaguardias y otros analistas de salvaguardias. También recaban información de otros departamentos del OIEA, como el Departamento de Cooperación Técnica, sobre la labor más amplia que lleva a cabo el Organismo con los Estados.



(Fotografías: A. Barber Huescar/OIEA)

POR LA TARDE

Después de almorzar, Malin evalúa toda la información disponible para detectar posibles valores atípicos que requieran una investigación más profunda. Normalmente comprobará el grado de coincidencia, en la información declarada y la información relacionada con el comercio, de los elementos de que se indican a continuación:

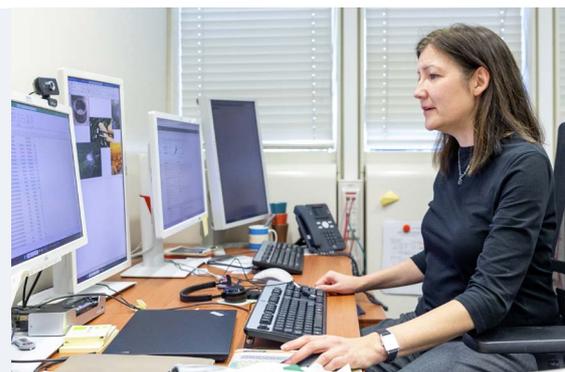
- las cantidades y los tipos de material y equipos nucleares transferidos;
- la fecha y el lugar de las transacciones;
- el nombre y el domicilio de los proveedores y destinatarios, y
- las descripciones de actividades e instalaciones nucleares.

“Los analistas de comercio nuclear desempeñamos un papel especial porque examinamos fuentes de información adicionales sobre el material y las actividades nucleares —dice Malin—. Nuestro trabajo consiste en descubrir qué transacciones comerciales merece la pena investigar más a fondo”.

Si durante el análisis se detectan indicios de transferencias no declaradas, el OIEA realiza un seguimiento con el Estado en cuestión, según proceda. Dentro del ámbito de aplicación del acuerdo de salvaguardias, el seguimiento podría consistir en plantear consultas al Estado o realizar actividades sobre el terreno, como una inspección o la verificación de la información sobre el diseño, a fin de resolver la cuestión.

“Aunque los analistas de comercio nuclear nos proponemos demostrar que hay una irregularidad, el buen desempeño de esta función refuerza las conclusiones de salvaguardias —explica Malin—. Cada día vuelvo a casa sabiendo que, por conducto de esta labor, he ayudado al OIEA a ofrecer garantías a la comunidad internacional de que el material y la tecnología nucleares sometidos a salvaguardias siguen adscritos a fines pacíficos”.

La analista de comercio nuclear del OIEA, Malin Ardhhammar, en el desempeño de sus funciones



Un importante repositorio nuclear incorpora una nueva plataforma digital con una función completa de búsqueda



Sistema Internacional de Documentación Nuclear (INIS)

Más de:

633 000 textos íntegros

4,8 millones de registros bibliográficos

1,7 millones de usuarios de todo el mundo cada año

(Ilustración: OIEA)

El Sistema Internacional de Documentación Nuclear (INIS) del OIEA, una biblioteca digital que cuenta con varios millones de documentos, se ha reforzado aún más con la incorporación de una moderna plataforma de repositorio.

Fundado en 1970, el repositorio INIS alberga una enorme biblioteca de casi cinco millones de informes, libros, artículos científicos, ponencias de conferencias y otros productos del conocimiento que abarcan temas de ciencia nuclear, tecnología de reactores, ciencia de los materiales, aplicaciones médicas, clausura y todas las demás esferas en las que participa el OIEA.

Gracias a su uso adaptado de Invenio, una plataforma de código abierto desarrollada por la Organización Europea de Investigación Nuclear (CERN), el Organismo ha podido avanzar en la automatización y la accesibilidad y aumentar considerablemente la capacidad para gestionar nuevas entradas de productos del conocimiento en el INIS. Las nuevas funcionalidades

incorporadas a la plataforma permiten al INIS conectarse con otros repositorios, lo que facilita el intercambio de contenidos y amplía la utilidad de todas las bases de datos participantes. El INIS será el primer gran repositorio capaz de realizar búsquedas de texto completo con Invenio, y buscar tanto en los metadatos como en el cuerpo del texto de un documento PDF.

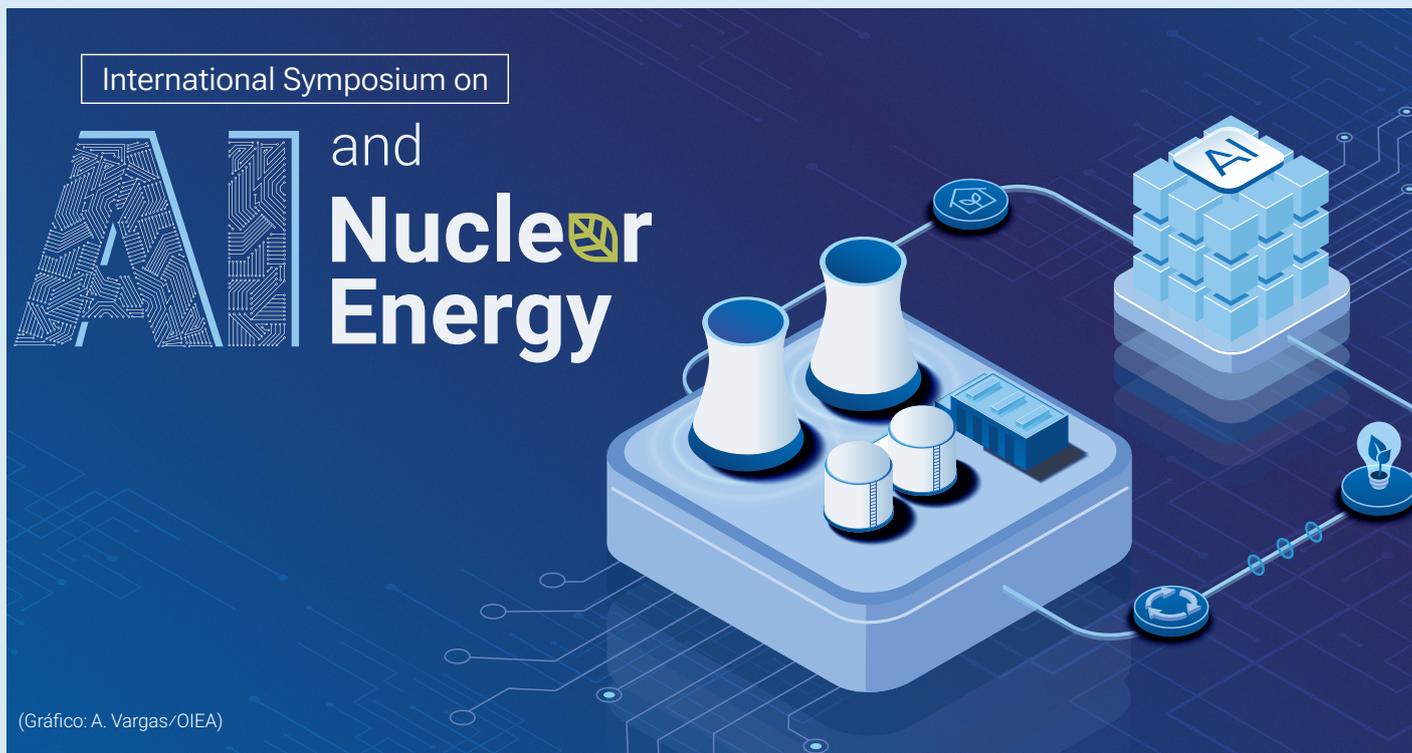
“En la actual economía basada en el conocimiento, la información se considera uno de los recursos más valiosos. Es fundamental para la investigación, la innovación, la toma de decisiones, la eficiencia y la productividad, el intercambio de conocimientos y el aprendizaje continuo —dice Dibuleng Mohlakwana, Jefe de la Sección de Información Nuclear del OIEA—. Esta nueva plataforma ayudará al INIS a ampliar su presencia como actor mundial de la ciencia abierta, ya que mejorará sus capacidades como centro de información que facilita el avance de la ciencia nuclear con fines pacíficos”.

El panorama de la publicación científica ha cambiado considerablemente en los años transcurridos desde la fundación del INIS, con un énfasis cada vez mayor en el acceso abierto. Las editoriales proporcionan más información y hacen que esta sea de libre acceso, mientras que repositorios como arXiv, Directory of Open Access Journals y PubMed han hecho que el conocimiento científico sea más accesible que nunca.

“Una de las grandes ventajas de esta plataforma es que todo lo que desarrollemos aquí puede compartirse con el resto de las organizaciones. De ese modo, no solo estamos compartiendo información científica con el mundo, sino que también estamos compartiendo lo que desarrollamos con Invenio”, dice Astrit Ademaj, analista de servicios de apoyo de sistemas nucleares y gestor de proyectos para la puesta en marcha de Invenio.

— Matt Fisher

El OIEA celebrará en diciembre un Simposio Internacional sobre Inteligencia Artificial y Energía Nuclear



(Gráfico: A. Vargas/OIEA)

El OIEA celebrará el primer Simposio Internacional sobre Inteligencia Artificial y Energía Nuclear en Viena los días 3 y 4 de diciembre de 2025.

En él se analizará la forma en que la energía nuclear puede ayudar a satisfacer la creciente demanda de electricidad de los centros de datos que impulsan la inteligencia artificial (IA), así como el sinfín de maneras en las que la IA puede contribuir a la industria nucleoelectrónica. Con el ascenso meteórico de la IA y el potencial de la energía nucleoelectrónica para brindar una solución energética sostenible y limpia, este evento es especialmente oportuno y pondrá de manifiesto el nexo emergente entre ambas industrias.

“Dado que la IA está cada vez más integrada en la sociedad y que la expansión de la energía nucleoelectrónica se considera indispensable para lograr la abundancia de energía limpia y fiable, esta es una oportunidad sin igual para que estas industrias se ayuden mutuamente a maximizar sus aportaciones — afirma el Director General del OIEA, Rafael Mariano Grossi—. Los reactores nucleares de potencia pueden proporcionar la electricidad limpia y fiable necesaria para la sostenibilidad de la IA y de otras aplicaciones de

‘macrodatos’. Al mismo tiempo, la IA puede optimizar el rendimiento de los reactores, el desarrollo de combustibles avanzados y otras esferas críticas, de manera que la energía nucleoelectrónica pueda alcanzar todo su potencial”.

El simposio reunirá a partes interesadas pertinentes de todo el mundo, incluidos representantes de alto nivel de los sectores de la energía nuclear y la IA, así como reguladores nucleares. Este evento de dos días de duración consistirá en mesas redondas, exposiciones y actos paralelos en los que se profundizará en dos temas: “Impulsar los centros de datos con la energía nuclear” y “Oportunidades y desafíos para la IA en el sector nuclear”.

El papel que la IA desempeña en numerosos sectores está creciendo con rapidez, y este ascenso ha venido acompañado de un aumento considerable de la demanda de energía. Según la Agencia Internacional de Energía, los centros de datos consumieron unos 460 teravatios-hora (TW·h) de electricidad en 2022, y para 2026, este consumo

podría superar los 1000 TW·h. A fin de ayudar a satisfacer esta demanda, varias empresas tecnológicas grandes —como Amazon, Google y Microsoft— se están inclinando por la energía nucleoelectrónica, por ejemplo, concertando contratos de compra de energía eléctrica e invirtiendo en el desarrollo y despliegue de reactores modulares pequeños.

La industria nucleoelectrónica ya está utilizando las herramientas de la IA para mejorar los diseños, optimizar la construcción y aumentar la eficiencia operacional. Una mayor integración de la IA en estas y otras esferas ofrece grandes posibilidades para la industria, pero también requiere un análisis minucioso de los estrictos requisitos del sector en materia de seguridad tecnológica y física.

Por lo general, las personas que deseen participar en el simposio deberán inscribirse por conducto de un Estado Miembro del OIEA o ser miembros de una organización invitada a asistir.

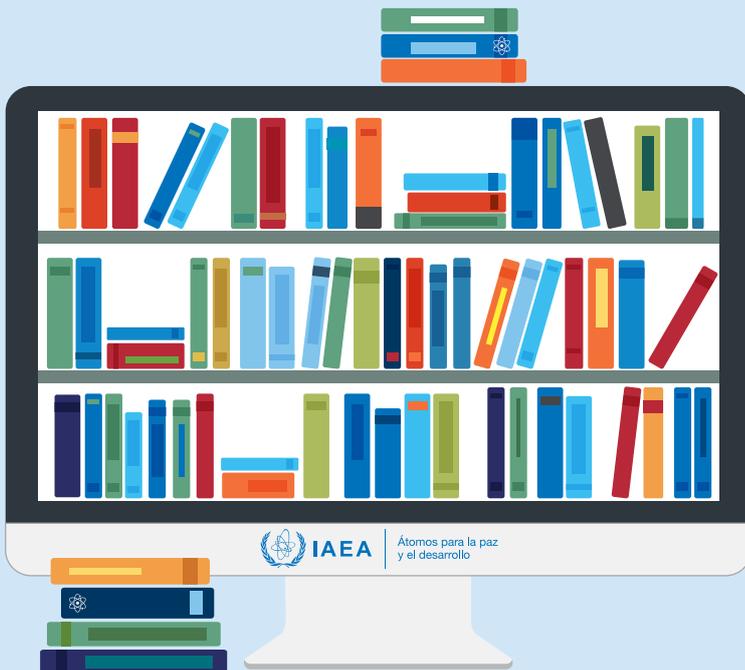
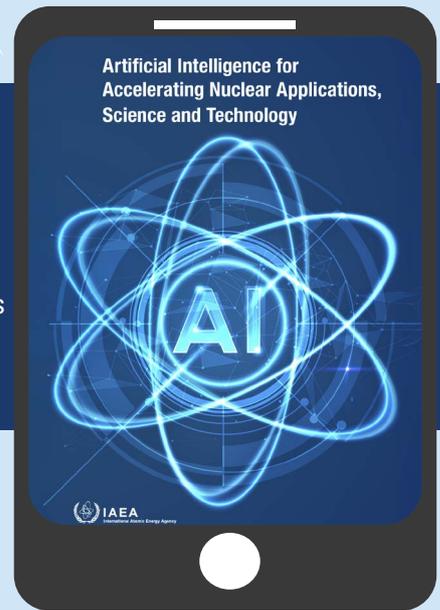
— Matt Fisher

¿Sabía

que el aprovechamiento de las capacidades de la IA en el ámbito nuclear puede ayudar a afrontar algunos de los desafíos más apremiantes de la actualidad?

Escanee aquí para saber acerca de

la manera en que la IA está promoviendo los usos pacíficos de las ciencias, la tecnología y las aplicaciones nucleares.



Descubra todas las publicaciones del OIEA

consulta gratuita en línea



<https://www.iaea.org/es/publicaciones>

Si desea encargar una publicación, escriba a:

sales.publications@iaea.org

Publicaciones del OIEA

Únanse a nosotros

para un futuro mejor

Desde el OIEA invitamos a los Estados Miembros, la industria, las instituciones financieras y otras partes interesadas a que se unan a nuestras iniciativas emblemáticas y aporten sus conocimientos especializados, sus herramientas de modelización, sus conocimientos industriales, y sus recursos financieros y de promoción.

SALUD HUMANA



MUJERES EN EL ÁMBITO NUCLEAR



ENERGÍA



MEDIO AMBIENTE



ALIMENTACIÓN Y AGRICULTURA



Obtenga más información sobre las **iniciativas emblemáticas del OIEA**



IAEA

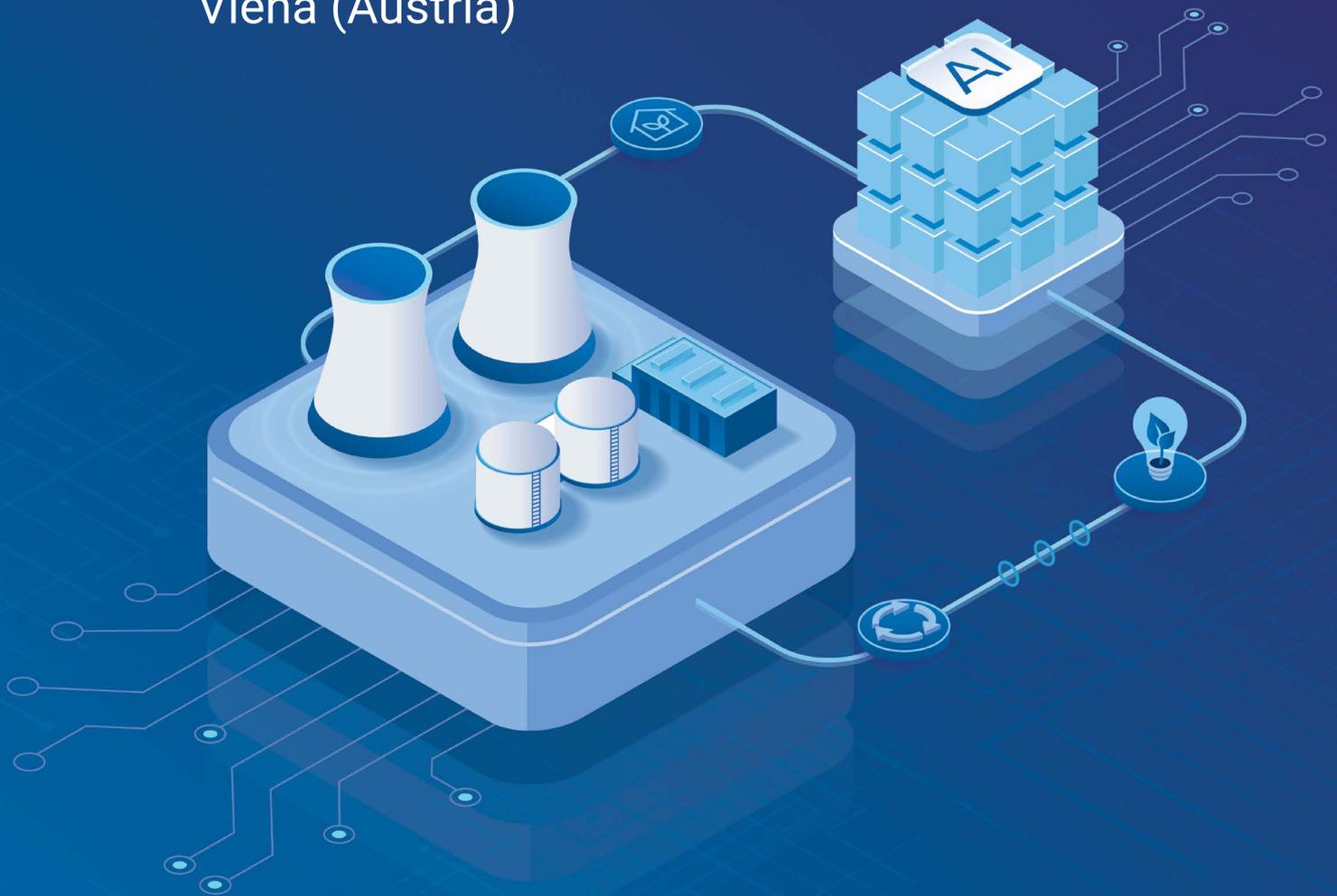
Átomos para la paz
y el desarrollo

International Symposium on



and
Nuclear 
Energy

3 y 4 de diciembre de 2025
Viena (Austria)



25-005185 ISSN 0534-7297

