



ARCAL

*Cooperación
Regional
para el
Desarrollo
Sostenible*

ARCAL, 40 años de cooperación, desarrollo y bienestar en América Latina y el Caribe

Edición especial por aniversario

☛ Tabla de contenidos

Introducción

01

- Presentación	01
- Orígenes	03
- Países integrantes del programa	04
- Estructura organizativa	05
- Objetivos del programa	05
- Hitos del ARCAL	06

Áreas temáticas

08

- Alimentación y agricultura	08
- Salud humana	13
- Medio ambiente	17
- Tecnología con radiaciones	21
- Energía	26

Desarrollo de capacidades

30

ARCAL al año 2030

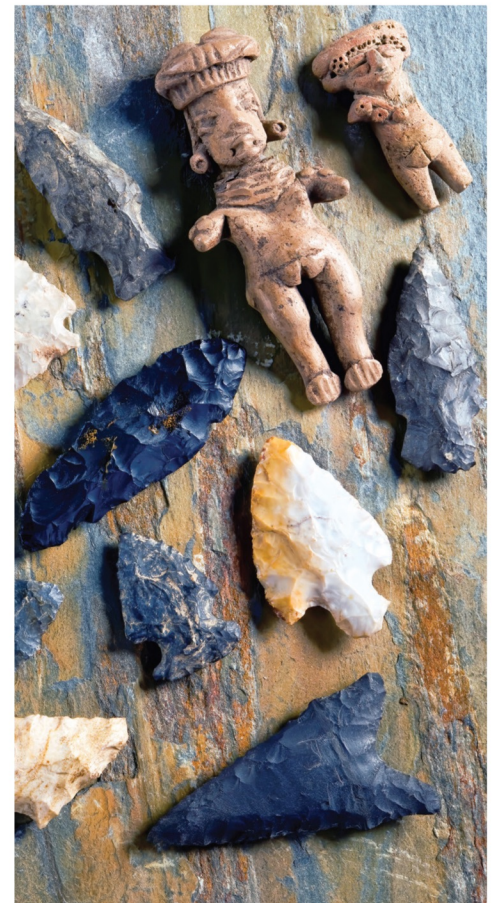
33

Presentación

ARCAL es la sigla con la que se denomina al **Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina**. El programa se basa principalmente en la cooperación horizontal, técnica y económica con el fin de promover el uso de las diversas técnicas nucleares y sus aplicaciones con fines pacíficos.

La misión fundamental del ARCAL es la de proporcionar un mecanismo idóneo para el encuentro y discusión periódica, entre profesionales que trabajan en el área nuclear, acerca de los logros producidos en la región. Además, ARCAL constituye un instrumento eficaz en el establecimiento y desarrollo de la **cooperación técnica en diferentes ámbitos temáticos**; así como también para contribuir al desarrollo económico y social entre los países de América Latina y el Caribe.

El programa posibilita que los países más avanzados en el área nuclear realicen importantes contribuciones a los países menos avanzados en el mismo campo. Para ello, cada país pone su correspondiente **institución nuclear** al servicio de la ejecución de las actividades de los proyectos generados en el ámbito del ARCAL, garantizando a través de su infraestructura y de la capacidad de sus profesionales, resultados favorables en cada uno de los proyectos desarrollados. En estas actividades también participan otras organizaciones públicas, privadas y no gubernamentales de la región.





Rafael Mariano Grossi

- DIRECTOR GENERAL DEL OIEA -

Me complace extender una calurosa felicitación a los países miembros de ARCAL por los 40 años de este importante programa, esencial para la cooperación en la aplicación pacífica de la ciencia y tecnología nucleares en la región de América Latina y el Caribe.

Durante estas cuatro décadas, con el apoyo de este Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), ARCAL ha implementado con éxito cerca de 200 proyectos regionales de cooperación técnica, que se traducen en una inversión que asciende a más de 120 millones de euros. Ha capacitado a más de 35,000 profesionales mediante 1,500 cursos, reuniones y talleres regionales, creando así capacidades nacionales, regionales, e incluso contribuyendo con otras regiones del mundo como África y Asia.

ARCAL tiene un impacto sumamente relevante en áreas prioritarias de desarrollo para la región de América Latina y el Caribe, como fortalecimiento de los sistemas nacionales para la lucha contra el cáncer, aumento en la producción de alimentos de importancia estratégica para la región y apoyo a la creación de políticas públicas para la adaptación y mitigación del cambio climático.

De manera especial quiero destacar el papel fundamental de ARCAL para impulsar importantes iniciativas del OIEA en la región, tales como Rayos de Esperanza, Átomos para la Alimentación o NuTec Plastics, en este caso a través de su Red de Investigación de Estresores Marinos – Costeros en Latinoamérica y el Caribe (REMARCO).

ARCAL ha sido particularmente importante en la incorporación de la perspectiva de género en ámbitos nucleares, principalmente a través de la creación de redes nacionales y regionales de mujeres y de la promoción de entrenamientos de jóvenes en temas de liderazgo.

Hoy no sólo celebramos el camino que hemos transitado en estos 40 años, sino que también ratificamos con fuerza nuestro compromiso para apoyar a cada uno de los países miembros de este Acuerdo y continuar trabajando por el beneficio de la región de América Latina y su gente.

➤ Orígenes del ARCAL



A comienzos de la década de los 80's, los cinco países del Grupo Andino (**Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela**) iniciaron gestiones con el objetivo de establecer actividades de cooperación en temas nucleares de interés mutuo. Para ello, canalizaron la iniciativa al **Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)**, que aceptó auspiciar, patrocinar y coordinar las actividades con el fin de extenderlas a la mayor cantidad posible de países de la región.

Poco después esta iniciativa fue apoyada por **Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay**. De esta forma en 1984, en una reunión organizada en Viena, los diez países acordaron participar en el programa cooperativo que fue denominado **ARCAL**.

Durante los primeros años el programa creció muy rápidamente, tanto en el número de Estados participantes, como en la cantidad de actividades propuestas, a pesar de los recursos limitados.



🕒 Países integrantes del programa ARCAL

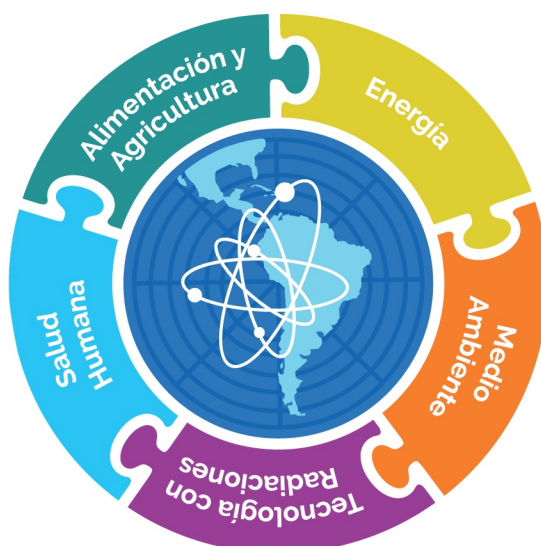


➤ Estructura organizativa del ARCAL



➤ Objetivos del programa ARCAL

El objetivo general del ARCAL es promover el desarrollo de la ciencia y la tecnología nucleares en América Latina y el Caribe; así como, la cooperación técnica entre los países en diferentes campos, en especial en los sectores de:



➤ Hitos del ARCAL



● Hitos del ARCAL



México



Alimentación y Agricultura



ARCAL
Cooperación
Regional
para el
Desarrollo
Sostenible

Alimentación y agricultura



Perú

Descripción

De acuerdo a lo señalado por el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP), la seguridad alimentaria nutricional es un estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad, para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar general que coadyuve al logro de su desarrollo. Sin embargo, a nivel mundial se incrementa cada vez más el problema del **hambre** y de la **seguridad alimentaria**, ocasionado no sólo por la pobreza sino también por el cambio climático, la falta de conocimientos, los conflictos y las enfermedades. Ante ello, las **técnicas nucleares ofrecen ventajas considerables** frente a las técnicas convencionales, para brindar solución a diversos problemas de este ámbito.

La región de América Latina y el Caribe posee una de las mayores reservas de tierras con potencial agrícola del mundo (**700 millones de hectáreas**), lo que unido a la alta diversidad biológica que posee, hace de ella un baluarte de la seguridad alimentaria mundial. Se espera que en el 2050 la región se constituya en un gran proveedor de alimentos y satisfaga más del 60% de la demanda mundial.



México



Cuba



México

🔄 Líneas de acción



Conservación de tierras y agua

La degradación de la tierra, que incluye la erosión del suelo, el agotamiento de los nutrientes y el aumento de la salinidad, constituye una grave amenaza para los cultivos o para mantener a un ganado productivo. A diferencia de otros recursos naturales como el viento o la luz del sol, el suelo es un recurso finito y no renovable que se degrada de forma acelerada.



Lograr mayores niveles de rendimiento y productividad

El tratamiento de los suelos con fertilizantes inorgánicos para incrementar o mantener el rendimiento, ha tenido efectos adversos tanto en la tierra como en las aguas dulces. Asimismo, las condiciones climáticas extremas en varias regiones de América Latina y el Caribe como sequías, salinidad, heladas y lluvias intensas, requieren el incremento de variedades de cultivos resistentes.



Protección de animales y cultivos

Las enfermedades de animales y plantas se han convertido en un problema cada vez mayor, que tienen graves consecuencias en el rendimiento, la productividad y limitan el comercio y los medios de vida de muchos agricultores y ganaderos, lo cual afecta directamente la seguridad alimentaria, en especial en los entornos rurales. Asimismo, el incremento de enfermedades transmitidas por alimentos contaminados por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas, han generado preocupaciones relacionadas con la inocuidad de los alimentos.



Adaptación al cambio climático

El cambio climático es una grave amenaza para la seguridad alimentaria, el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza a nivel mundial, por lo que es necesario desarrollar acciones para mejorar la agricultura y la resiliencia de los sistemas de producción de alimentos.

Perú

Logros

- Gracias al uso de la irradiación como tratamiento fitosanitario, México ha logrado exportar frutas frescas al mercado de Estados Unidos, siendo el único país en la región con capacidad para irradiar alimentos en origen y controlar insectos cuarentenarios para la exportación comercial. A la fecha, exporta regularmente 11 tipos de frutas, con volúmenes en aumento cada año, consolidando su posición en el mercado internacional.
- Los laboratorios regionales han mejorado su capacidad para analizar contaminantes alimentarios, lo que no solo facilita la exportación de alimentos, sino que también impulsa el desarrollo socioeconómico. En 2023, se estableció el Comité de Intercambio de Datos de la Red Analítica de América Latina y el Caribe (RALACA-DSC) para garantizar la inocuidad alimentaria y facilitar el comercio internacional, promoviendo la disponibilidad de datos analíticos de alta calidad para respaldar políticas en agricultura e inocuidad alimentaria.
- Gracias al uso de métodos isotópicos y convencionales, se han implementado estrategias de gestión más efectivas del agua y el suelo en Ecuador. Esto ha generado un considerable incremento en el rendimiento del maíz, mejorando las condiciones económicas de los agricultores.
- Ecuador ha implementado exitosamente la Técnica del Insecto Estéril (TIE) para controlar la mosca de la fruta, logrando una reducción significativa de los daños en provincias hortofrutícolas como Pichincha, Imbabura y Tungurahua, así como en las Islas Galápagos. Alrededor de 2.000 agricultores han mejorado su producción gracias a estas medidas, consolidando a Ecuador como un importante productor de frutas tropicales y no tradicionales, con exportaciones significativas que incluyen banano, pitahaya, piña, mango, tomate de árbol y uvilla. Además, muchas fincas productoras han obtenido certificaciones de Buenas Prácticas Agropecuarias y Libre de Mosca de la Fruta para garantizar la calidad y sanidad de sus productos.
- El Programa MOSCAMED, en colaboración con los gobiernos de Guatemala, Estados Unidos y México, ha empleado la Técnica del Insecto Estéril (TIE) para controlar la mosca de la fruta, obteniendo reconocimiento internacional de áreas libres de la plaga en el departamento de Petén, Guatemala. Esto ha permitido a los agricultores comercializar sus productos hortofrutícolas sin restricciones fitosanitarias, generando oportunidades de inversión y empleo. Durante el año 2022, se lograron exportaciones de frutas de esta región por la cantidad de 26 millones de dólares americanos. Además, en Salcajá, Quetzaltenango, se ha logrado la primera exportación de melocotones a Chiapas, México, gracias a la condición de área libre de la plaga, beneficiando directa e indirectamente a numerosas familias locales.
- La cooperación regional en la generación y mantenimiento de áreas libres sin presencia de mosca del Mediterráneo, ha permitido la producción de frutas sanas, la apertura a las exportaciones, la generación de empleo rural, mejora de la dieta local y aumento de ingresos directos e indirectos en las comunidades productoras.
- En México, se ha desarrollado con éxito la línea de chícharo precoz, conocida como ININ-1 mejorada, mediante mutagénesis radioinducida. Esta variedad exhibe una alta productividad de 1.2 toneladas por hectárea y resistencia al daño por heladas, lo que la hace ideal para el altiplano mexicano. Además, se han obtenido líneas destacadas de chícharo rojo y

Ecuador



amaranto, caracterizadas por su porte bajo y rendimientos de 0.9 y 1.2 toneladas por hectárea, respectivamente. Estas variedades se distinguen por su valor nutricional elevado y su capacidad para tolerar condiciones adversas.

- Cuba ha dedicado más de tres décadas a mejorar genéticamente diversos cultivos empleando técnicas nucleares, generando un impacto significativo en la seguridad alimentaria, habiendo desarrollado líneas avanzadas de frijol tolerantes a altas temperaturas; cítricos y una variedad de tomate tolerantes a sequías; así como arroz mejorado como el "Guillemar". Asimismo, registraron variedades de soya como CUVI-02, CUVI-84I y CUVI-99, con rendimientos mejorados. Figura también variedades de flor de Jamaica resistentes a la sequía y con altos rendimientos sin necesidad de fertilizantes químicos.
- Utilizando métodos isotópicos y convencionales, Ecuador llevó a cabo una investigación para evaluar el uso eficiente del agua en el cultivo de maíz variedad INIAP 101, con diferentes niveles de fertilización. Los resultados obtenidos permitieron implementar estrategias de manejo más efectivas del agua y el suelo, lo que se tradujo en un notable aumento en el rendimiento del maíz y una mayor extracción de nutrientes.
- El Perú ha desarrollado nueve variedades mejoradas de cebada mediante técnicas de mutación, las cuales ocupan el 90% del área de cultivo nacional, generando un aporte económico de cerca de US\$18 millones. Destaca Centenario II, una variedad de cebada mutante con más proteínas, resistente a la roya amarilla y las heladas, y con una espiga inclinada que evita el daño por granizo. Además, mediante mutaciones radioinducidas, se creó la kiwicha Centenario, una variedad más nutritiva y con mayor rendimiento. El cultivo de quinua también se mejoró mediante tecnologías de rastreo de isótopos y control del agua, lo que resultó en un aumento significativo en el rendimiento, pasando de 1.1 a 3.1 toneladas por hectárea, con una reducción en compras de fertilizantes y consumo de agua del 30% y 40% respectivamente.
- En los últimos años, los gobiernos de América Latina y el Caribe han dedicado importantes esfuerzos a construir y fortalecer la infraestructura analítica y las capacidades para garantizar la seguridad de los productos agrícolas y pecuarios en la región.

Perú



Salud humana



ARCAL
Cooperación
Regional
para el
Desarrollo
Sostenible

Salud Humana



Descripción

La salud de las personas es uno de los pilares fundamentales para el bienestar humano y el desarrollo sostenible de los pueblos; sin embargo, las enfermedades no transmisibles, como el **cáncer**, **trastornos cardiovasculares**, entre otros, causan la muerte de millones de personas cada año, y esta cifra aumenta cada vez más en los países con ingresos medianos y bajos como es el caso de América latina y el Caribe. Ante lo cual, la **tecnología nuclear** ha demostrado ser un poderoso instrumento en el **diagnóstico** y **tratamiento** de estas enfermedades, lo que constituye una valiosa contribución en la lucha contra el **cáncer**.

En América Latina y el Caribe, con una población cercana a los 580 millones de habitantes, alrededor del **76% de las muertes** son ocasionadas por **enfermedades no transmisibles**, entre las cuales las enfermedades cardiovasculares constituyen la primera causa, seguida por las neoplasias malignas. Se estima que para el 2030 el número de nuevos casos de neoplasias malignas que se presentan cada año se duplicará, causando 1 millón de muertes anuales.

🔗 Líneas de acción

Perú



Medicina nuclear, radiodiagnóstico y radioterapia

La medicina nuclear emplea radionucleidos para diagnosticar y determinar el estado de una enfermedad, administrar tratamientos y hacer el seguimiento correspondiente. Asimismo, el radiodiagnóstico comprende el uso de técnicas como la obtención de imágenes mediante radiación ionizante para detectar y diagnosticar adecuadamente las enfermedades y lesiones.



Nutrición

Una nutrición adecuada es fundamental para la salud y bienestar de las personas, lo cual también está reconocido en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Por ello las técnicas nucleares pueden contribuir en temas como: nutrición del lactante y el niño pequeño; obesidad infantil; nutrición materna y del adolescente; nutrición y envejecimiento; calidad de la dieta; y evaluación de los efectos ambientales en la salud.



Perú

Garantía de la calidad

El uso de radiaciones ionizantes en salud humana exige una dosimetría exacta y complejos procedimientos de garantía de la calidad que permitan obtener resultados clínicos adecuados sin poner en riesgo inaceptable la seguridad del paciente. Para lo cual, se deben desarrollar actividades relacionadas con la física médica y la dosimetría, incluida la calibración de patrones de referencia y servicios de auditoría.

Logros

- En América Latina, las capacidades en medicina nuclear varían notablemente de un país a otro; por ejemplo, en algunos países de la región se producen radiofármacos PET, los cuales son administrados a pacientes con diferentes problemas de salud como enfermedades oncológicas, neurológicas y cardiovasculares.
- En lo que respecta a la oferta de nuevos radiofármacos, los avances de los proyectos ARCAL en la región, han permitido un mejor manejo de los pacientes; optimizando así, los tiempos de espera y la realización de estudios en forma oportuna.
- La medicina nuclear y la radioterapia se han desarrollado de forma importante en las últimas décadas en la mayoría de los países de América Latina, incrementándose su base tecnológica, la disponibilidad de los diversos radiofármacos que se requieren para el diagnóstico y la terapia, y la preparación de los recursos humanos.
- Países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, México, Perú, Uruguay y Venezuela, lograron la implementación, armonización y estandarización de las actividades realizadas en los bancos de tejidos en la región, incluyéndose el mejoramiento de los sistemas de gestión de la calidad.
- En Perú, se produjo un total de 23,959 unidades de injertos de tejido esterilizado por radiación; incluyendo, 2,530 de hueso humano - 1,818 de amnios - 6,818 de piel humana - 12,763 de piel de cerdo y 30 de hueso bovino. Este aumento en la producción permitió que más pacientes fueran tratados exitosamente con aloinjertos procesados en los bancos de tejidos regionales, contribuyendo así a salvar vidas y mejorar la calidad de vida de numerosos pacientes.
- Se han fortalecido los laboratorios de microbiología, cultivo celular y procesamiento de tejidos en varios países de la región. Por ello, entre otras cuestiones, el OIEA facilitó la integración de los países a la Asociación Latino Americana de Bancos de Tejidos (ALABAT).
- En el Perú, se llevó a cabo con éxito, la primera piel cultivada en un paciente con quemaduras extensas, críticas y con mínima posibilidad de supervivencia, quien logró sobrevivir, incrementándose las dimensiones de piel sana, de 2 cm² a 2 m².

Perú

Colombia



Medio ambiente



ARCAL
Cooperación
Regional
para el
Desarrollo
Sostenible

Medio ambiente



Descripción

El cuidado del medio ambiente es, desde hace muchos años, una de las mayores preocupaciones a nivel mundial, debido al cambio climático extremo, las grandes pérdidas de biodiversidad, aparición y propagación de nuevas enfermedades, ante lo cual las **técnicas nucleares** pueden contribuir con soluciones que permitan su remediación.

América Latina y el Caribe posee una gran riqueza de recursos naturales, ocupa el **15%** de la superficie de la Tierra, concentra la tercera parte de los recursos hídricos renovables del mundo, contiene un **40%** de las especies de plantas y animales, y dispone de la mayor diversidad de flora del planeta, lo que podría estar en riesgo debido a la expansión económica, crecimiento poblacional y la explotación intensiva de los recursos.

🌐 Líneas de acción



Mitigación del cambio climático

Una de los grandes desafíos a los que se enfrenta la región es el cambio climático generado principalmente por las emisiones de carbono procedentes de la quema de combustibles fósiles. Para reducir estas emisiones, y en última instancia erradicarlas, es imprescindible que los Gobiernos, la industria y los ciudadanos realicen un trabajo conjunto y a gran escala.



Reciclaje de desechos plásticos

Desde la creación del plástico, éste ha sido reproducido en millones de toneladas; generando así que la contaminación por plásticos sea uno de los desafíos ambientales más urgentes, tanto en los suelos como en los mares. Al respecto, la tecnología con radiaciones puede contribuir no sólo con su rastreo y cuantificación; sino también con tratamientos por radiación para reciclaje. Como el caso de los residuos de polímeros naturales y sintéticos a los cuales se les brinda una segunda vida útil.



Análisis de la contaminación ambiental

Las actividades cotidianas de la vida humana producen contaminantes que suelen terminar en el aire, el agua o el suelo, afectando los ciclos biológicos, geológicos y químicos. Para ello, existen técnicas nucleares, radiactivas y convencionales que permiten estudiar la atmósfera, la contaminación terrestre, y el agua, con el fin de monitorizar, diseñar y evaluar iniciativas de protección y contribuir a mitigar las consecuencias negativas.



Gestión de los recursos hídricos

La importancia del agua para la supervivencia y la alta tendencia de explotación del recurso hídrico, pone en riesgo la disponibilidad de este recurso para satisfacer su demanda en la agricultura, industria y abastecimiento de la población. Ante ello, el análisis de ciertos isótopos en el agua permite evaluar si la cantidad que usamos para nuestras actividades son sostenibles o no. Además, determina sus orígenes, recarga, mide su dirección y velocidad, estudia las propiedades de dispersión y difusión de los lugares propuestos para la evacuación de efluentes; entre otros.

Colombia

Logros

- Se fortalecieron capacidades para monitorear sistemas de dióxido de carbono en agua, suelo y aire, lográndose que varios países de la región cuenten con capacidades analíticas para la medición del sistema de carbonatos.
- Se consolidó la Red de Investigación de Estresores Marinos-Costeros en Latinoamérica y el Caribe (REMARCO), siendo esta una red de investigación interdisciplinaria, colaborativa e internacional que reúne a diversas instituciones de Latinoamérica y el Caribe, a fin de realizar investigaciones relacionadas al ambiente marino-costero y sus estresores.
- Se realizaron evaluaciones de contaminación química por Mercurio en 14 sectores de muestreo de la región, identificándose puntos críticos de contaminación con niveles tóxicos que fue de utilidad para estudios futuros.
- Se fomentó actividades de análisis de radioreceptor para detectar la afloración de algas nocivas perjudiciales para la salud humana con resultados destacables en países como Chile, El Salvador, Colombia y Cuba.
- En el campo de la hidrología isotópica se desarrollaron trabajos orientados a la medición y determinación de caudales usando radiotrazadores que son útiles para la identificación de acuíferos y cursos de aguas subterráneas y superficiales, de interés para la región.
- Se lograron avances en la incorporación de técnicas nucleares en los esfuerzos de la región encaminados a afrontar los desafíos asociados a la contaminación por plásticos.
- Se logró el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica e instrumental para el desarrollo de investigaciones en el uso de técnicas nucleares y radiactivas para el cuidado del ambiente.
- Un número considerable de trabajadores de diversas regiones recibieron capacitación, entrenamiento y visitas científicas en temas relacionados con el cuidado del ambiente.



México



Tecnología con radiaciones



ARCAL
Cooperación
Regional
para el
Desarrollo
Sostenible

Tecnología con radiaciones



Descripción

El uso de la tecnología con radiación para **mejorar la calidad de vida** tiene numerosas aplicaciones en diferentes campos y se puede abordar una amplia gama de problemas de desarrollo en los ámbitos del agua, ambiente, ingeniería costera, medicina, patrimonio cultural, procesos y producción industrial, procesamiento de materiales avanzados, recursos naturales, tecnologías de inspección, entre otras muchas aplicaciones.

La región de América Latina y el Caribe está compuesta por 45 países en un territorio que abarca 20,4 millones de kilómetros cuadrados. Se estima que la población en la región ascenderá en el año 2050 a unos 902 millones de habitantes. La región está compuesta por países con diferentes grados de desarrollo; sin embargo, se considera que todos los países requieren en algún grado la difusión del conocimiento y el desarrollo de aplicaciones en los campos antes mencionados para **mejorar su competitividad**.

🔗 Líneas de acción



Tecnología de procesamiento con radiaciones

Las principales aplicaciones de la tecnología con radiaciones son la esterilización de productos médicos, la irradiación de alimentos y productos agrícolas, la irradiación de sangre, la descontaminación de suelos, modificación de polímeros industriales (cables, neumáticos, semiconductores, espumas, cintas, tubos, etc.), coloración de piedras preciosas, conservación de objetos de patrimonio cultural y archivos, conservación de libros y preservación del medio ambiente (tratamiento de aguas residuales industriales, gases de combustión y lodos).



Uso de Radiotrazadores

Los radiotrazadores de vida media corta como: Na-22, Tc-99m, I-131, Br-82, La-140, etc., se utilizan para diagnosticar procesos industriales como los desperfectos, las fugas subterráneas, el tiempo de residencia, la distribución de tiempo de residencia, los patrones de flujo, los caudales, entre otros. Esta categoría incluye las aplicaciones de fuentes selladas para el escaneo de componentes industriales, tales como columnas de destilación, utilizando la transmisión gamma, la retrodispersión de neutrones, entre otras.



Sistemas nucleónicos de control

Existen diferentes sistemas para el control de calidad de procesos industriales y productos, para obtener ganancias importantes en la industria; por ejemplo, en el control de espesor de láminas de acero, o llenado de botellas en la industria alimentaria, contenido en minerales, etc. Estos sistemas utilizan fuentes de radiación tales como Am-241, Cs-137, y generadores de rayos X o neutrones acoplados con detectores que proporcionan la señal utilizada para controlar el proceso.

Panamá



Perú



México



Técnicas analíticas

Las técnicas analíticas nucleares son de utilidad para realizar análisis de laboratorio; también pueden configurarse para análisis en línea para control de procesos. Las técnicas de análisis más importantes son el análisis por activación neutrónica, fluorescencia de rayos X, análisis por activación nuclear por gammas inmediatas y partículas inducidas por emisión de rayos X.



Ensayos no destructivos

Esta categoría incluye técnicas nucleares y no nucleares para el diagnóstico del estado de componentes industriales. La técnica nuclear más extendida es la radiografía para detectar; por ejemplo, defectos de soldaduras en tuberías y tanques mediante rayos gamma y rayos X. También es importante la tomografía computarizada, neutrografía, entre otras. Las técnicas no nucleares incluyen ultrasonido, corrientes inducidas, líquidos penetrantes y partículas.

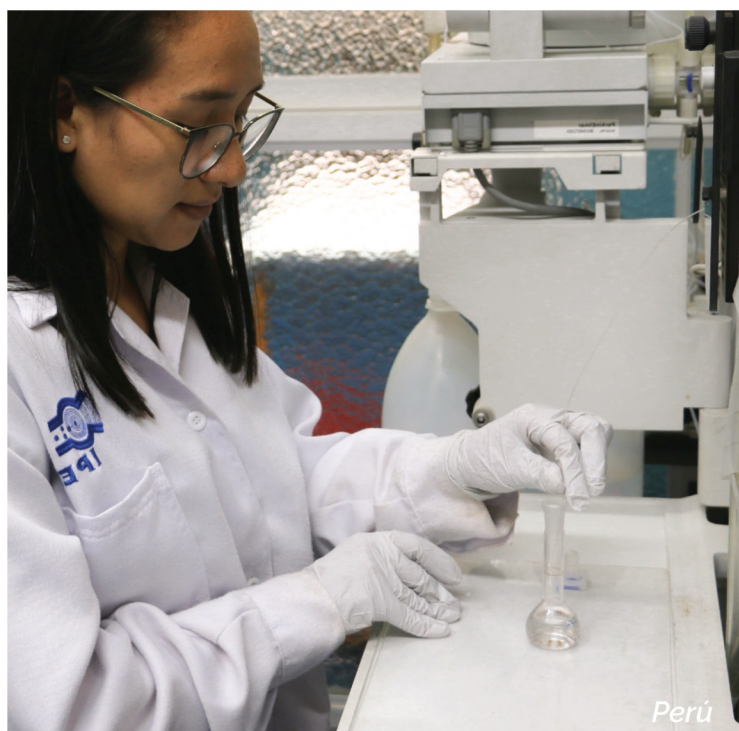
México



Logros

- Debido a que América Latina y el Caribe es una de las regiones más propensas del mundo a sufrir desastres como terremotos, inundaciones y huracanes, dada su singular estructura tectónica y patrones meteorológicos, Argentina, Chile, México y el Perú han creado, con la asistencia del OIEA, cuatro centros de respuesta para evaluar la integridad de estructuras civiles como carreteras y puentes en su propio país y en los países vecinos mediante técnicas de ensayo no destructivo (END), habiéndose designado al ININ de México como Centro Subregional de Referencia para la Inspección de Estructuras Civiles.

- Con el fin de gestionar y optimizar las tareas de dragado en el Canal de Panamá se utilizaron con éxito sistemas nucleónicos para medir la densidad de los perfiles de los sedimentos finos depositados en las cuencas portuarias y en los canales de navegación, contribuyendo a que el flujo de personas y productos sea constante en esta ruta marítima mundialmente conocida que, con más de 800 000 barcos anuales, es una de las vías navegables más transitadas del mundo.
- Todos los países de la región desarrollan algún tipo de aplicación nuclear para el sector industrial, que abarca desde el llenado de bebidas embotelladas hasta el uso de irradiadores o aceleradores para la esterilización de productos médicos.
- Se ha fortalecido las capacidades y conocimiento relacionados con el uso de trazadores radiactivos, interconexión en pozos petroleros o de gas, diagnóstico de procesos industriales, distribución de tiempo de residencia, medición de flujos y caudales, entre otros.
- Con el fin de brindar apoyo para preservar el patrimonio arqueológico de la región y resolver hipótesis sobre su pasado histórico, se desarrollaron diversos proyectos. Así por ejemplo, Paraguay realizó estudios de caracterización por el método de fluorescencia de Rayos X en muestras cerámicas, líticas, metálicas y de sedimento pertenecientes a la colección arqueológica del MUSEO de ITAIPU. Asimismo, con la técnica de Análisis por Activación Neutrónica (AAN) se evaluaron piezas arqueológicas de obsidiana de origen mexicano, determinándose elementos como cloro, manganeso, potasio, uranio, zinc, entre otros.



Perú

Chile



Energía



ARCAL
Cooperación
Regional
para el
Desarrollo
Sostenible

Energía



México

Descripción

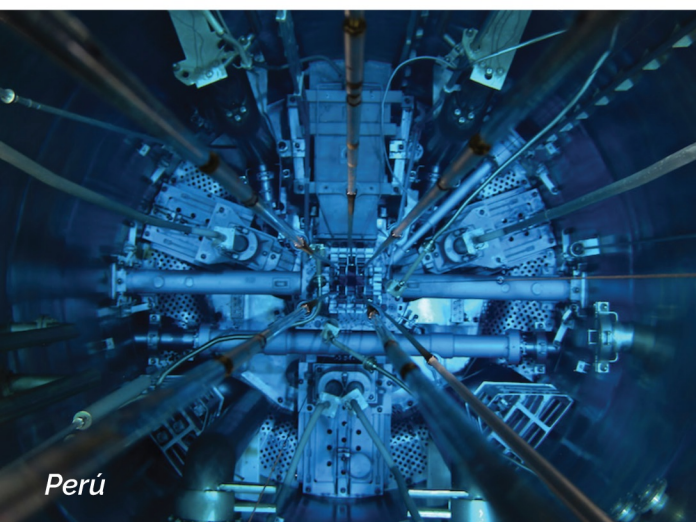
La energía es un recurso primordial para un crecimiento económico sostenible y una mejora en la calidad de vida de las personas. Esa importancia está bien tratada en el Objetivo 7 de Desarrollo Sostenible (ODS-7) de las Naciones Unidas, que pretende *“garantizar el acceso a una energía limpia y asequible, clave para el desarrollo de la agricultura, las empresas, las comunicaciones, la educación, la sanidad y el transporte (...)”* En ese contexto, la energía nuclear puede ser una importante fuente para reducir los impactos de cambios climáticos y para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en la región de la América Latina y el Caribe.

La región de América Latina y el Caribe completa el 2024 una experiencia de 50 años en la generación nucleoelectrónica, cuya capacidad nuclear instalada en siete reactores de potencia en tres países ascendían a 5,4 GW en el 2023, lo cual se incrementaría a 6,8 GW cuando entren en operación los dos nuevos reactores que están en construcción en Brasil y Argentina.

🔗 Líneas de acción



Argentina



Perú



Reunión Viena



Energía

Se proyecta que la población en América Latina y el Caribe ascenderá en el año 2030 a unos 720 millones de habitantes, lo cual impone un enorme reto para el establecimiento de las condiciones necesarias para satisfacer las demandas de bienestar de semejante volumen poblacional.

La demanda total de energía primaria ascendería en el 2030 a 1483,23 Mtoe. En consonancia, la demanda de electricidad crecería a 2621 TWh, lo cual significa duplicar o incrementar el nivel actual. En lo que se refiere a las emisiones de CO₂, los escenarios prevén cifras de 2680 MtCO₂.

Por ello, los países que tienen plantas nucleares están ampliando o tienen planes de ampliación de sus capacidades de generación nuclear.



Reactores Nucleares de Investigación

Los reactores de investigación son más simples que los reactores de producción de energía eléctrica, y operan a menores potencias y temperaturas.

La gama de aplicaciones para los cuales pueden ser utilizados estos reactores depende del nivel de potencia o flujo neutrónico.

En los últimos años, en la región, se ha conformado la Red Regional de Reactores de Investigación e Instituciones relacionadas en América Latina y el Caribe (RIALC) con la participación de nueve países, que se ha propuesto atender la creciente demanda de servicios tecnológicos, y de radioisótopos y radiofármacos producidos en reactores de investigación.

Logros

- Se han realizado estudios con trazadores radiactivos y ambientales para la determinación de tiempo de tránsito de las aguas en hidroeléctricas para la mejor utilización y aprovechamiento de los recursos hídricos. Asimismo, estos trazadores han permitido determinar el origen de las aguas filtradas en los túneles de estas instalaciones.
- Nueve países de la región: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Jamaica, México y Perú, se unieron para promover un mejor aprovechamiento de la utilización de sus reactores y mejorar el acceso y la satisfacción de la demanda regional, en virtud de los productos y servicios que generan y conformaron la primera Red Regional de Reactores de Investigación e Instituciones relacionadas, conocida como RIALC.
- En los 40 años de ARCAL, las actividades y proyectos de planificación energética han sido tratados con atención en el ámbito de la cooperación con el apoyo de la OIEA, permitiendo el uso y la capacitación en las herramientas analíticas de planificación energética de OIEA, por parte de los países. En el último ciclo del PER, en 2016-2021, los países Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela participarán en tres proyectos regionales de planificación energética sostenible y realizarán estudios de largo plazo en el ámbito nacional, subregional y regional.



México



Chile

Perù



Desarrollo de capacidades



ARCAL
Cooperación
Regional
para el
Desarrollo
Sostenible

Logros



35,000 profesionales capacitados

1,500 cursos regionales, reuniones y talleres

Áreas temática: Salud humana; agricultura y alimentación; medio ambiente; energía; tecnología con radiaciones; entre otros.



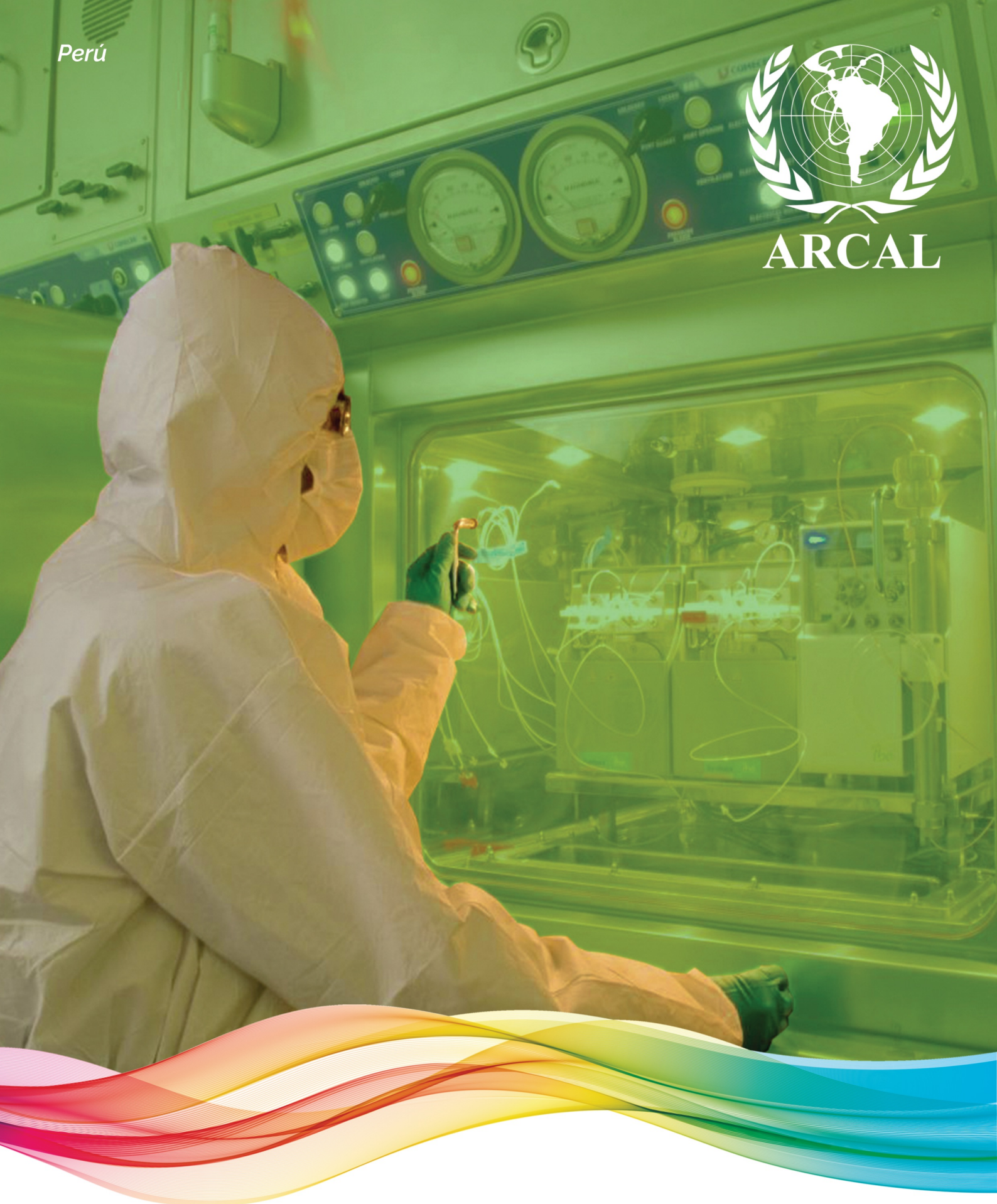
- Por intermedio del ARCAL se han establecido centros de información nuclear en diversos países de la región, con el fin de organizar una red de centros a nivel regional.
- Se pusieron en práctica varios proyectos educacionales. Por ejemplo, en Argentina, Brasil y México existen servicios de formación científica nuclear bien establecidos.
- En Argentina, un programa de estudios superiores instituido en el Centro Atómico de Bariloche y en el Instituto Balseiro, se ha permitido capacitar a graduados en ingeniería nuclear desde hace muchos años.
- Con el fin de contar con recursos humanos formados y actualizados (médicos referentes, físicos médicos, radiofarmacéuticos hospitalarios, médicos nucleares, oncólogos radioterapeutas, radiólogos, tecnólogos y enfermeras) se brindó capacitación en el uso y aprovechamiento de tecnologías complejas en casi todos los países de la región.



- La región ha mejorado ostensiblemente su capacidad de formación de físicos médicos al nivel recomendado por organismos internacionales contándose con programas de maestría como los ofrecidos por México, Brasil, Argentina, Chile y Perú. Sin embargo, aún queda mucho por hacer y es necesario fortalecer esta actividad.
- Se han establecido Centros Regionales de Referencia para el manejo de algunas áreas ambientales (por ejemplo: aguas, plaguicidas, desechos peligrosos), que posibilitan la sinergia en sus diferentes temáticas, que permiten el acceso a información a través de bases de datos y constituyen también centros de capacitación.
- Como parte de proyectos ARCAL sobre instrumentación nuclear se han formado técnicos en diferentes aspectos del mantenimiento de algunos tipos de equipo y en nuevas técnicas electrónicas.
- Se han implementado laboratorios con equipamiento y personal capacitado, para la cuantificación de radiotrazadores y contaminantes en muestras ambientales que aplican técnicas de radiotrazadores ambientales y activables, técnicas analíticas nucleares tales como espectrometrías alfa y gama, centelleo líquido, AAN, IRMS, ICP-MS y técnicas analíticas no nucleares tales como, FRX y PIXE/RBS.
- Se viene trabajando en la transferencia de conocimientos a los nuevos recursos humanos para lograr una preservación de conocimientos en diversos ámbitos de la tecnología nuclear, entre los que destaca el relacionados con reactores de investigación que es el que demanda mayor tiempo.
- A través de ARCAL se ejecuta un proyecto sobre la aplicación de las técnicas analíticas nucleares con la finalidad de perfeccionar los procedimientos analíticos en los laboratorios, mediante la capacitación del personal en diferentes técnicas asociadas, fundamentalmente, con el análisis de los alimentos y los productos agroindustriales.



Perú



ARCAL al 2030



ARCAL
Cooperación
Regional
para el
Desarrollo
Sostenible

➤ Perfil Estratégico Regional



El actual Perfil Estratégico Regional (PER) para **América Latina y el Caribe cubre el periodo 2022-2029** y su evaluación se realizará en 2030. Tanto esta versión como las anteriores nacen del interés del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL) por cooperar estrechamente en la preparación de un marco de programación regional sólido, que dé respuesta a las necesidades prioritarias de la región.

Su elaboración se basó en la evaluación de los resultados de los ciclos de proyectos incluidos en el PER 2016-2021, en la identificación de ajustes conceptuales y metodológicos necesarios para mejorar su proceso de elaboración, en las instituciones involucradas y su grado de participación en los proyectos, y en la comunicación de los resultados de los proyectos y sus beneficios para la región.

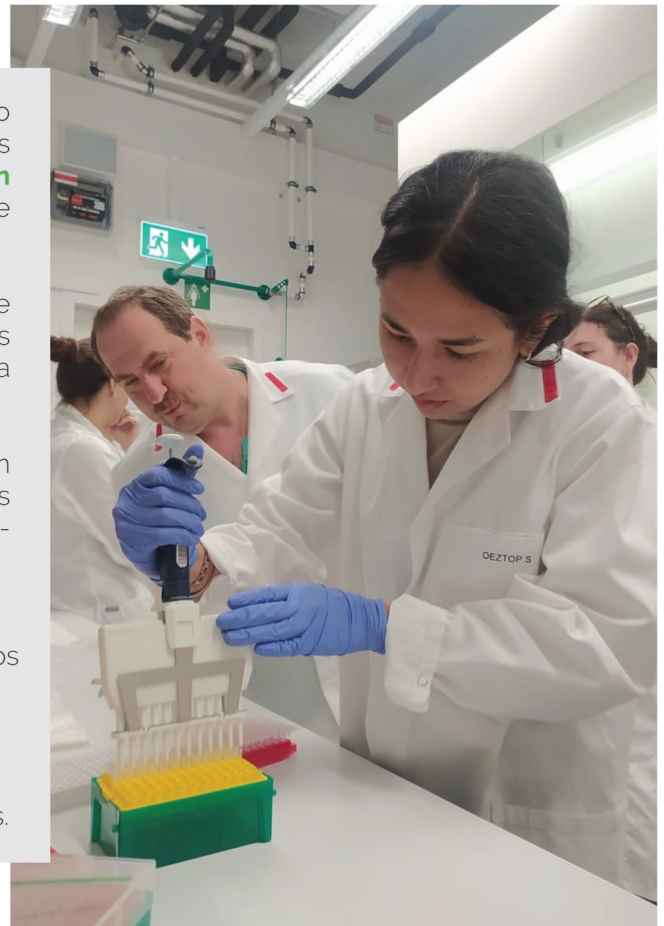
➤ Objetivo PER 2022-2029

Su objetivo es establecer un marco de cooperación estratégico para América Latina y el Caribe sobre la base de un análisis descriptivo de **los problemas o necesidades más apremiantes en el contexto regional**, que pueden ser afrontadas a partir del uso de tecnologías nucleares.

Dicho marco de cooperación es una referencia programática de primera magnitud para la preparación de propuestas de programas y proyectos de ARCAL y el OIEA, en lo que respecta a su Programa de Cooperación Técnica para la región.

Por ejemplo, en el último ciclo del PER, los países que participen en los proyectos regionales de planificación energética integrales sostenibles y realicen estudios de largo plazo en el ámbito nacional, subregional y regional, lograrán también:

- I. El aumento de la cooperación y la integración regional;
- II. Desarrollo de capacidades, habilidades y conocimientos técnicos de planificación energética;
- III. Implementación y/o revisión de políticas y planes energéticos nacionales;
- IV. Creación de estudios, guías y documentación; y
- V. Promoción de cambios institucionales y curriculares nacionales.



Alcance

El PER incluye los siguientes sectores prioritarios de aplicación de las técnicas nucleares:



Edición: Perú

Mario Mallaupoma Gutiérrez
Cristina Morita Saito
Gabi Alfaro Rodríguez
Lilian Rivera Romero
Carlos Linares Álvarez
Diana Vera Robles



ARCAL
*Cooperación
Regional
para el
Desarrollo
Sostenible*