



**ARCAL**

**ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA  
CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA NUCLEARES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

**INFORME ANUAL**

**País: PERÚ**

Susana Gonzales Villalobos  
Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)  
Coordinadora Nacional de ARCAL en Perú

Marzo 2022



## ARCAL

ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA  
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

### CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO
2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL
3. RESULTADOS
  - A) DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTO Y DEL ACUERDO
4. ANEXOS
  - Anexo 4.1 – Formato para el Informe Anual de las Actividades de ARCAL en el país
  - Anexo 4.2 – Tabla de indicadores financieros para valorar el aporte de los países



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Durante el año 2021, el Perú tuvo una activa participación en ARCAL, a pesar del contexto vinculado a la pandemia del COVID-19. Nuestro país participó en 14 proyectos regionales bajo el Acuerdo ARCAL, a través de instituciones públicas y universidades con experiencia en las áreas de aplicación de la tecnología nuclear. Se trabajó de forma estrecha con las contrapartes de los proyectos para apoyar y monitorear la implementación de las actividades a nivel nacional y se continuó promoviendo la transferencia de conocimientos y capacidades ya adquiridas a nuevas entidades, fortaleciendo los vínculos entre instituciones nacionales de forma que contribuyan de manera eficaz a las prioridades de desarrollo de nuestro país y de la región.

En general, la ejecución de los proyectos siguió viéndose afectada negativamente por la pandemia, sin embargo, en la medida de lo posible se ha utilizado la modalidad virtual para implementar algunas actividades como talleres, reuniones, cursos, misiones de experto y home based assignments (HBA). Además, se priorizó la compra de equipos e insumos, y se recibió importante asesoramiento de los oficiales técnicos y expertos del OIEA, permitiendo obtener resultados en el año 2021.

Asimismo, el Perú continuó participando en el primer proyecto regional sin financiamiento del OIEA “Establecimiento del Capítulo Regional Women in Nuclear (WiN) ARCAL”, participando en las diferentes actividades e iniciativas convocadas por la región con la finalidad de ayudar a cerrar la brecha de género en el sector nuclear.

En mayo de 2021, el Perú asumió la Presidencia del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL y se mantuvo como Coordinador para el Área Temática de Tecnología con Radiación, lo que demandó compromisos y esfuerzos importantes. Durante el año se trabajó en la culminación de los diseños y adhesiones a los proyectos ARCAL ciclo 2022-2023, se formuló la Guía de Implementación del Perfil Estratégico Regional para América Latina 2022-2029 - Agenda ARCAL 2030, y se elaboró la convocatoria para la presentación de propuestas de proyectos para el ciclo 2024-2025. Todas estas actividades fueron realizadas de forma virtual debido a la situación epidemiológica mundial. Especial atención mereció la promoción de actividades de comunicación, que incluyó la realización de un ciclo de webinarios por área temática, dirigidos a los Coordinadores Nacionales y contrapartes de proyectos, con la finalidad de informar sobre la marcha de los proyectos activos, así como intercambiar experiencias sobre la gestión en tiempos de COVID-19. En particular, el Perú estuvo a cargo de la organización del webinar del área de tecnologías con radiación. Además, se promovió la elaboración de boletines informativos, habiéndose emitido dos ediciones enfocadas en las áreas temáticas de seguridad alimentaria y salud humana.

**Número total de proyectos en los que el país participó: 14 proyectos**

**Instituciones contrapartes a nivel nacional:**

INSTITUCIONES	N° DE PROYECTOS
Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	6



Instituto del Mar del Perú (IMARPE)	1
Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)	2
Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas	1
Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins – EsSalud	1
Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	2
Instituto Geofísico del Perú (IGP)	1

Se estima que el aporte en especie del Perú al Programa ARCAL en el 2021 fue de € **60,850**.

A continuación, se resumen las principales actividades realizadas en el marco de los proyectos ARCAL en los que participó el Perú en el año 2021:

**RLA0069 Promoción de la gestión estratégica y la innovación en las instituciones nucleares nacionales mediante la cooperación y la creación de asociaciones — Fase II (ARCAL CLXXII)**

**Coordinadoras del Proyecto: Susana Petrick Casagrande y Susana Gonzales Villalobos. Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)**

El proyecto RLA0069 tiene como objetivo general aumentar la visibilidad y sustentabilidad de los servicios (identificados como casos de estudio) que brindan las instituciones nucleares nacionales de la región, mejorando la contribución al desarrollo socioeconómico de los países participantes a través de redes y alianzas estratégicas.

El trabajo en el Perú está orientado principalmente al fortalecimiento de las actividades del Instituto Peruano de Energía Nuclear – IPEN que, siendo la mayor instalación nuclear del país, concentra actividades de:

- Producción de Radiofármacos, en la Planta de Producción de Radioisótopos.
- Reactores nucleares de investigación, operación y mantenimiento del reactor nuclear RP-10.
- Irradiación gamma, aplicando la tecnología de irradiación para conservación de alimentos, mejora de cultivos y aplicaciones médicas.
- Servicios de calibración, en el que participa el Laboratorio Secundario de Calibraciones Dosimétricas.

Durante el año 2021, la implementación del proyecto continuó siendo afectada por la pandemia de COVID-19, sin embargo, a través de la modalidad virtual, dos profesionales jóvenes del IPEN pudieron capacitarse en cursos sobre planeamiento y gestión estratégicos. Así mismo, se participó en el Curso en línea sobre Análisis Financiero de Escenarios de Proyectos de Inversión con la Aplicación del Software COMFAR para Instituciones Nacionales Nucleares (NNIS), y en el taller de dos módulos sobre finanzas y divulgación y marketing, organizados bajo el proyecto en el mes de octubre de 2021.



**RLA1014 Fomento de las tecnologías de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales (ARCAL CLIX)**

**Coordinador del Proyecto: Jorge Condori Ccari. Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).**

Durante el 2021, el Perú ha iniciado la implementación del Centro Subregional de Referencia SENCICO (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción), para inspecciones de estructuras civiles.

Entre las principales actividades, se puede mencionar:

- a) Recepción por parte de SENCICO de dos lotes de equipos donados por el OIEA

Primer lote:

- 01 martillo de Schmidt, marca PROCEQ.
- 01 cámara térmica infrarroja, marca TESTO.
- 01 georradar para concreto, marca PROCEQ.

Recepcionados el 06 de abril de 2021.

Segundo lote:

- 01 detector de barras de refuerzo, marca NDT JAMES INSTRUMENTS.
- 01 kit electrodo, marca NDT JAMES INSTRUMENTS.
- 01 sistema de velocidad de pulso ultrasónico, marca NDT INSTRUMENTS.
- 01 kit de detección de carbonatación, marca NDT INSTRUMENTS.

Recepcionados el 13 de octubre de 2021.

- b) Realización de una charla virtual el 14 de abril de 2021 para la presentación de protocolos de Ensayos No Destructivos al equipo técnico del SENCICO. Participaron representantes de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), e IPEN.
- c) Capacitación de dos profesionales de Servicios Industriales de la Marina (SIMA) en Curso Regional Virtual sobre Partículas Magnéticas, realizado de forma virtual del 4 al 21 de octubre de 2021.
- d) Capacitación de 6 integrantes del equipo técnico del SENCICO, en un curso virtual a cargo de ABENDI, auspiciado por el OIEA. El curso fue realizado de forma virtual el 6 y 7 de diciembre de 2021 y abarcó conceptos básicos del método de inspección por termografía industrial y aplicaciones en diversos sectores.
- e) En el último bimestre del 2021, se realizaron gestiones ante el OIEA para la realización de una misión de experto para SENCICO a realizarse en Lima en el 2022.



El coordinador del proyecto participó conjuntamente con los coordinadores de los demás países participantes, en la reunión virtual organizada por el OIEA, el día 22 de abril de 2021. Los temas tratados en la reunión incluyeron:

- Cursos regionales de capacitación 2021.
- Visitas de expertos, revisión de solicitudes hechas por los países contraparte.
- Avances en la implementación de los Centros Subregionales de Referencia.
- Avances del protocolo de respuesta ante emergencias regionales.
- Estatus de solicitudes oficiales para el suministro de equipamiento complementario.
- Avances en la organización de webinars sobre implementación del sistema ISO 9712.
- Estatus de la solicitud de apoyo para el desarrollo de probetas virtuales para entrenamiento de END.
- Implicaciones del curso de capacitación en línea sobre líquidos penetrantes Nivel 3, efectuado en diciembre del 2020.
- Extensión a una quinta etapa del proyecto ARCAL RLA/1/014.
- Video promocional y difusión del proyecto.
- Cursos de END mediante plataformas e-learning.
- Webinar sobre sistema ISO 9712.
- Desarrollo de probetas virtuales para entrenamiento de END.

El coordinador participó también en una reunión virtual técnica el 2 de julio de 2021, organizada por el OIEA, con el fin de acordar el proceso para el establecimiento de un protocolo de respuesta a emergencias con estructuras civiles/NDTs entre los 4 centros sub-regionales. Participaron representantes de Chile, Argentina, Italia, y el OIEA. Por parte de Perú asistieron profesionales del IPEN y SENCICO.

El 9 de setiembre de 2021 el coordinador participó en una reunión virtual técnica para atender el requerimiento de SENCICO sobre aspectos relacionados con la capacitación, certificación, permisos con el manejo de los equipos y otros, para la implementación del Centro Subregional de Referencia. En la reunión participaron la PMO y el Oficial Técnico del proyecto, representantes de la Oficina Nacional de Enlace en Perú, y profesionales de SENCICO.

### **RLA1019 Fortalecimiento de las capacidades relacionadas con el uso de la de la tecnología nuclear y de la radiación para caracterizar, conservar y preservar el patrimonio cultural (ARCAL CLXVII)**

**Coordinadora del Proyecto: Paula Olivera De Lescano. Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).**

La administración, puesta en valor, conservación y restauración de los objetos del patrimonio cultural requieren conocimientos científicos, técnicos e históricos de contexto que permitan su comprensión y tratamiento para la definición de estrategias de intervención con fines de mantenimiento y preservación. Por lo que es absolutamente necesario contar con una base de datos que contenga información completa, referencias cruzadas detalladas e imágenes de cada bien; la composición química de los objetos del patrimonio cultural juega un papel importante en la creación de los perfiles y las técnicas analíticas nucleares son especialmente adecuadas.



Existen muchas referencias en todo el mundo para el uso de estas técnicas para diferentes objetos patrimoniales como cerámica, objetos hechos de obsidiana, metales, pinturas, esculturas y restos arqueológicos, entre otros.

Este proyecto está dirigido a apoyar los problemas que los arqueólogos, restauradores y curadores tienen para preservar el patrimonio cultural y resolver hipótesis sobre el pasado histórico de cada cultura. Resulta muy importante para el Perú participar en este proyecto considerando que el patrimonio arqueológico es una de las principales riquezas tangibles de nuestro país, donde la investigación de carácter arqueológico es una de las más importantes y activas a nivel nacional, y que las técnicas nucleares como el análisis por activación neutrónica, el análisis por fluorescencia de rayos X, espectroscopia Mossbauer, difracción de rayos X, microscopía electrónica y la irradiación con fotones gamma han demostrado ser particularmente eficaces para la caracterización química y estructural, y para la conservación, respectivamente, de los materiales arqueológicos que constituyen nuestro patrimonio cultural.

Durante el año 2021, la coordinadora del proyecto participó en las siguientes actividades:

- Reunión Virtual para discutir el Plan de Trabajo 2021, llevada a cabo el 02 de junio de 2021
- Webinar ARCAL- OIEA: Tecnologías con Radiaciones, organizado por el grupo directivo del OCTA y la Secretaría OIEA ARCAL, que se llevó a cabo el 08 de noviembre del 2021. Esta actividad tuvo la finalidad de actualizar sobre la marcha de los proyectos activos en el área temática de tecnología con radiaciones, así como intercambiar experiencias sobre la gestión (tanto de los proyectos como del programa) en tiempos de COVID-19. Este encuentro fue auspiciado por la Oficina Nacional de Enlace de Perú y dirigido a los Coordinadores Nacionales y Contrapartes de proyectos ARCAL.
- “Curso virtual regional de formación sobre conservación de objetos del patrimonio cultural y materiales de archivo utilizando radiaciones ionizantes”, llevado a cabo del 1 al 5 de noviembre de 2021, organizado por el OIEA y el Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP) de Brasil. Gracias a la invitación del director del curso, el Centro de Tecnologia das Radiações - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, fue posible la participación de la coordinadora nacional del proyecto y de los conservadores y restauradores del Archivo General de la Nación (AGN) por ser usuarios finales del Proyecto RLA1019.
- 1era Reunión de Coordinación Virtual del proyecto RLA1019, realizada los días 14 y 15 de diciembre 2021 en la que se presentó los avances del proyecto en el Perú.
- Se participó en un cuestionario de auditoría del OIEA sobre el programa de cooperación técnica.

Además, pese a las restricciones en las actividades propias de laboratorio y de trabajos de campo, durante el año 2021 se pudo llevar a cabo el programa de capacitación planificado gracias a la tecnología de comunicación virtual:

- “*Workshop on Advanced X-ray Techniques for Characterization of Valuable Samples and Objects*”, realizado del 06 al 10 de setiembre del 2021 en modo virtual. Participó la Ing. Cynthia Cáceres (IPEN).



- *"Regional Workshop on Radiation Technologies for Cultural Heritage Preservation"*, realizado entre el 22 y 26 de noviembre de 2021. Participó la Dra. Luisa Vetter Parodi (PUCP) - Punto Focal Usuario Final del Área de Caracterización de Materiales de Patrimonio Cultural y el Lic. Johnny Vargas (IPEN) - Punto Focal del Área de Tecnología de la Radiación.

**RLA5076 Fortalecimiento de los sistemas y programas de vigilancia de las instalaciones hidráulicas mediante técnicas nucleares para evaluar los efectos de la sedimentación como un riesgo ambiental y social (ARCAL CLV)**

**Coordinador del Proyecto: Sergio Morera Julca. Instituto Geofísico del Perú (IGP)**

El proyecto "Fortalecimiento de los Sistemas de Vigilancia y Programas de Monitoreo de Instalaciones Hidráulicas Aplicando Técnicas Nucleares para la Evaluación de los Impactos de la Sedimentación y sus Riesgos Ambientales y Sociales" se encuentra en su cuarto año de ejecución (enero 2018 a diciembre 2021).

En el Perú, el proyecto es liderado por el Instituto Geofísico del Perú ([www.igp.gob.pe](http://www.igp.gob.pe)), con el respaldo y colaboración del Instituto Peruano de Energía Nuclear ([www.ipen.gob.pe](http://www.ipen.gob.pe)), el Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE, [www.lsce.ipsl.fr](http://www.lsce.ipsl.fr)), la Universidad Nacional Agraria La Molina ([www.lamolina.edu.pe](http://www.lamolina.edu.pe)), la Universidad Nacional de Piura (UNP, [www.unp.edu.pe](http://www.unp.edu.pe)) y el Proyecto Especial Chira Piura (PECHP, [www.chirapiura.gob.pe](http://www.chirapiura.gob.pe)).

El esfuerzo conjunto de dichas instituciones logró investigar los procesos de erosión en la cuenca Catamayo-Chira y la sedimentación en el reservorio de Poechos; ambos altamente influenciados por los eventos climatológicos extremos cuasi periódicos de El Niño (EENE). El reservorio de Poechos fue el de mayor envergadura a nivel nacional en los 80s, con un millón de metros cúbicos de capacidad de almacenamiento, el cual se redujo en 59% en solo 42 años de operación. Dichas estadísticas toman mayor relevancia al identificar que bastó dos EENE (1982-83 y 1997-98) para perder más del 37% de la capacidad del reservorio de Poechos. Mediante la aplicación de fluorescencia de rayos-x en testigos de sedimentos extraídos del reservorio de Poechos y la teledetección, se logró identificar las principales fuentes de sedimentos, causantes de las elevadas tasas de la sedimentación del reservorio de Poechos. Adicional a ello, desde enero a diciembre del 2021, se realizaron las siguientes actividades: (i) análisis de 20 metros de testigos de sedimentos en los laboratorios de nuestros colaboradores: IPEN y LSCE en Francia, y (ii) implementación y mejoras en el modelo SWAT.

**RLA5077 Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVIII)**

**Coordinador del Proyecto: Eduardo Chávarri Velarde. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)**

Entre las principales actividades realizadas en el 2021 se puede mencionar:





- a) Entrenamiento de 2 profesionales en Curso Regional de Capacitación sobre Gestión de los Nutrientes y del Agua en los Cultivos, realizado de forma virtual del 18 al 28 de enero 2021. Participaron un profesional de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y uno de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG).
- b) Capacitación de 4 profesionales en Curso Regional Estimación de la Evaporación y sus Componentes. El evento se llevó a cabo del 3 al 5 de febrero de 2021 en modalidad virtual. Participó el coordinador del proyecto, dos profesionales de la UNALM y uno de la UNJBG.
- c) Tercera Reunión de Coordinación Virtual del Proyecto RLA5077. La reunión se realizó del 17 al 19 de marzo de 2021.
- d) Capacitación de 2 profesionales en Curso regional virtual sobre uso avanzado del modelo AquaCrop para mejorar la eficiencia del uso del agua y productividad del cultivo. El curso se llevó a cabo de forma virtual del 13 al 21 de septiembre del 2021. El programa de capacitación consistió en desarrollar las siguientes temáticas. 1) Introducción al modelo AquaCrop, 2) Conjunto de datos necesarios para la calibración y validación, 3) Proceso de calibración y validación. Cada sesión se complementó con sesiones prácticas, trabajo personal y discusión de resultados.

Un profesional de la UNALM participó junto al coordinador del proyecto en esta capacitación.

- e) Capacitación de 3 profesionales en Curso regional virtual de formación sobre teledetección para la estimación de la eficiencia en el uso del agua. El curso se llevó a cabo del 25 al 29 de octubre y del 03 al 05 de noviembre del 2021. El programa de capacitación consistió en desarrollar las siguientes temáticas. 1) Principios físicos de la evapotranspiración, 2) Energía disponible para la ET, 3) Transporte turbulento y las resistencias aerodinámicas, 4) Principios básicos en sistemas de información geográfica, 5) Uso de QGIS, 6) Principios básicos de teledetección, 7) Parámetros biofísicos de la vegetación, 8) Satélites de la NASA y la ESA, 9) Descarga y uso de imágenes gratuitas, 10) Modelos de ET de teledetección, 11) Productos satelitales de ET, 12) Productividad y eficiencia del uso del agua, 13) Cálculo de la productividad primaria bruta. Cabe mencionar que cada capítulo del curso, estuvo acompañado de clases prácticas.

Un profesional de la UNALM y uno de la UNJBG participaron junto al coordinador del proyecto en esta capacitación.

- f) Capacitación de 1 profesional en Curso Virtual Regional sobre Análisis Coste/Beneficio para la Selección de Prácticas Agrícolas que Mejoren la Eficiencia en el Uso del Agua y del Nitrógeno. El curso se realizó del 23 al 25 de noviembre de 2021 y participó un representante del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).



Por otro lado, durante el 2021, el coordinador nacional participó en actividades de divulgación, entre las cuales se puede mencionar:

- a) Exposición virtual por el Día Mundial del Agua, organizada por el IPEN el día 23 de marzo del 2021, con el tema 'Aplicaciones de Técnicas Isotópicas en la Hidrología'.
- b) Jornadas Virtuales organizadas por el IPEN 'Transferencia tecnológica nuclear en beneficio del país', en el Área de Agricultura y Alimentación. La ponencia presentada fue 'Uso de la hidrología isotópica para la gestión eficiente del agua en la agricultura', realizada el 25 de noviembre del 2021.

**RLA5078 Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el empleo de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII)**

**Coordinador del Proyecto: Sady García Bendezú. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)**

El proyecto ARCAL RLA5078 busca contribuir en la selección de genotipos con alta eficiencia de uso de fertilizante nitrogenado y de microorganismos con alta capacidad de fijación biológica del nitrógeno mediante el empleo del isótopo  $^{15}\text{N}$ .

Durante el año 2021, el contexto de la pandemia por coronavirus afectó la ejecución de actividades presenciales. Así, el curso regional avanzado de capacitación sobre procesamiento de datos e interpretación de resultados del análisis del isótopo estable  $^{15}\text{N}$ , planificado a realizarse en Bogotá, Colombia, durante el 2021 fue organizada por las contrapartes de México. Por acuerdo de los organizadores y a fin de facilitar la participación de un mayor número de asistentes, el curso fue dictado en dos grupos, correspondiendo al Perú, participar en el segundo grupo.

En noviembre del 2021, se realizó la postulación para participar en el segundo grupo del "Curso regional avanzado de capacitación sobre procesamiento de datos e interpretación de resultados del análisis del isótopo estable  $^{15}\text{N}$ ". Este curso fue organizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México, y fue programado para dictarse en forma virtual del 17 al 28 de enero de 2022. Postularon por el Perú, los profesores Fernando Chung Montoya y Sady García Bendezú, de la UNALM

El 25 de noviembre del 2021, el coordinador del proyecto participó en el "Ciclo de conferencias: Transferencia de tecnología nuclear en el Perú", organizado por el Instituto Peruano de Energía Nuclear, con la conferencia: "Prácticas de fertilización en los cultivos mediante el empleo de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas", en la cual se comunicó los objetivos y metodología de los ensayos, y los resultados esperados luego de completar los mismos.

Asimismo, durante el 2021 se realizó el procesamiento de muestras de granos y follaje en los dos experimentos de campo para la aplicación del isótopo  $^{15}\text{N}$ , instalados en el año 2019. Las muestras de granos de quinua y tarwi fueron molidas, preparadas y enviadas para el análisis de  $^{15}\text{N}$  en el Laboratorio de isótopos estables y espectrometría de masas de la Universidad de Florida. Se espera los resultados para febrero de 2022.

**RLA5079 Aplicación de técnicas radioanalíticas y complementarias para vigilar la presencia de contaminantes en acuicultura (ARCAL CLXXI)****Coordinadores del Proyecto: Jonathan Alfaro Jaucha – Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y Jorge Rojas– Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)**

Durante la primera reunión de coordinación del proyecto llevada a cabo en 2020 en México, se acordó la ejecución de cursos de capacitación con el fin de homogenizar conceptos y técnicas analíticas en el análisis de matrices de interés (agua, alimento balanceado y pescado). Asimismo, el OIEA se comprometió a donar estándares para la realización de prácticas analíticas en conjunto con la capacitación.

A finales de 2021, el Perú ha recibido los estándares solicitados al OIEA. Estos reactivos se encuentran en los almacenes del IPEN y se vienen realizando las gestiones administrativas para poder realizar la transferencia al IMARPE. Los estándares en cuestión son: Material de Referencia SRM1640 y Agilent Tuning Solution 125Ml.

**RLA5080 Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos (ARCAL CLXV)****Coordinadora del Proyecto: Roxana Ventocilla Reaño. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)**

El Perú, al igual que muchos países de América Latina y el Caribe, ha reconocido la imperiosa necesidad de controlar la producción de alimentos que garantice la seguridad de los mismos, por ello ha optado por fortalecer su infraestructura analítica y elevar sus capacidades que puedan permitir alimentos inocuos para consumo nacional y mayor acceso a los mercados internacionales.

Sobre la base de los logros de proyectos nacionales y regionales con el OIEA es que los laboratorios analíticos de la región incluyendo al Perú se encuentran en mejores condiciones de producir datos de alta calidad sobre contaminantes alimentarios.

Por su parte, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria-SENASA, entidad adscrita al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego desde el año 2011, viene estableciendo su Programa Anual de monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios, el cual busca mejorar la inocuidad en la cadena agroalimentaria y generar datos e información para la toma de decisiones.

El proyecto RLA5080 busca aprovechar los datos disponibles de los programas de monitoreo de la región de manera agregada y sistematizada para proporcionar a los tomadores de decisiones la evidencia para la formulación de buenas prácticas agrícolas y estándares de producción alimentaria, siendo el primer paso para obtener a largo plazo un mayor resultado: el establecimiento de un sistema de información regional, que incluye un sistema de alerta rápida.



En 2021, SENASA, como institución contraparte en el país, participó en eventos bajo la modalidad virtual que fueron implementados frente a la situación mundial de la pandemia del Covid-19.

Durante el presente año se participó en las siguientes actividades:

- 8vo Taller Latinoamericano de Residuos de Pesticidas (LAPRW), realizado del 18- 20 de mayo de 2021, con la asistencia de 4 participantes del SENASA.
- Reunión Regional sobre Armonización de los Planes de Monitorización de los Contaminantes Presentes en los Alimentos, realizada del 19 de julio al 31 de agosto de 2021, con la asistencia de 3 participantes del SENASA.
- Taller Regional Virtual sobre Métodos Analíticos para Residuos de Plaguicidas en los Alimentos, realizado del 29 de noviembre al 9 de diciembre de 2021.
- Reuniones del proyecto RLA5080 y discusión en plenaria: verificación de datos: roles, procesos, realizada el 14 de junio del 2021.

Como consecuencia se han alcanzado las siguientes metas:

- Establecimiento de una Red Latinoamericana para el registro de los datos en una base de datos de naturaleza regional de inocuidad alimentaria,
- Fortalecimiento del Comité de Intercambio de Datos de RALACA (RALACA-DSC) para la región de América Latina y el Caribe.
- Donación por parte del OIEA del Software de Análisis de Riesgos (en ejecución)

**RLA5081 Mejora de las capacidades regionales de análisis y los programas de vigilancia de residuos/contaminantes en los alimentos mediante técnicas nucleares/isotópicas y complementarias (ARCAL CLXX)**

**Coordinador del Proyecto: Orlando Lucas Aguirre. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)**

El objetivo específico del Proyecto RLA5081 es fortalecer las capacidades de monitoreo y análisis de residuos y contaminantes en alimentos en los países de América Latina mediante la capacitación de personal en laboratorios y asistencia técnica especializada en temas relevantes de diferentes países.

En el Perú, según lo establecido por Ley de Inocuidad de los Alimentos (Decreto Legislativo N° 1062), el Servicio Nacional de Sanidad Agraria-SENASA es la autoridad competente en la inocuidad de los alimentos de producción y procesamiento primario. En cumplimiento de esta función, el SENASA ejecuta el Plan anual de monitoreo de residuos y contaminantes en alimentos agropecuarios, que incluye la realización de análisis de residuos de plaguicidas, medicamentos veterinarios, micotoxinas y metales pesados en alimentos agropecuarios de origen animal y vegetal. El laboratorio del SENASA cuenta con la acreditación ISO 17025 para el alcance de los métodos incluidos en este programa de monitoreo. En este sentido, el proyecto RLA5081 viene contribuyendo en el fortalecimiento de la competencia técnica del personal del laboratorio del SENASA para realizar análisis para el control de la inocuidad alimentaria.



Durante el año 2021, como parte del proyecto RLA5081, el SENASA ha validado y ha obtenido la acreditación ISO 17025 del método de análisis de residuos de plaguicidas polares en frutos y vegetales por LC-MS/MS.

Como consecuencia de la pandemia, en 2021 se han realizado actividades de capacitación a través de la modalidad virtual. SENASA, como institución contraparte en el país, participó en las siguientes actividades:

- Taller Regional Virtual sobre Programas de Control de Residuos de Medicamentos Veterinarios en América del Sur, realizado del 22 de marzo al 15 de mayo 2021. Asistieron 4 participantes de SENASA.
- Taller Regional Virtual sobre Métodos Analíticos para Residuos de Plaguicidas en los Alimentos, realizado del 29 de noviembre al 9 de diciembre de 2021. Asistieron 2 participantes de SENASA.

### **RLA6082 Fortalecimiento de las capacidades regionales para prestar servicios de calidad en radioterapia (ARCAL CLXVIII)**

**Coordinador del Proyecto: Gustavo Sarria Bardales. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN)**

En 2021, la ejecución del proyecto siguió viéndose afectada negativamente por la pandemia, sin embargo, se han utilizado actividades virtuales para sustituir algunas de las actividades presenciales. Un importante logro para este proyecto ha sido la finalización de las “Guías de Formación Académica y Entrenamiento Clínico para Físicos Médicos en América Latina y el Caribe”.

El coordinador del proyecto participó en la reunión de coordinación intermedia, realizada de forma virtual del 22 al 24 de junio de 2021.

Asimismo, un equipo del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas del Centro (IREN Centro) compuesto por Carla Cabrera Moreno (Radioterapeuta), Catherine Olazo Arce (Tecnóloga Médica) y Jonathan Pacheco Colqui (Físico Médico), participaron en el Curso Regional Virtual sobre Gestión de la Calidad en un Centro de Radioterapia, realizado del 3 al 14 de mayo de 2021. El servicio de radioterapia del IREN Centro inició su funcionamiento en 2020 y atiende a una importante cantidad de pacientes oncológicos de la macro región centro del Perú. Sus integrantes son profesionales especialistas jóvenes, por lo que el fortalecimiento de sus capacidades es de gran importancia para el país.

### **RLA6083 Fortalecimiento de las capacidades en medicina nuclear, especialmente la imagenología híbrida, con fines de diagnóstico y tratamiento de enfermedades, entre otras, las patologías oncológicas, cardiológicas y neurológicas (ARCAL CLXIV)**

**Coordinadora del Proyecto: Arlene García Raimondi. Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM)- EsSalud**

El proyecto RLA6083 tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los pacientes mediante el diagnóstico temprano y el tratamiento de enfermedades oncológicas y no oncológicas en



nuestra región, para lo cual es necesario fortalecer los servicios ya existentes para imágenes híbridas de medicina nuclear con procedimientos adecuados, confiables y que permitan obtener información oportuna para el adecuado manejo de nuestros pacientes, así como nuevos procedimientos teranósticos.

Durante el año 2021, debido a la permanencia de la emergencia sanitaria causada por la COVID-19, se implementaron actividades bajo la modalidad virtual. Nuestro país participó en los siguientes cursos:

- Curso Virtual de Capacitación sobre Imágenes Híbridas y Teranósticas para Pacientes Pediátricos, realizado del 15 al 26 de febrero de 2021. Asistieron 1 participante del Hospital Nacional Carlos A. Seguin Escobedo, 3 participantes del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, 2 participantes del INEN, 1 participante de la empresa EE Medicina Nuclear.
- Curso Virtual de Capacitación sobre Imágenes Híbridas en Oncología, realizado del 29 de marzo al 11 de abril 2021. Asistieron 3 participantes del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, 3 participantes del INEN y 1 participante del Hospital Nacional Dos de Mayo.
- Curso Regional de Capacitación Virtual sobre Protocolos para la Adquisición y Procesamiento de Imágenes Híbridas para Tecnólogos de Medicina Nuclear, realizado del 3 al 17 de setiembre 2021. Asistieron 2 participantes del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, 1 participante del INEN, y 2 participantes del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.
- XXVIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociedades de Biología y Medicina Nuclear (ALASBIMN), realizado del 3 al 6 de setiembre de 2021. Asistieron 6 participantes del IPEN, 3 del INEN, 2 del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins y 1 del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.
- Curso de Preparación para el Examen de la Junta 2021 de la Sociedad Estadounidense de Cardiología Nuclear (ASNC), realizado el 18 y 19 de setiembre de 2021. Asistieron 1 participantes del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, 1 participante del INEN y 1 participante del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins.

**RLA6084 Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a nivel regional en las diferentes ramas de la radiofarmacia (ARCAL CLXIX)**

**Coordinador del Proyecto: Guilmer Agurto Chávez. Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)**

Durante el año 2021 el coordinador del proyecto ha participado en las siguientes reuniones en forma virtual:

**a) Reunión de Coordinadores de Proyecto (25 mayo 2021)**

Asunto: evaluar la continuidad de las actividades en forma virtual



Resultado de la reunión: Se planteó y aprobó la continuidad del proyecto con énfasis en temas a realizarse de manera virtual para el año 2021. Así mismo la OT comentó sobre la plataforma desarrollada en África de cursos e-learning, la misma que quedo para ser evaluada por todos los coordinadores.

**b) Reunión Petit Comité (02 julio 2021)**

Asunto: Elaborar las actividades para la continuidad del proyecto

Resultado de la reunión: 1) Tener reuniones periódicas virtualmente para discutir el avance de las tareas. 2) Programar para octubre 2021 una reunión técnica con los expertos Adriano Duati y Philippe Elsinga. 3) Avanzar con los programas de “training of trainers”.

**c) Reunión Petit Comité (30 julio 2021)**

Asunto: Planteamiento de tareas y asignación de responsabilidades

Resultado de la reunión: 1) Se bosquejaron los programas de capacitación, con un total de 05 módulos. 2) Se formaron grupos de trabajo para cada módulo. Perú y Cuba estuvieron a cargo del módulo de Radiofarmacia SPECT.

**d) Reunión Petit Comité (22, 29 octubre 2021)**

Asunto: Revisión de las tareas asignadas a los grupos de trabajo.

Resultado de la reunión: Se discutió el contenido de cada módulo. Con los aportes y correcciones cada grupo enviaría la versión final de cada módulo. Los programas elaborados fueron los siguientes:

- Programa (Modulo) N° 1 “Bases físicas y biológicas de la Radiofarmacia”
- Programa (Modulo) N° 2 “Radiofármacos SPECT”
- Programa (Modulo) N° 3 “Radiofármacos PET”
- Programa (Modulo) N° 4 “Radiofármacos Terapéuticos”
- Programa (Modulo) N° 5 “Aspecto Regulatorios de cumplimiento en GPM para Radiofarmacia”

Entre el 13 y 17 de diciembre de 2021 se realizó el Curso Regional Virtual de Capacitación de Capacitadores en Radiofarmacia (*train the trainers*). Por parte del Perú, participó el Q.F. Gumercindo Raúl Vila Porras (Ciclotrón Negreiros). El programa de capacitación brindó herramientas para la gestión de conocimiento en el campo de radiofarmacia. El participante nacional fortaleció sus capacidades y habilidades en técnicas del dictado de clases relacionadas con la radiofarmacia. El participante dictará una charla en coordinación con la contraparte nacional para compartir las enseñanzas recibidas a nivel local.

**RLA7023 Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV)**  
**Coordinadora del Proyecto: Patricia Bedregal Salas. Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).**

Con la finalidad de reducir el impacto de las actividades humanas en el deterioro de la calidad del aire, la salud humana y el cambio climático, 12 países de América Latina y El Caribe, bajo el liderazgo de Argentina, venimos desarrollando el proyecto RLA7023.



Para su ejecución a nivel nacional, el IPEN firmó un convenio específico de colaboración con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) a fin de compartir esfuerzos. En este contexto, el IPEN se hace cargo de los análisis químicos, y el SENAMHI de proveer la estación de monitoreo con sus equipos muestreadores. Los resultados obtenidos serán evaluados por ambas instituciones generándose información sobre el nivel de contaminación del área de estudio y la distribución de las fuentes.

En el año 2021, las actividades del proyecto se han centrado en los análisis químicos de las muestras, manteniéndose en todo momento la comunicación entre los actores vinculados al proyecto.

El monitoreo de la calidad del aire se realizó en el distrito de Carabayllo e inició en abril de 2019 a marzo de 2020, recolectándose 84 muestras de filtros cargadas con material particulado PM10 (en filtros de cuarzo) y 92 muestras de filtros con PM2.5 (en filtros de teflón). En el año 2021, se ha procedido con los análisis de determinación de la masa de material particulado; del contenido de carbono orgánico; carbón elemental; de los iones (cloruro, sulfato, nitrato, amonio) y elementos químicos (Na, K, Ca, Mg, Si, Fe, Al, Zn, Ti, Cu, V, Pb, Ni, Cr, Sb,) utilizando las técnicas analíticas de gravimetría, método termo óptico NIOSH, cromatografía iónica, espectrometría de masas acoplado inductivamente y análisis por activación neutrónica.

Los resultados obtenidos, permitirán evaluar las fuentes de contaminación, su distribución en la atmósfera y el impacto en la salud de la población. Finalmente, la comunicación de estos resultados a las autoridades competentes, permitirán mejorar las políticas de prevención, gestión y protección del ambiente y la salud de los pobladores.

## **2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL**

La Coordinadora Nacional del Perú participó en las siguientes reuniones y actividades virtuales:

- Taller de Revisión de Diseños de Proyectos Regionales del Programa de Cooperación Técnica para la Región de América Latina y El Caribe ciclo 2022-2023, realizado del 8 al 16 de febrero de 2021.
- Reunión de coordinación del Grupo Directivo del OCTA y la Secretaría, realizada el 6 de abril de 2021. Temas tratados: XXII Reunión OCTA (modalidad, fecha, propuesta de agenda), adhesiones ciclo 2022-2023, formulación de la guía de implementación del PER, implementación del plan de comunicación (webinars por áreas temáticas).
- Reunión de coordinación del Grupo Directivo del OCTA y la Secretaría, realizada el 16 de abril de 2021. Tema tratado: propuesta de Agenda de la XXII Reunión del OCTA.
- XXII Reunión Ordinaria del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL (OCTA), realizada el 19 y 20 de mayo de 2021.
- Reunión del Grupo Directivo del OCTA y Punto Focal de Comunicaciones de ARCAL, realizada el 28 mayo 2021.





- Reunión del Grupo Directivo del OCTA y el Coordinador Nacional de Brasil, realizada el 7 de junio 2021. Temas tratados: preparativos para el webinar ARCAL-OIEA área temática de energía; y guía de implementación del PER.
- Reunión del Grupo Directivo del OCTA y el Coordinador Nacional de Argentina, realizada el 9 de julio de 2021. Tema tratado: preparativos para el webinar ARCAL-OIEA área temática de ambiente.
- Primera Reunión sobre la Formulación de la Guía de Implementación del PER 2022-2029, realizada el 15 de julio 2021.
- Reunión de los Grupos de Trabajo para la Formulación de la Guía de Implementación del Perfil Estratégico Regional (PER) Agenda ARCAL 2022-2029, realizada del 3 al 12 de agosto de 2021.
- Reunión de coordinación interna previa ARCAL-OIEA sobre firma de MoU con el BCIE, realizada el 13 de setiembre 2021.
- XXII Reunión Ordinaria del ORA-ARCAL, realizada el 21 de setiembre 2021.
- Reunión ARCAL-BCIE, realizada el 1 octubre 2021.
- 2ª Reunión de los Grupos de Trabajo para Elaboración de la Guía de Implementación del Perfil Estratégico Regional para América Latina 2022-2029, realizada del 19 al 21 de octubre de 2021.
- Webinars ARCAL-OIEA por áreas temáticas: Energía, 30 de junio 2021; Ambiente, 30 de julio 2021; Alimentación y Agricultura, 10 de setiembre 2021; Tecnologías con Radiaciones, 8 de noviembre 2021. Este último fue organizado por el Perú.
- Reunión ARCAL sobre consolidación para la elaboración de la Guía de Implementación del Perfil Estratégico Regional para América Latina 2022-2029, realizada el 10 de noviembre 2021.
- Reunión del Grupo Directivo del OCTA, CATs y Secretaría para elaboración de la convocatoria 2024-2025, realizada del 23 al 25 noviembre 2021.
- Reunión con Coordinadores Nacionales sobre convocatoria ARCAL 2024-2025, realizada el 6 de diciembre 2021.
- Reunión de comunicadores de ARCAL, realizada el 14 de diciembre 2021.
- Interacción constante y atención de consultas de Coordinadores Nacionales de ARCAL.
- Conjuntamente con la Representante Nacional de Comunicación de ARCAL por Perú: administración de la cuenta Twitter de ARCAL (@ARCALorg).
- Seguimiento de planes de trabajo de los proyectos ARCAL a través de reuniones e interacción constante con las contrapartes en el país.

### 3. RESULTADOS

#### **DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO Y DEL ACUERDO.**

**RLA0069 Promoción de la gestión estratégica y la innovación en las instituciones nucleares nacionales mediante la cooperación y la creación de asociaciones — Fase II (ARCAL CLXXII)**



Se realizaron consultas aplicando cuestionarios a cada grupo temático, con la finalidad de hacer el mapeo de los servicios que prestan las INN en la región, identificando las instalaciones, facilidades y experticia. El objetivo es fortalecer las INN y establecer vínculos de cooperación entre los diferentes países de la región.

Con la información obtenida se espera elaborar un mapa digital dinámico de la situación de desarrollo en cada país miembro.

Se encuentra en proceso la elaboración de las guías de autoevaluación del estado avance y desempeño de los productos y servicios en cada país participante.

Se ha identificado la necesidad de contar con los recursos humanos suficientes, en distintos niveles de planificación y gerencia, para poder dar sostenibilidad a las instalaciones actuales y nuevas en los países. Por ello se han llevado a cabo cursos y talleres sobre planeamiento y gestión estratégicos para líderes, con énfasis en los jóvenes profesionales que se incorporan a las INN, en relevo del personal saliente.

#### Impacto de las actividades de proyecto en el país

A través de la resolución de los cuestionarios, el proyecto permitió ordenar la información referida a los productos y servicios ofrecidos por el IPEN, definiendo además a los usuarios finales actuales y potenciales.

Asimismo, se ha logrado identificar y fortalecer las capacidades de profesionales jóvenes en planeamiento y gestión estratégicos, lo que sin duda repercutirá positivamente en el relevo del personal próximo a jubilarse y en la sostenibilidad de las instalaciones.

#### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Los mecanismos virtuales para reuniones y capacitaciones han permitido dar continuidad a muchas actividades en las que pueden participar un mayor número mayor de personas. Sin embargo, la modalidad virtual también ha limitado los avances y el logro de resultados.

### **RLA1014 Fomento de las tecnologías de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales (ARCAL CLIX)**

#### Impacto de las actividades de proyecto en el país

El proyecto apunta a promover en el país, la aplicación de las técnicas de END para responder en casos de emergencias en estructuras civiles originadas por desastres naturales.

Dentro del marco del proyecto, el Perú viene implementado el Centro Subregional de Referencia en el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), con el fin de que realice servicios y capacitaciones para la región y responder a emergencias en estructuras civiles en América Latina y el Caribe.



En ese sentido, durante el año 2021 SENCICO ha recibido, como donación del OIEA, los siguientes equipos: un martillo de Schmidt, una cámara térmica infrarroja, un georradar para concreto, un detector de barras de refuerzo, un kit electrodo, un sistema de velocidad de pulso ultrasónico y un kit de detección de carbonatación.

Así mismo, se ha capacitado a seis profesionales de SENCICO, en un curso virtual a cargo de ABENDI y auspiciado por el OIEA, referido a las nociones básicas del método de termografía.

#### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

La pandemia mundial del COVID-19 ha afectado la ejecución del proyecto. Por este motivo, es que las misiones de expertos y cursos de entrenamiento programados, han sido cancelados y en otros casos reprogramados.

### **RLA1019 Fortalecimiento de las capacidades relacionadas con el uso de la tecnología nuclear y de la radiación para caracterizar, conservar y preservar el patrimonio cultural (ARCAL CLXVII)**

#### Impacto de las actividades de proyecto en el país

Debemos destacar que pese a las restricciones en las actividades propias de laboratorio y de trabajos de campo, durante el año 2021, gracias a la tecnología de comunicación virtual, se aprovechó para llevar a cabo el programa de capacitación planificado y se ha podido capacitar en:

- Área de caracterización de materiales, 1 persona
- Área de tecnología de irradiación para conservación de patrimonio cultural, 6 personas
- Capacitación local a personal de Archivo General de la Nación (AGN): 4 personas
- Además, se ha logrado coordinar la adquisición de materiales de referencia para las diferentes técnicas analíticas que se utilizarán en el proyecto.

#### **Personas capacitadas en eventos virtuales llevados a cabo en el marco del proyecto:**

Número de personas capacitadas, especificando en temas específicos:

**Taller de capacitación sobre técnicas avanzadas de rayos X para la caracterización de diversas muestras y objetos (EVT1905398)**, evento virtual, del 6 al 10 de septiembre de 2021

- Ing. Cynthia Cáceres Rivero – Instituto Peruano de Energía Nuclear IPEN

**"Curso virtual regional de formación sobre conservación de objetos del patrimonio cultural y materiales de archivo utilizando radiaciones ionizantes"**, llevado a cabo en la modalidad virtual del 01 al 05 de noviembre del 2021 organizado por el OIEA y el Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP) de Brasil

- Lic. Mónica Vivanco del grupo especialistas en tecnología de la radiación
- MSc. Nicolás Díaz Director de Conservación del Archivo General de la Nación
- Lic. Rosa Martínez del Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú
- Ing.. Paula Olivera de Lescano, Contraparte del proyecto (IPEN)

**"Taller Regional de Tecnologías Radiológicas para la Conservación del Patrimonio Cultural"** (22-26 de noviembre de 2021) evento OIEA-TN-RLA1019-2003060

- Dra. Luisa Vetter Parodi - Punto Focal Usuario Final del Área de Caracterización de materiales de Patrimonio Cultural
- Lic. Johnny Vargas - Punto Focal del Área de Tecnología de la Radiación

**WEBINAR ARCAL- OIEA : Tecnología con Radiaciones**, llevado a cabo el 8 noviembre 2021

- Paula Olivera de Lescano

**Personas capacitadas localmente (eventos virtuales del proyecto):**

Los conservadores de la Dirección de Conservación del Archivo General de la Nación han recibido charlas acerca de la Tecnología de Irradiación Gamma con fines de conservación del patrimonio cultural.

Por otro lado, se participó en las pruebas de aptitud:

**Proficiency Test: PTNATIAEA/19****Sample: clay sample**

Sample preparation: PELLETBIND-THICK/Pelletizing with binder (e.g. cellulose, boric acid, hwx) a saturated thickness pellet

Measurement technique: EDXRFTUBE-FILTERS/EDXRF, X-ray tube and filter

Quantification algorithm: OTHER/Other quantification algorithm

Soft. for spectrum evaluation: COMMERCIAL/Provided by instrument manufacturer

Analyte	Unit	Result	Uncert	Peak Area	STD Net Peak A.	BKGD.	Det. Limit
K	percent	2.596	0.125	2957.500	126.318	1936.167	0.009000
Ti	percent	0.245	0.014	1998.667	124.111	1068.833	0.012000
Ca	percent	11.368	0.100	36472.000	333.796	1984.500	0.013000
Fe	percent	2.163	0.032	100620.333	1542.241	2029.333	0.006000
Ga	mg/kg	10.451	2.019	349.750	30.401	434.500	2.251000
Y	mg/kg	17.492	1.144	3235.833	227.217	2751.833	1.020000
Zn	mg/kg	59.428	5.335	607.500	94.460	587.167	5.846000
Zr	mg/kg	152.250	5.780	21263.333	876.465	7251.500	2.271000
Mn	mg/kg	300.443	24.245	797.667	72.682	677.833	42.840000
Pb	mg/kg	21.577	2.630	353.250	35.612	599.750	5.454000
Rb	mg/kg	96.024	1.536	8855.167	140.778	1622.500	1.126000
Sr	mg/kg	360.018	4.649	36946.667	467.121	4934.000	1.363000

**Sample: plant sample**

Sample preparation: PELLETBIND-INT/Pelletizing with binder (e.g. cellulose, boric acid, hwx) an intermediate thickness pellet



Measurement technique: EDXRFTUBE-FILTERS/EDXRF, X-ray tube and filter  
Quantification algorithm: OTHER/Other quantification algorithm  
Soft. for spectrum evaluation: COMMERCIAL/Provided by instrument manufacturer

Analyte	Unit	Result	Uncert	Peak Area	STD Net Peak A.	BKGD.	Det. Limit
K	percent	1.159	0.036	3853.750	100.144	1423.000	0.056000
Ca	percent	2.295	0.179	12053.667	841.655	1152.667	0.011000
Fe	mg/kg	125.208	3.446	2441.250	51.970	391.000	2.620000
Br	mg/kg	1.036	0.027	220.000	7.211	229.500	0.273000
Mn	mg/kg	125.054	5.419	1105.000	46.755	338.250	7.803000
Rb	mg/kg	10.887	1.127	2012.000	152.278	819.500	0.362000
Sr	mg/kg	43.088	2.727	6821.750	401.092	1576.000	0.511000

Además, durante el año 2021 se gestionó ante el OIEA la adquisición de consumibles por un monto de 6,226.30 euros (en proceso).

#### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

El trabajo de laboratorio ha sido mínimo debido a la emergencia sanitaria global provocada por la pandemia de COVID-19. La asistencia mínima del personal y la imposibilidad de asistencia de personas mayores de 65 años, por ser considerados vulnerables, han limitado las actividades del proyecto. Solo se han atendido las muestras de las pruebas de aptitud. No se ha dado inicio a los trabajos experimentales de caracterización de materiales ni a las pruebas de irradiación de materiales con fines de conservación.

#### **RIA5076 Fortalecimiento de los sistemas y programas de vigilancia de las instalaciones hidráulicas mediante técnicas nucleares para evaluar los efectos de la sedimentación como un riesgo ambiental y social (ARCAL CLV)**

#### Impacto de las actividades de proyecto en el país

- Formación científica-profesional de: (i) un Magister Scientiae especialista en el uso de la fluorescencia de rayos-x para identificar fuentes de sedimentos, (ii) un Magister Scientiae en la implementación de modelos hidro-sedimentológico y (iii) un ingeniero especialista en sedimentación en embalses. Adicional a ello, todo nuestro equipo de investigación e instituciones colaboradoras se vieron fortalecidos debido al trabajo colaborativo y las capacitaciones brindadas. Actualmente, se cuenta con un grupo de investigación científica conformado por el Instituto Geofísico del Perú, el Instituto Peruano de Energía Nuclear, el Laboratoire des sciences du climat et de l'Environnement, la Universidad Nacional Agraria La Molina, la Universidad Nacional de Piura y el Proyecto Especial Chira Piura.
- Red de monitoreo ante el fenómeno El Niño (EENE): se instalaron dos estaciones de monitoreo meteorológico y una estación hidrológica en la quebrada Venados, principal contribuyente de sedimentos durante los eventos extremos el Niño. Hasta antes del inicio de la pandemia varias instituciones públicas trabajaron de manera conjunta para



la construcción, compra e instalación de los sensores. A la fecha, se ha reducido el monitoreo solo a los años húmedos o con presencia de EENE.

- Producción académica-científica: se cuenta con la redacción de (i) 01 tesis pregrado sustentada, (ii) 02 tesis de maestría, una concluida por sustentar y la segunda en redacción, (ii), 02 artículos científicos, uno a ser sometido en un mes y el segundo con avances al 50%.

#### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

La presencia de la pandemia en el periodo 2020-2021, ha limitado sustancialmente las actividades como: comisiones al área de estudio, transporte y extracción de los testigos de sedimento, limitado acceso al laboratorio, larga espera para enviar muestras al exterior.

#### **RLA5077 Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVIII)**

El proyecto ARCAL RLA5077 tuvo una duración de 03 años (2018 – 2021) y participaron 15 países.

Como antecedentes del proyecto se pueden mencionar dos principales:

- Los eventos climáticos extremos causados por el cambio climático, generan incertidumbre en la producción agrícola
- En América Latina y el Caribe, el sector agrícola usa el 68% del agua fresca, pero con una eficiencia menor al 40%.

El proyecto desarrollado en el Perú, tuvo como título ‘Uso de 18O y 2H para evaluar la eficiencia en el uso del agua y energía en el cultivo de zapallito italiano, experimentando diferentes láminas de riego’. Se realizó en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El principal resultado fue una tesis que demostró la capacidad de modelar el rendimiento del cultivo de zapallito italiano y la productividad del agua ligada exclusivamente a la transpiración del cultivo y no a la evapotranspiración del mismo.

Además, las actividades del proyecto RLA5077 se han beneficiado con el aporte de un proyecto de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (Tacna): ‘Integración de métodos hidrodinámicos, hidroquímicos e isotópicos para precisar el funcionamiento y manejo sostenible del acuífero La Yarada, Tacna, Perú’.

Los objetivos del proyecto fueron:

- Determinar las características geomorfológicas, geológicas, ecológicas, climáticas e hidrológicas de la cuenca Caplina.
- Caracterizar el sistema acuífero la Yarada, considerando las fuentes de origen, zonas de recarga, flujo, mezclas de agua de diferentes orígenes, almacenamiento y descargas, mediante la integración de técnicas hidrodinámicas, hidroquímicas y de hidrología isotópica.



- Evaluar las alteraciones al sistema acuífero de La Yarada por las actividades antrópicas, considerando la configuración piezométrica, fuentes y los procesos que controlan la contaminación, con especial enfoque en los nitratos.
- Proponer un manejo más sostenible del agua subterránea del acuífero La Yarada.

El proyecto culminó con un estudio a detalle que responde a los objetivos programados. Asimismo, se publicó un artículo científico en la revista Water MDPI *'Hydrodynamics, hydrochemistry and stable isotope geochemistry to assess temporal behavior of seawater intrusion in the La Yarada aquifer in the vicinity of Atacama desert, Tacna, Peru'*.

#### Impacto de las actividades de proyecto en el país

Los aportes del proyecto están directamente relacionados con el fortalecimiento de dos líneas de investigación que tiene el Departamento de Recursos Hídricos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). El primero en Ingeniería de Riego y el segundo en Hidrología Isotópica. Ello permite que los alumnos tengan la posibilidad de realizar tesis de investigación a nivel de pregrado y posgrado.

Por otro lado, se han incorporado ítems relacionados con el uso del programa AQUACROP y la TELEDETECCIÓN, en algunos cursos de la Maestría en Recursos Hídricos de la UNALM.

#### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Descartando las limitaciones para utilizar los laboratorios de la UNALM, durante el 2021 por el tema del COVID-19, no se tuvieron dificultades durante la marcha del proyecto.

### **RLA5078 Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el empleo de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII)**

Durante el año 2021, se culminó la trilla y el análisis de nitrógeno en follaje y granos del primer experimento, correspondiente a la evaluación de la eficiencia de uso del nitrógeno en dos genotipos avanzados de quinua.

En el segundo ensayo, correspondiente a la evaluación de la capacidad fijadora de N atmosférico de dos cepas de bacterias asociadas al cultivo de tarwi (lupino), instalado en el distrito de Marcará (Carhuáz, Áncash), se completó el análisis de nitrógeno en granos y follaje.

Las muestras de granos de quinua y tarwi fueron molidas y preparadas, fueron enviadas para el análisis de  $^{15}\text{N}$  en el Laboratorio de isótopos estables y espectrometría de masas de la Universidad de Florida. Debido a las limitaciones de acceso a la UNALM, las muestras fueron enviadas en diciembre de 2021. Se espera los resultados para febrero de 2022.

#### Impacto de las actividades de proyecto en el país

En el 2021 se realizó el procesamiento de muestras de granos y follaje en los dos experimentos de campo para la aplicación del isótopo  $\text{N}^{15}$ , instalados en el año 2019. Estos ensayos son:



- Evaluación de la eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado en dos líneas mutantes avanzadas de quinua, en colaboración con el programa de cereales y granos nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Evaluación de la capacidad fijadora de nitrógeno atmosférico de dos cepas de bacterias asociadas al cultivo de tarwi (lupino), en colaboración con el laboratorio de ecología microbiana “Marino Tabusso” y el programa de leguminosas de grano y oleaginosas de la UNALM.

Con el primer ensayo se espera aportar a la planificación de una fertilización optimizada en las líneas mutantes de quinua desarrolladas por el programa de cereales, a fin de garantizar su mejor rendimiento en condiciones de costa central. El segundo ensayo busca aportar en la identificación y selección de bacterias fijadoras de nitrógeno en simbiosis con el tarwi, un cultivo andino cultivado por agricultores con acceso limitado a recursos técnicos y económicos. La contribución de las bacterias a la FBN puede suponer una mayor sostenibilidad del cultivo.

Los resultados de ambos ensayos se completarán con el análisis de  $^{15}\text{N}$  a efectuarse en el laboratorio de isótopos estables de la Universidad de Florida (EUA), pero algunos avances preliminares fueron compartidos en la conferencia dictada en noviembre del 2021, dentro de un ciclo de conferencias organizado por el Instituto Peruano de Energía Nuclear.

#### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

La mayor dificultad presentada durante el año 2021, ha sido la restricción de movilidad local y nacional impuesta durante el aislamiento social obligatorio. Esta limitación fue superada gradualmente a mediados del 2021, permitiendo retomar el trabajo de las muestras.

Las restricciones de movilidad aérea internacional presentadas durante el 2020 también se corrigieron durante el 2021, permitiendo el envío de las muestras a Florida.

El laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF-UNALM) cumplió con su compromiso de efectuar los análisis químicos de nutrientes totales, avanzando con el análisis de nitrógeno en el 2021.

#### **RLA5079 Aplicación de técnicas radioanalíticas y complementarias para vigilar la presencia de contaminantes en acuicultura (ARCAL CLXXI)**

Se recibió por parte del OIEA la donación de un primer grupo de estándares, según el siguiente detalle:

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
Material de referencia VSMOW2	03
Material de referencia SLAP2	03
Material de referencia GRESP	03





Posteriormente, a finales del 2021, se recibió por parte del OIEA el segundo grupo de estándares. Debido a la situación de confinamiento y pandemia se retrasó su despacho y retiro de aduanas. Los reactivos recibidos por el Instituto Peruano de Energía Nuclear – IPEN, son los que figuran en la siguiente tabla:

Descripción
Material de referencia USGS47
Material de referencia USGS50
Material de referencia SRM1640
AGILENT TUNING SOLUTION 125mL



Material de referencia VSMOW2, SLAP 2, GRESP.

La contraparte del IPEN viene realizando los trámites necesarios para la entrega de los estándares que corresponden al IMARPE.

Asimismo, durante el 2021 se efectuaron las siguientes actividades:

- Acuerdo de reuniones con el personal designado de las instituciones participantes: Instituto del Mar del Perú (IMARPE) - Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) para realizar el convenio interinstitucional y entrega de estándares solicitados.
- Se viene coordinando un plan de trabajo en la toma de muestras para análisis isotópico incorporado a los proyectos de evaluación del estado, presión y respuesta ambiental (determinación de metales pesados, hidrocarburos, sulfuros de hidrogeno, aceites y grasas, etc.) realizados por IMARPE (Instituto del Mar del Perú).
- Posibles salidas a campo para toma de muestras en la zona de Ventanilla, Chancay y Ancón (actividades sujetas a aprobación de presupuesto IMARPE- 2022).

#### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

El avance del proyecto depende del presupuesto que otorgue el Ministerio de la Producción a IMARPE.



## **RLA5080 Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos (ARCAL CLXV)**

Entre los principales resultados del proyecto se puede mencionar:

- a) Establecimiento de una Red de Cooperación científica a través de la gestión y el intercambio de datos a nivel regional.
- b) Elaboración del marco de referencia para la gestión y el intercambio de datos en la región de América Latina y el Caribe.
- c) Intercambio de conocimiento y experiencias técnicas entre los profesionales participantes del Proyecto RLA5080, en los temas sobre análisis de pesticidas en alimentos y sobre evaluación de riesgos.
- d) En el marco del proyecto se le ha dado gran relevancia al cumplimiento de la estrategia de comunicación, por ello se destaca las reuniones virtuales realizadas y también la elaboración de la hoja informativa del proyecto RLA5080, elaborada en colaboración con ARCAL y RALACA y aprobada por el OIEA con el fin de difundir los objetivos del proyecto en el área de inocuidad alimentaria entre las partes interesadas.
- e) A nivel país se realizó la difusión de la hoja informativa a las partes interesadas del SENASA, siendo el personal clave un primer contacto para tomar conocimiento del proyecto, sus objetivos, alcances y buscar con esto posibles aliados y colaboradores.

### Impacto de las actividades de proyecto en el país

Todas las actividades desarrolladas en el marco del proyecto permitieron el intercambio de información y experiencias entre los países participantes y contribuyeron a la identificación de problemas comunes.

El proyecto, que inició en enero del 2020 y por ende se encontró en el segundo año de ejecución, resultó de gran impacto y relevancia para el país en materia de seguridad alimentaria. No obstante, las expectativas siguen siendo altas, el de mejorar la inocuidad de los alimentos mediante políticas basadas en la cooperación entre laboratorios de referencia de la región y metodologías armonizadas de monitoreo, facilitando de esta manera la generación de una red de datos como parte de la infraestructura en seguridad alimentaria.

### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

La principal dificultad presentada para la correcta ejecución del proyecto se debió a la situación de pandemia que originó que las reuniones y capacitaciones se realicen de manera virtual, lo cual limitó en cierta medida la participación activa y el intercambio de información.

## **RLA5081 Mejora de las capacidades regionales de análisis y los programas de vigilancia de residuos/contaminantes en los alimentos mediante técnicas nucleares/isotópicas y complementarias (ARCAL CLXX)**

Durante el año 2021, como parte del proyecto RLA5081, el SENASA ha validado y ha obtenido la acreditación ISO 17025 del método de análisis de residuos de plaguicidas polares (Glifosato,



Ethephon y Glufosinato amonio) en frutos y vegetales por LC-MS/MS. Asimismo, este método se ha aplicado para el análisis de las muestras del plan de monitoreo de la inocuidad agroalimentaria 2021 que realiza el SENASA.

#### Impacto de las actividades de proyecto en el país:

El proyecto ha permitido mejorar la competencia técnica del personal del laboratorio oficial del SENASA en análisis de residuos y contaminantes químicos para el control de la inocuidad agroalimentaria, incluyendo residuos de plaguicidas y medicamentos veterinarios, ayudando a mejorar el estatus sanitario de los alimentos de consumo local y reforzando la competitividad del sector agroexportador en el comercio internacional de alimentos.

#### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto:

La pandemia Covid-19 ha originado diversos problemas en las actividades del laboratorio, tales como:

- Demora en el suministro de insumos y materiales de laboratorio, principalmente aquellos que son de importación. Otro problema que aún persiste, es el suministro de gases, tales como helio, hidrógeno y Argón, debido a las disposiciones del gobierno para que los fabricantes de gases prioricen la atención de suministro de Oxígeno medicinal.
- Limitada asistencia de personal del laboratorio por encontrarse enfermo con la Covid-19 o para cumplir el aforo establecido por bioseguridad para disminuir el riesgo de posible contagio por Covid19.

Al respecto, es importante el apoyo del OIEA a través de cursos y charlas online, y mediante el intercambio de información entre los miembros de los proyectos ARCAL y expertos internacionales, quienes brindan información sobre metodologías y sistemas de calidad de laboratorio que nos ayudan a fortalecer nuestras operaciones de control oficial de la inocuidad alimentaria.

#### **RLA6082 Fortalecimiento de las capacidades regionales para prestar servicios de calidad en radioterapia (ARCAL CLXVIII)**

El proyecto se ha visto afectado negativamente por la pandemia, sin embargo, en la medida de lo posible, se han realizado actividades virtuales para sustituir algunas de las actividades presenciales.

Se capacitó a un equipo joven del servicio de radioterapia del IREN Centro, compuesto por una radioterapeuta, una tecnóloga médica y un físico médico en el curso regional de gestión de la calidad en un centro de radioterapia. Esta capacitación permitió reforzar las herramientas para la optimización del servicio de radioterapia del IREN Centro, lo que beneficiará a los pacientes oncológicos de la macro región centro del Perú.



Además, la reunión de coordinación intermedia del proyecto pudo celebrarse también en línea, lo que fue crucial para actualizar el plan de trabajo y adaptarlo a la situación más reciente.

Un hito importante del proyecto ha sido la elaboración conjunta de las “Guías de Formación Académica y Entrenamiento Clínico para Físicos Médicos en América Latina”. Se espera que las guías se distribuyan entre las contrapartes y colaboradores del proyecto a principios de 2022.

Además, el Máster en Radioterapia Avanzada en Chile, que tuvo que ser pospuesto debido a la pandemia, va a ser implementado entre abril de 2022 y marzo de 2023. El Perú participará con un profesional del INEN.

### **RLA6083 Fortalecimiento de las capacidades en medicina nuclear, especialmente la imagenología híbrida, con fines de diagnóstico y tratamiento de enfermedades, entre otras, las patologías oncológicas, cardiológicas y neurológicas (ARCAL CLXIV)**

Pese a la pandemia de COVID-19, durante el año 2021, se pudieron realizar actividades de capacitación bajo la modalidad virtual, en las cuales participaron profesionales de diversas instituciones nacionales como el Hospital Nacional de Enfermedades Neoplásicas, el Hospital Nacional Carlos A. Seguin Escobedo, el Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, el Hospital Nacional Dos de Mayo, el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins y el IPEN, entre otros.

La modalidad virtual ha permitido incrementar el número de participantes por país en eventos de capacitación. Ello permite que un mayor número de profesionales se beneficien de estos entrenamientos para mejora de cada uno de sus establecimientos, lo que repercutirá en el fortalecimiento de la medicina nuclear a nivel país.

#### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto:

Las dificultades y problemas presentados durante el 2021 debido a la pandemia por el SARS-COV2 (COVID 19), afectó la ejecución del proyecto. Sin embargo, se pudo reestructurar actividades y avanzar con el proyecto.

### **RLA6084 Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a nivel regional en las diferentes ramas de la radiofarmacia (ARCAL CLXIX)**

El desarrollo de las actividades planificadas del proyecto ha continuado siendo afectadas por la pandemia de la Covid-19. No se ha realizado ninguna de las reuniones presenciales programadas debido a las restricciones sanitarias en los diferentes países.

Sin embargo, los coordinadores nacionales, liderados por el Oficial Técnico, la PMO y DTM, han sostenido en 2021 varias reuniones virtuales que han permitido que el proyecto tenga continuidad en tiempos de pandemia. Una continuidad distante de lo planificado, pero que ha servido para mantener los objetivos del proyecto.



Dentro de los logros obtenidos se menciona los siguientes:

- a) La elaboración de los cinco (05) módulos para el programa de capacitación en radiofarmacia.
- b) El asesoramiento por parte de dos expertos en implementación de cursos regionales.
- c) La participación de Perú en la Capacitación virtual de Entrenador de Entrenadores.

Se ha mantenido el contacto con los profesores de la Universidad Mayor de San Marcos para realizar en 2022 las gestiones a fin de que acepten ser el centro que valide los programas de entrenamiento nacional en radiofarmacia.

#### Impacto de las actividades de proyecto en el país

Las actividades del proyecto tienen como finalidad establecer un programa armonizado para los países de la región que permita capacitar, entrenar y calificar recurso humano en las áreas de la radiofarmacia hospitalaria, centralizada e industrial. Esta formación debe estar vinculada con temas que cubran las exigencias regulatorias de las buenas prácticas de fabricación y normas internacionales.

Así mismo, se busca revertir la carencia de la oferta académica en el país, lo que sería superado con las actividades del proyecto ARCAL, involucrando a entes académicos de países interesados en el proyecto. La finalidad de vincular a las universidades es validar la capacitación y formación del recurso humano, mediante un reconocimiento académico.

El proyecto permitirá que nuestro país participe en los futuros esfuerzos para establecer una red regional de colaboración y capacitación en la formación de recurso humano especializado en radiofarmacia.

#### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Las actividades del proyecto durante el año 2021 no se finalizaron de acuerdo a lo programado, debido a la pandemia mundial por la Covid-19. No obstante, el grupo de coordinadores de cada país ha mantenido comunicación para replantear las actividades que conduzcan a cumplir los objetivos del proyecto en un periodo extendido del 2021 al 2022.

Al no haber considerado en el proyecto situaciones de emergencia mundial, no se tuvo un plan de contingencia que permitiera avanzar y cumplir los objetivos trazados. Se ha respondido ante las dificultades, en plena marcha del proyecto. Gracias a la capacidad y participación de los coordinadores nacionales se han superado con limitación los problemas para darle continuidad al proyecto.

La reprogramación de las actividades primigenias del proyecto, a fin de lograr los objetivos planteados, será nuevamente evaluadas en relación a las directivas sanitarias nacionales y mundiales por la Covid-19.



### **RLA7023 Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV)**

Se han obtenido 84 resultados de concentración másica de material particulado de 10 micrómetros de diámetro en filtros de cuarzo y 92 resultados de material particulado de 2,5 micrómetros en filtros de teflón; muestreos realizados durante un año, cubriendo las cuatro estaciones del año.

La evaluación de dichos resultados ha permitido concluir lo siguiente:

- Las estaciones de invierno y otoño son las que presentan concentraciones mayores de material particulado tanto  $PM_{10}$  como  $PM_{2.5}$ .
- La concentración másica de material particulado de 10 micras es la más contaminante en el distrito de Carabayllo.
- En ambos casos no se cumple con el criterio de evaluación de la legislación peruana, a excepción del  $PM_{2.5}$ , de no exceder más de 7 veces al año el valor de  $50 \mu g/m^3$  en un periodo de 24 horas de muestreo.
- La calidad del aire en el distrito de Carabayllo no es saludable por la cantidad de material particulado suspendido.
- Es necesario concluir con los análisis para poder identificar el tipo de contaminante y la fuente de contaminación.

#### Impacto de las actividades de proyecto en el país

El impacto que se espera está relacionado con los resultados del proyecto y con la determinación de las fuentes de contaminación en la zona de Carabayllo, de tal manera que la información se comunique para tomar medidas de mitigación. Sin embargo, esto no se ha podido lograr todavía porque el año 2021 ha sido dedicado al análisis de muestras y compilación de algunos resultados, quedando pendiente su evaluación.

Un impacto que es de resaltar es que el personal involucrado en el proyecto ha adquirido conocimiento, en el muestreo, preparación de las muestras, análisis químico y evaluación de los resultados de muestras de filtros con la finalidad de evaluar la calidad del aire.

En octubre de 2021, tres profesionales del SENAMHI se capacitaron en el uso de análisis de teledetección para la identificación de fuentes de contaminación, a través de un curso regional virtual impartido en el marco del proyecto.

#### Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

La principal dificultad ha sido la restricción establecida por la pandemia de la COVID-19, que limitó el acceso del personal a los laboratorios y el análisis de las muestras.



#### 4. ANEXOS

4.1 Recursos aportados por el país al programa (incluye la estimación detallada según tabla de indicadores financieros en especie).

<b>Código y Título de Proyecto</b>	<b>Coordinador del Proyecto</b>	<b>Aporte valorado EUR</b>
<b>RLA0068</b> Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXXIII)	Susana Gonzáles Villalobos Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	30,000
<b>RLA0069</b> Promoción de la gestión estratégica y la innovación en las instituciones nucleares nacionales mediante la cooperación y la creación de asociaciones — Fase II (ARCAL CLXXII)	Susana Petrick Casagrande Susana Gonzáles Villalobos Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	900
<b>RLA1014</b> Fomento de las tecnologías de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales (ARCAL CLIX)	Jorge Condori Ccari Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	1200
<b>RLA1019</b> Fortalecimiento de las capacidades relacionadas con el uso de la de la tecnología nuclear y de la radiación para caracterizar, conservar y preservar el patrimonio cultural (ARCAL CLXVII)	Paula Olivera de Lescano Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	350
<b>RLA5076</b> Fortalecimiento de los sistemas y programas de vigilancia de las instalaciones hidráulicas mediante técnicas nucleares para evaluar los efectos de la sedimentación como un riesgo ambiental y social (ARCAL CLV)	Sergio Morera Julca Instituto Geofísico del Perú (IGP)	10,100
<b>RLA5077</b> Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de	Eduardo Chávarri Velarde Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	1,500



ARCAL

ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA  
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVIII)		
<b>RLA5078</b> Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el empleo de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII)	Sady García Bendezú Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	1,450
<b>RLA5079</b> Aplicación de técnicas radioanalíticas y complementarias para vigilar la presencia de contaminantes en acuicultura (ARCAL CLXXI)	Jonathan Alfaro Jaucha - Instituto del Mar del Perú (IMARPE) Fabien Renou - Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	200
<b>RLA5080</b> Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos (ARCAL CLXV)	Roxana Ventocilla Reaño Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)	3,500
<b>RLA5081</b> Mejora de las capacidades regionales de análisis y los programas de vigilancia de residuos/contaminantes en los alimentos mediante técnicas nucleares/isotópicas y complementarias (ARCAL CLXX)	Orlando Lucas Aguirre Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)	1,200
<b>RLA6082</b> Fortalecimiento de las capacidades regionales para prestar servicios de calidad en radioterapia (ARCAL CLXVIII)	Gustavo Sarria Bardales Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN)	400
<b>RLA6083</b> Fortalecimiento de las capacidades en medicina nuclear, especialmente la imagenología híbrida, con fines de diagnóstico y tratamiento de enfermedades, entre otras, las patologías oncológicas, cardiológicas y neurológicas (ARCAL CLXIV)	Arlene García Raimondi Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins - EsSalud	500
<b>RLA6084</b> Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a	Guilmer Agurto Chávez	50





## ARCAL

ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA  
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

nivel regional en las diferentes ramas de la radiofarmacia (ARCAL CLXIX)	Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	
<b>RLA7023</b> Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV)	Patricia Bedregal Salas Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	9,500
Total		60,850

**ANEXO 4.2 – TABLA INDICADORES FINANCIEROS PARA VALORAR EL APOORTE DE LOS PAÍSES AL PROGRAMA ARCAL**

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0
2. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	12000
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0
5. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0
7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	2500
8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	EUR 50.000 por semana	0
9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0
10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0
11. Tiempo trabajado como Coordinador Nacional y su equipo de soporte	Máximo EUR 1.500 por mes	18000
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0
13. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	14050
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	7050
15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Viáticos interno/externo</li><li>• Transporte interno/externo</li></ul>	Máximo EUR 7.500/proyecto	0
16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	7250
<b>TOTAL</b>		<b>60850</b>

**NOTA:** No deben ser contabilizadas otras actividades no incluidas en esta Tabla