



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 2023



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 2022, el Perú tuvo un activo involucramiento en ARCAL, participando en 13 proyectos nuevos y en 10 proyectos de ciclos anteriores que fueron extendidos hasta 2022. La participación de nuestro país se realizó 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 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 el 2022 el Perú continuó ejerciendo la Presidencia del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL y se mantuvo como Coordinador para el Área Temática de Tecnologías con Radiación, lo que demandó compromisos y esfuerzos importantes. Durante el año se trabajó en la evaluación, selección y aprobación de las propuestas de proyectos para el ciclo de cooperación técnica 2024-2025. Asimismo, se aprobó la Guía de Implementación del Perfil Estratégico Regional para América Latina 2022-2029 - Agenda ARCAL 2030, y se iniciaron acciones con miras a realizar una evaluación de impacto del programa ARCAL. Especial atención mereció la promoción de actividades de comunicación, que incluyó una reunión presencial de los Representantes Nacionales de Comunicación para actualizar la Estrategia de Comunicación de ARCAL y su Plan de Acción 2023-2024, con miras dar mayor visibilidad al impacto del Acuerdo y los proyectos que en ese marco se desarrollan. Además, se continuó con el ciclo de webinarios por área temática que, en una segunda serie, tuvo como finalidad informar sobre los resultados e impactos de los proyectos regionales ejecutados en el marco de ARCAL. En particular, el Perú estuvo a cargo de la organización del webinar del área de tecnologías con radiación. Además, se continuó con la elaboración de boletines informativos, habiéndose emitido la edición enfocada en el área temática de energía.

Número total de proyectos en los que el país participó: 23 proyectos

Instituciones contrapartes a nivel nacional:

INSTITUCIONES	N° DE PROYECTOS
Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	12*
Instituto del Mar del Perú (IMARPE)	1
Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)	4
Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN)	1
Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Centro	1
Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	1
Instituto Nacional Cardiovascular “Carlos Alberto Peschiera Carrillo” (INCOR)	1



Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)	1
Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)	1

*El IPEN participa como institución contraparte principal en los proyectos RLA1020 y RLA7026, teniendo como instituciones alternas a la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNMSM) y a la Autoridad Nacional de Majes, respectivamente.

Se estima que el aporte en especie del Perú al Programa ARCAL en el 2022 fue de € 105.740.

A continuación, se resumen las principales actividades realizadas en el marco de los proyectos ARCAL en los que participó el Perú en el año 2022:

RLA1020 Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con hincapié en la recuperación de residuos (ARCAL CLXXIX)

Coordinadores del Proyecto: Javier Gago Campusano, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Mary Flor Césare Coral, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)

El IPEN participa en el proyecto regional ARCAL RLA1020 en forma conjunta con la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). El proyecto promueve el uso de rayos gamma en residuos plásticos y residuos orgánicos para desarrollar nuevos productos, como una forma de atenuar la contaminación del medio ambiente.

A continuación, se describe las principales actividades realizadas durante el año 2022:

Coordinaciones a nivel nacional

Reuniones, mayormente virtuales, entre el IPEN y representantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), para definir las funciones y responsabilidades en el marco del proyecto RLA1020:

- Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), contraparte principal, siendo responsable el Mg. Javier J. Gago Campusano.
- Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), contraparte alterna, siendo responsable la Dra. Mary Flor Cesare.



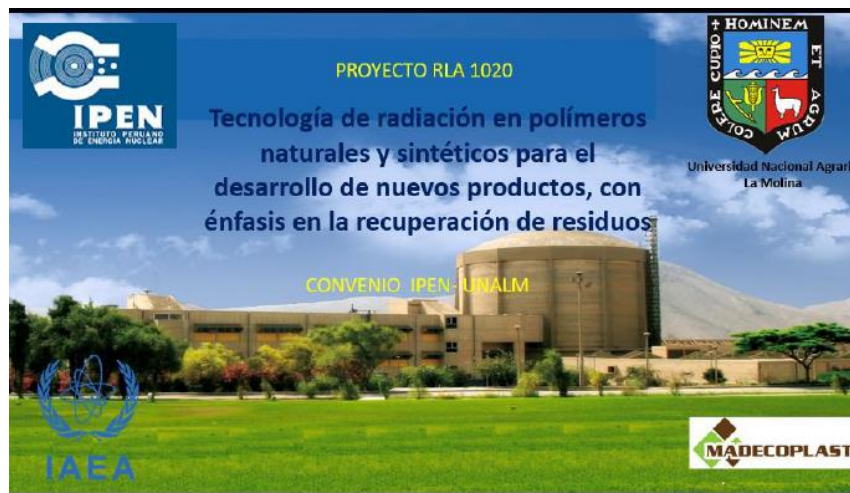
Reunión virtual con la Coordinadora Nacional de ARCAL y el equipo de proyecto (Mg. Javier J. Gago Campusano, Dra. Mary Flor Cesare, Mg. Aldo Cárdenas), 18 de marzo 2022.



También se logró establecer contacto con la empresa Madecoplast, representada por su gerente Guillermo Paz, la cual tiene la experiencia comercial de trabajos en compuestos poliméricos utilizando técnicas convencionales. Se elaboró un documento preliminar de convenio entre el Madecoplast y el IPEN, el cual se encuentra en revisión por parte del área legal del IPEN.

Participación en la Primera Reunión de Coordinación del Proyecto RLA1020

Las contrapartes presentaron los trabajos desarrollados y avances preliminares aplicando radiación gamma en compuestos de madera polímero.



Presentación en reunión virtual RLA1020

Durante la reunión se elaboró un plan de actividades para los siguientes años, estableciendo fechas y países donde se van a desarrollar. Se elaboró una nota publicada en los canales de difusión del IPEN.

Presentación de proyectos a fondos concursables del Estado Peruano

Una forma conseguir recursos económicos para solventar gastos de ensayos, adquisición de insumos y otros, es la postulación a convocatorias de proyectos financiados por el Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados (PROCIENCIA).

Así, se elaboró y presentó un proyecto en investigación aplicada titulado “Obtención de un material compuesto a base de residuos de madera (*Pinus sp.*) con residuos poliméricos (PE), tratados con técnicas nucleares para mejorar las propiedades mecánicas y aplicarlas en la construcción de viviendas económicas”. Se ha logrado coordinar con instituciones estatales y privadas. El IPEN va como entidad solicitante y como asociadas están la Universidad Nacional Agraria La Molina, la Universidad Católica San Pablo, y la Universidad Nacional de Ingeniería. El proyecto fue presentado el 9 de abril 2022. El resultado fue negativo; sin embargo, para el periodo 2023 se proyecta volver a presentarlo.

Se presentó un proyecto para el concurso de PROCIENCIA denominado “Tesis de Pregrado y Posgrado en Institutos Públicos de Investigación” E073-2022-01, con el título de proyecto de tesis “Caracterización mecánica de materiales impresos irradiados con rayos gamma para su



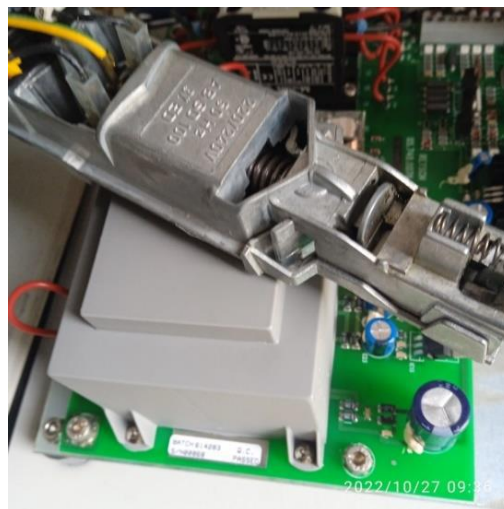
potencial uso en prótesis humana”. La propuesta fue presentada el 30 de junio de 2022 y el Mg. Javier J. Gago Campusano participó como responsable técnico. Entre las actividades formuladas se incluyó la caracterización de impresiones 3D con filamentos de polímeros reciclados. El resultado fue negativo a pesar de algunas consideraciones en la evaluación previa.

Participación en ESSACOMP 2022

El Mg. Javier J. Gago Campusano participó como expositor en el evento “2° European –South American Workshop on Composite Material and Structures” (ESACOMP 2022), realizado en Lima desde el 13 de abril al 16 de junio del 2022. Dicho evento se caracteriza por modelar matemáticamente las propiedades de los materiales en general; el estudio abarca materiales compuestos, biológicos, polímeros, etc. Ha sido una sorpresa para los organizadores que en su formulación no estaba considerado el efecto de los rayos gamma o electrones en los materiales. En dicho evento participó como expositor también el Dr. Wilson Calvo de Brasil.

Actividades internas en el IPEN sobre acondicionamiento de los equipos para preparación de compuestos

Se realizaron acciones para poner en operación y mejorar el extrusor prototipo con el que cuenta la Dirección de Investigación y Desarrollo del IPEN. Los trabajos consistieron en la habilitación de un molino de corte de servicio pesado tipo SM 2000 - RETSCH que tenía el problema de un interruptor de seguridad en una de las puertas del equipo. Se tuvo el apoyo del área Servicios Internos, Desarrollo Electrónico y Taller mecánico, lográndose solucionar el problema. Asimismo, se puso a punto el prototipo de extrusora, se ha revisado las conexiones eléctricas y se cambió la caja de control eléctrico por una más grande y de material de aluminio. El motivo fue agregar otros dispositivos eléctricos y su respectivo control, también se reemplazó la termocupla que se encontraba defectuosa por el tiempo de uso. Posteriormente se realizaron las pruebas de operación respectivas, agregando material plástico y polvo de madera de trabajos anteriores, siendo el resultado positivo y listo para operar.



Mantenimiento de molino, problemas con interruptor automático de seguridad



ARCAL

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



Fabricación de una nueva caja de control para extrusor prototipo

Adquisición de insumos

Otra actividad en conjunto con la UNALM fue la adquisición de 100 kg de polímeros aditivos de polietileno injertado Epolene C29, donados por la empresa Westlake Chemical. El problema fue el financiamiento para el traslado desde Houston, EEUU, a Lima, que finalmente fue superado.



Epolene C26

También se logró la adquisición de polímeros aditivos de polietileno injertado con anhídrido maleico de la empresa PARABOR, mediante el apoyo de la Ing. Flor Granda.



Aditivo – Parabor



Asimismo, se obtuvieron residuos de madera pino (polvo), donados por Guillermo Paz – Madecoplast. Otros insumos son los residuos madera Bolaina de los que dispone la UNALM.

Visita a las instalaciones MADECOPLAST

En el mes de septiembre se visitaron las instalaciones de MADECOPLAST, en particular el área de producción de materiales de compuestos de madera y polímero (PVC) en general. Se pudo conocer sus productos y sus principales equipos de nivel semi industrial. La producción mínima a realizar debe ser 70 kg y esto toma aproximadamente 2 horas.



Muestras de productos (lado izquierdo), instalación industrial (lado derecho)

Participación en Curso Regional de Capacitación sobre escalamiento de Resultados y Logros Obtenidos mediante Tecnología de la Radiación

Se participó en este evento realizado de 21 al 25 de noviembre de 2022, en la ciudad de Sao Paulo, Brasil.



Exposición

Entrega de muestras al Dr. Calvo

El propósito del curso es apoyar a la mejora de las capacidades de los trabajos de investigación aplicando tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para el desarrollo de nuevos productos, con énfasis en recuperación de residuos desde la escala de laboratorio a un nivel piloto e industrial.

El curso ha resultado ser satisfactorio completamente, la organización ha sido excelente en todo sentido. Se ha visto las herramientas para elaborar un proyecto con los temas de análisis económico-financiero. Los temas básicos que no deben faltar en el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), el análisis Costo-Beneficio y los análisis de sensibilidad en cada elemento de proyecto respecto a costos de insumos, operación, transporte, administrativos, logística, etc. Que deben ser de mucho cuidado con la información y su posible riesgo que pueda variar con el tiempo.

Respecto a las aplicaciones de las radiaciones ionizantes en los productos industrial, ha sido muy claro y evidente el uso de materiales irradiados en la industria como se pudo apreciar en el cable irradiado siendo ensamblado según su uso final (automóviles en este caso) y alistado para su distribución.

Extracto de la nota publicada en la Actualidad Institucional del IPEN



**RLA1021 Fortalecimiento de las capacidades y promoción de nuevas tendencias en relación con las tecnologías de irradiación para fines de cuarentena (ARCAL CLXXXI)
Coordinador del Proyecto: Johnny Vargas Rodríguez, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)**

La irradiación utilizando Rayos gamma, Rayos X o haces de electrones acelerados, como técnica para el tratamiento de productos frescos en el Control Fitosanitario (cuarentenario) es el tema del nuevo proyecto regional RLA1021 “Fortalecimiento de las capacidades y promoción de nuevas tendencias en relación con las tecnologías de irradiación para fines de cuarentena (ARCAL CLXXXI)”.

La promoción de dicha técnica y el incremento de capacidades para su aplicación y desarrollo en el sector comercial de los productos agrícolas es el objetivo de este proyecto. Representantes de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Cuba, Ecuador, Honduras, México, Perú, Uruguay y Venezuela, participaron virtualmente, del 7 al 10 de marzo de 2022, en la primera reunión de coordinación del proyecto RLA1021. Participaron también en la reunión la Oficial Gerente de Programas (PMO) y la Oficial Técnico (TO) del proyecto.

Es fundamental que los países de la región puedan implementar el uso de las radiaciones ionizantes como tratamiento cuarentenario. Hace más de 23 años que esta tecnología se está implementando, y actualmente el 90 % de los productos irradiados con fines cuarentenarios son importados por USA.

Los principales problemas que enfrenta la región para acceder a esta tecnología es la falta de oportunidades para acceder a las inversiones apoyándose en el empleo de estudios de factibilidad y planes de negocio, la falta de comunicación estratégica entre las partes interesadas, una incompleta regulación y estandarización del tratamiento cuarentenario, sumado a que gran número de los socios comerciales no reconocen el uso de la irradiación como un tratamiento cuarentenario habilitante como es China, la UE, entre otros. Otro problema es la falta de decisión de los gobiernos para incorporar las tecnologías de irradiación dentro del plan de protección vegetal.

Situación en el Perú

Teniendo en cuenta el interés de los agroexportadores y productores de granadas, higos, etc. de colocar sus productos en los Estados Unidos, y a través de reuniones con el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) del Ministerio de Agricultura, el IPEN, la Asociación de Exportadores (ADEX), y Frío Aéreo, se consiguió elaborar el documento Plan de Trabajo para un Acuerdo General de Equivalencia, firmado por SENASA y el Servicio de Inspección de Salubridad de Plantas y Animales (APHIS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Este documento establece requisitos fundamentales necesarios para permitir el comercio bilateral de productos tratados con irradiación como medida fitosanitaria.

El Laboratorio de Irradiación del IPEN cuenta con los protocolos de irradiación para granadas e higos peruanos de exportación, siendo la irradiación la única alternativa para su ingreso a los Estados Unidos. En el caso de los arándanos, los agroexportadores pueden optar por diferentes



tratamientos fitosanitarios, incluida la irradiación. El IPEN elaboró los protocolos de irradiación con los agroexportadores, con beneficios añadidos como menor pérdida de peso y extensión de la vida útil.

Los productos peruanos se irradian en destino, en el puerto de entrada a los Estados Unidos, sin embargo, los productos tienen que desembarcar y embarcar para ir a otro destino, lo que ocasiona mayor manipuleo, pérdida de la cadena de frío, y sobrecostos.

En 2017, el Gobierno del Perú aprobó la elaboración de los estudios de pre inversión y expediente técnico del proyecto de inversión “Instalación del servicio de irradiación agroindustrial para el tratamiento post cosecha”, hasta por la suma de S/ 1’ 500, 000.00 Soles peruanos, para la construcción de 2 Plantas de Irradiación. El Perú es el primer país en Sudamérica en tener 2 proyectos de inversión pública para la construcción de 2 Plantas de Irradiación Agroindustrial para irradiar frutas y hortalizas con fines fitosanitarios a mayores volúmenes y diversificar el envío de estos productos al exterior. Este proyecto se encuentra en la etapa final del concurso público para la contratación del servicio de consultoría de obra para la elaboración del expediente técnico.

La planta que se ha previsto adquirir como parte de los proyectos de inversión, es subacuática Categoría III, la cual cumple con las calificaciones y otros requerimientos de APHIS – USDA ya que operan en los Estados Unidos irradiando frutas, hortalizas y otros alimentos, tanto en Hawaii como en el Estado de Mississippi. La planta de Mississippi irradia fruta peruana como granada, higos y arándanos.

En cuanto a capacidades, el IPEN cuenta con 4 instalaciones de irradiación: 1 Panorámico Categoría IV de Co-60, y 3 autoblandados categoría I, uno de Co-60 y dos de Cs-137. SENASA cuenta con 3 instalaciones de irradiación: 1 Panorámico categoría II de Co-60 y 2 autoblandados categoría I de Co-60. Se tiene un Comité Técnico de Normalización de Alimentos Irradiados adscrito al Instituto Nacional de la Calidad (INACAL), encargados de elaborar las Normas Técnicas Peruanas (NTP ISO/ASTM) de Alimentos Irradiados.

Durante el 2022, el coordinador nacional participó en las siguientes actividades:

- **Primera Reunión de Coordinación Virtual del Proyecto RLA1021. “Fortalecimiento de las capacidades y promoción de nuevas tendencias en relación con las tecnologías de irradiación para fines de cuarentena (ARCAL CLXXXI)”, del 28 de febrero al 03 de marzo del 2022.**

Participaron por Perú Johnny Vargas R. y Mónica Vivanco M. del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

Esta primera reunión (virtual) de coordinación tuvo como objetivo discutir los objetivos generales y específicos del proyecto, incluyendo los resultados y los productos esperados, así como el plan de trabajo propuesto. También se definieron los plazos y criterios específicos para las actividades que se llevarán a cabo en el siguiente año. Las contrapartes participantes presentaron la situación nacional actual en cuanto a sus respectivas capacidades de irradiación con fines de cuarentena.



• **Reunión de comunicadores/as y contrapartes del proyecto RLA1021, 15 junio 2022.**

Participaron por Perú Cristina Morita y Johnny Vargas del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

De parte de México se tuvo material gráfico para impulsar una campaña divulgativa sobre la irradiación.



• **Taller Virtual: Desarrollo de un estudio de factibilidad técnico-económico para la implementación del uso de las radiaciones ionizantes con propósitos fitosanitarios, 5 a 9 de septiembre de 2022.**

Participaron por Perú: Johnny Vargas R. (IPEN) y Víctor Mercado (Frío Aéreo).

• **Actividades de difusión**

- Se publicaron notas informativas sobre diversas actividades del proyecto, a través de la “Actualidad Institucional” y la página web del IPEN.



Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional Actualidad Institucional No 014 / Lima 14 marzo 2022

Primera Reunión de Coordinación Virtual del Proyecto RLA 1021. “Fortalecimiento de las capacidades y promoción de nuevas tendencias en relación con las tecnologías de irradiación para fines de cuarentena (ARCAL CLXXXI)”



Del 7 al 10 de marzo se llevó a cabo la Primera Reunión de Coordinación Virtual del Proyecto RLA 2021. “Fortalecimiento de las capacidades y promoción de nuevas tendencias en relación con las tecnologías de irradiación para fines de cuarentena (ARCAL CLXXXI)”

Debido a que el comercio internacional de productos principalmente de origen vegetal implica un riesgo potencial de introducción y posterior dispersión de plagas agrícolas, es indispensable



Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional Actualidad Institucional No 021 / Lima 1 abril 2022

Nuevo proyecto ARCAL apunta a fortalecer capacidades y a promover nuevas tendencias en tecnologías de irradiación cuarentenarias



América Latina y el Caribe es por excelencia una región productora y exportadora de frutas frescas y secas al resto del mundo. Según la Organización Internacional de Comercio (ITO), estos productos deben ser tratados contra plagas cuarentenarias, y aquí es donde entran en juego las tecnologías ionizantes, cuyo uso, con fines fitosanitarios, puede contribuir a aumentar la vida útil



ARCAL

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



- En el marco del Día Mundial de la Alimentación, 15 de octubre, la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP) organizó la “I Jornada Científica Nacional de Innovación e Investigación en Alimentación y Nutrición”. El coordinador del proyecto, Lic. Johnny Vargas Rodríguez, participó con el tema: “Perspectivas de la Tecnología de Irradiación de Alimentos en el Perú”.



- El coordinador del proyecto participó también como expositor en el Encuentro Científico Internacional ECIPEN, con el tema “Protocolos de Irradiación de Frutas y Hortalizas de Exportación”. El evento se realizó del 16 al 18 de noviembre del 2022.





- Se publicó el artículo “Tecnología de Irradiación de Alimentos en la Agricultura, Agroindustria y Agroexportación” en la Revista Agroexportaciones & Medioambiente, octubre 2022



RLA1022 Mejora de la satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de reactores nucleares de investigación (ARCAL CLXXX)
Coordinador del Proyecto: Carlos Gayoso Caballero, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

Los reactores de investigación son importantes centros de innovación y productividad para la ciencia y la tecnología nucleares. Apoyan desarrollos clave en energía nuclear; producción de radioisótopos y medicina nuclear; investigación y aplicaciones de haces de neutrones; caracterización de materiales; y pruebas, entre otros. Como tales, constituyen un elemento importante en el logro de una variedad de objetivos de desarrollo en la región de América Latina y el Caribe.

Según el Perfil Estratégico Regional (PER) para América Latina y el Caribe 2016-2021, “la demanda regional de radioisótopos producidos en reactores nucleares es molibdeno-99 de fisión con 77% del total, seguida por yodo-131 con 13% e iridio- 192 con 6%. La producción regional cubre el 52% de la demanda de fisión de molibdeno-99, el 37% de yodo-131 y el 23% de iridio-192. Esta producción genera aproximadamente US\$ 10,3 millones, o el 48% de la demanda regional en valores”. Considerando esta información, podemos indicar que existe una demanda insatisfecha de aproximadamente el 50% de la demanda regional de radioisótopos.

El problema que este proyecto busca abordar es el déficit de satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de los reactores de investigación, aumentando la accesibilidad de los usuarios a las aplicaciones nucleares en los diversos sectores socioeconómicos de la región. Por esta razón, el objetivo del proyecto es (1) mejorar la satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de reactores nucleares de investigación, (2) establecer una red cooperativa en la región a fin de coordinar estrategias para aumentar el uso de los reactores de investigación para mejorar la atención de la demanda insatisfecha; (3) implementar planes estratégicos para cada reactor de investigación; y (4) establecer un plan de negocios regional para ayudar a resolver el problema identificado.



Estos objetivos tienen como base la transferencia tecnológica, la comunicación y el apoyo mutuo entre los países de la región para conllevar a la sostenibilidad de las actividades del proyecto.

Durante el 2022 se ha dado inicio a la elaboración de un plan regional de Comunicación y se ha avanzado en la conformación de la Red Regional de Reactores Nucleares de Investigación de América Latina y El Caribe (RIALC), la cual estará conformada por los países participantes en el proyecto: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Jamaica, México y Perú.

La red RIALC será una plataforma para atender la creciente demanda de servicios tecnológicos, y de radioisótopos y radiofármacos producidos en reactores de investigación de la región. Apunta a convertirse en un foro para compartir información, coordinar esfuerzos, y exponer necesidades y demandas de servicios y productos -requeridos y prestados por sus integrantes-, para lograr soluciones eficientes y efectivas a las demandas de desarrollo productivo, y de los ámbitos de salud y ambiental a nivel regional e internacional.

El Perú es contraparte líder de este proyecto y como tal, se tiene previsto que asuma como primer Coordinador Regional de RIALC, por dos años.

En 2022, el coordinador nacional y DTM del proyecto, participó junto a su equipo de trabajo en la Primera Reunión de Coordinación, la cual se realizó de forma virtual del 14 al 17 de febrero de 2022.

Asimismo, ha participado en reuniones con los equipos de comunicaciones de los países participantes en el proyecto, a fin de avanzar en la elaboración del plan de comunicación para la red regional.

RLA5085 Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV)

Coordinadora del Proyecto: Katherine Portilla Jarufe, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)

En enero del 2022 se dio inicio al proyecto RLA5085 'Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV)'. El objetivo del proyecto se centra apoyar a los Estados Miembros de América Latina y el Caribe a fortalecer el desarrollo de capacidades de diagnóstico de los laboratorios veterinarios oficiales en la región para monitorear y responder a brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias. Los países adheridos al proyecto son Argentina, Belice, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica (contraparte líder), Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana, Uruguay, Venezuela.

En el año 2022 se han realizado las siguientes actividades:



1.- Participación de la **primera reunión virtual de coordinación del proyecto regional RLA 5085**

- **Fecha:** Del 07, 09, 10, 11 y 14 de marzo del 2022
- **Modalidad:** Virtual (Plataforma zoom)
- **Actividades:**

El objetivo de la reunión de coordinación fue levantar información de los laboratorios oficiales de los países participantes sobre las necesidades para la implementación de métodos de ensayo y armonización de protocolos para las enfermedades en las cuales se enfoca el proyecto:

- Enfermedad de Newcastle
- Influenza Aviar
- Peste porcina clásica
- Peste porcina africana
- Brucelosis

2.- Elaboración y envío de **lista de requerimientos para adquisición de reactivos, materiales, patrones de referencia** solicitados por los coordinadores del proyecto.

Con fecha 07 de abril se remite la relación de reactivos solicitados por la UCDSA con los lineamientos dados por la OIEA en marco del proyecto RLA5085, para la implementación de métodos de diagnóstico para las enfermedades priorizadas por el proyecto. Sin embargo, en el mes de junio, se vuelve a revisar con los criterios señalados por el OIEA a fin de armonizar el formato de las solicitudes y agilizar el proceso de compras, enviándose la lista final de reactivos, kit, patrones de referencia, antígenos, etc.

Hasta la fecha **no se ha recibido** ningún insumo de los solicitados.

3.- El 29 de marzo de 2022 se participó en una **reunión para ser parte del iVetNet-OIEA**. Cuatro especialistas de SENASA se inscribieron en la red como se detalla a continuación:

SURNAME	NAME
Portilla Jarufe	Katherine Vanessa
Conza Blanco	Lidia Beatriz
Cárdenas Corrales	Marlene Corali
Pérez Janampa	David

Esta es una plataforma de información administrada y mantenida por el OIEA, en cooperación con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), para recopilar, difundir y armonizar técnicas de laboratorio para la detección y caracterización de patógenos animales y zoonóticos.



Ofrece acceso a información y procedimientos validados y verificados para la detección y caracterización de patógenos animales y zoonóticos.

4.- Participación en el curso de entrenamiento: *“Uso de los servicios de secuenciamiento genético del OIEA para los Estados miembros”*.

- **Fecha:** Del 25 al 28 de abril del 2022
- **Modalidad:** Virtual (Plataforma zoom)
- **Actividades:**

El evento formó parte del proyecto ZODIAC-Medidas Integradas contra las Enfermedades Zoonóticas.

El objetivo del taller fue enseñar a los participantes el uso de los servicios de secuenciamiento genético financiado por la OIEA, que incluye la preparación de la muestra, envío de muestra, ensamblaje, alineamiento, análisis e interpretación de datos, uso de data de bases públicas (NCBI), análisis filogenético, etc.

5.- Participación en el *Taller regional introductorio sobre técnicas diagnósticas de enfermedades animales transfronterizas*.

- **Fecha:** Del 17 al 21 de octubre 2022
- **Lugar:** Buenos Aires, Argentina, realizado en la sede del Laboratorio Internacional de referencia de SENASA Argentina, ubicado en Martínez.
- **Participantes:**
 - M.V. Lidia Beatriz Conza Blanco.
 - M.V. Oscar Lizandro Marcelo Tantamango.

- **Actividades:**

El evento contó con la cooperación del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa y Salud Pública Veterinaria (PANAFTOSA-OPS/OMS), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) y la Red Sudamericana de Diagnóstico de Influenza Aviar y Enfermedad de Newcastle (RESUDIA).

Se realizó de manera presencial con la participación de dos profesionales en el caso del Perú.



El objetivo del taller fue fortalecer las capacidades de los servicios oficiales de Latinoamérica en la detección, prevención y diagnóstico de enfermedades animales y la zoonosis que afectan a la salud pública. Los participantes concordaron que los laboratorios son la columna vertebral para que los organismos oficiales puedan tomar decisiones acertadas, basados en resultados confiables. En tal sentido, la armonización, estandarización y las normas de calidad también son pilares fundamentales.

Durante el taller se trataron las siguientes temáticas: aspectos principales del diagnóstico de las enfermedades transfronterizas de los animales, aspectos relevantes de las medidas bioseguridad, procesamiento de las muestras, así como estrategias de cooperación regional actuales y vigentes sobre las cinco enfermedades priorizadas.

Aplicación de las actividades ejecutadas en marco del proyecto RLA 5085 en el 2022:

- *Actualizar algunos métodos de diagnóstico molecular de enfermedades prioritarias en base a los procedimientos operativos normalizados (PON) de Centros de Referencia de la OMSA.*

En proceso de traducción del protocolo para la actualización de 02 métodos de ensayo de la última versión del Laboratorio de Referencia de Influenza aviar y Newcastle (paramyxovirus tipo 1) del NVSL, DVL, USDA:

- ✓ SOP AV.0068.04 Real time RT-PCR Detection of Influenza A
- ✓ SOP AV.0068.04 Real time RT-PCR Detection of Avian paramyxovirus type 1

Entre los meses de abril-mayo del 2023 deben estar actualizados.

- *Fortalecer el sistema de Aseguramiento de la calidad de los métodos de diagnóstico bajo el marco del sistema de gestión de calidad ISO 17025.*

El objetivo para el 2024 es acreditar 04 métodos ensayos con la ISO 17025 en el Centro de Diagnóstico de Sanidad Animal, por lo que estamos en proceso de actualizar los documentos de gestión y verificando el cumplimiento de los requisitos que exige la norma.

- *Se reforzaron las capacidades para la toma, conservación y transporte de muestras propiciando la mejora de los lineamientos para los especialistas de las Direcciones Ejecutivas.*

Se va a actualizar el procedimiento de laboratorio PRO-UCDSA-06 Lineamientos para la toma, envío de muestras, especímenes y solicitudes de análisis los que se difundirán a todas las DDEE para conocimiento y cumplimiento. Se espera contar en 2023 con el procedimiento actualizado.

- *Propiciar un acercamiento y coordinación con Laboratorios Regionales de Referencia en temas de pruebas de proficiencia, actualización de PON y material estándar de referencia.*



Se espera en 2023 realizar los ensayos interlaboratorio para Influenza aviar y Newcastle, se está a la espera de la confirmación de las fechas por parte de RESUDIA-ARCAL.

RLA5086 Reducción de la tasa de mortalidad de la trucha arco iris asociada al virus de la necrosis pancreática infecciosa y a enfermedades emergentes mediante técnicas moleculares y ómicas (ARCAL CLXXV)

Coordinadora del Proyecto: Nieves Sandoval Chaupe, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)

El Perú es un país con mucho potencial para el desarrollo de la acuicultura por los recursos naturales hídricos y clima, por lo que la producción y el crecimiento de la misma ha sido positiva en los últimos años y, dentro de ella, destaca la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Sin embargo, la continua explotación intensiva para la obtención de mayores toneladas métricas al año de truchas, ha generado una mayor susceptibilidad en ellas a organismos patógenos con la aparición de enfermedades bacterianas y, recientemente, las virales, como el virus de la Necrosis Pancreática infecciosa (IPNV) para la trucha en el 2019, y el virus de la Tilapia del lago (TILV) en tilapias en el 2017. El proyecto contempla dos grupos de países participantes en el proyecto. El Perú participa como un país con experiencia en el tema, acompañado de otros países dispuestos a introducir técnicas moleculares en su práctica de diagnóstico de enfermedades infecciosas para truchas, así como para otros organismos acuáticos, especialmente para determinar al virus del IPN y otras agentes emergentes de manera sostenible.

El país cuenta con profesionales capacitados, a través de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en las técnicas de diagnóstico molecular, y estamos estratégicamente vinculados con la autoridad sanitaria, el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES), contando además con los contactos directos de usuarios finales (organizaciones de productores y los acuicultores) que serían los beneficiarios de los resultados del proyecto. Dentro del marco del proyecto se contempla la capacitación de representantes de los países que participan el proyecto, con expertos financiados íntegramente por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Es por ello que en el 2022 se realizaron dos capacitaciones, de manera virtual y presencial en la ciudad de Santiago de Chile, a las que asistieron tres representantes del Perú: tres de manera virtual y dos de ellos de manera presencial.

Las mencionadas capacitaciones permitirán impulsar el desarrollo de un programa de mejoramiento genético en acuicultura que no existe actualmente, desde estudios de patogenicidad en salmonidos frente a agentes infecciosos como el virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV), así como la identificación y caracterización de marcadores genéticos mediante genotipificación usando microarrays para polimorfismo de un nucleótido (SNP). Además, el conocimiento adquirido será transferido a otras instituciones (SANIPES) lo que permitirá mejorar los métodos diagnósticos del laboratorio de diagnóstico de enfermedades acuáticas, y también implementar esta tecnología en el laboratorio de diagnóstico de enfermedades de organismos acuáticos de la FMV-UNMSM. Los conocimientos serán aplicados en la investigación, así como de manera importante en la formación de futuros profesionales médicos veterinarios tanto de pregrado como posgrado. Todo lo aprendido será en beneficio de la acuicultura del país, a través de la implementación



de las mejores herramientas diagnósticas moleculares para la detección rápida y oportuna, y el mejor conocimiento a nivel molecular de los agentes infecciosos, para así poder identificar los genes de resistencia a IPN como de otros agentes, y minimizar los impactos de la aparición de esas enfermedades.

En el año 2022 la contraparte del proyecto participó en la Primera Reunión de Coordinación del Proyecto RLA5086, realizada de forma virtual del 18 al 20 de mayo de 2022.

Asimismo, tres profesionales peruanos, el Biólogo Rodolfo Zenaido Velazco Peña, el Mg,MV, Adhemir Valera Andrade y el Mv Gonzalo Orihuela Tacuri, asistieron a la capacitación virtual y presencial “Curso Regional de Capacitación sobre Instrumentos Bioinformáticos para la Detección de Marcadores Moleculares asociados a la Resistencia a las Enfermedades en la Acuicultura” - Parte 1 y Parte 2, realizado del 2 al 11 de noviembre del 2022 en la ciudad de Santiago de Chile.

Los profesionales que participaron en las capacitaciones, realizaron en Chile actividades teóricas y prácticas, logrando resultados mediante genotipificación por secuenciación de RNA, e identificando ventajas y desventajas. También se identificó la importancia de introducir la asociación de genoma completo (GWAS) para la búsqueda de marcadores asociados a resistencia a IPNV. Asimismo, se abordó el uso de herramientas para el análisis de datos mediante software libre, pero robusto de amplio uso, como el lenguaje “R”, y softwares que pueden usarse con este tipo de lenguaje como el PLINK, BLUPF90, CGTA. Se realizó el análisis estadístico, control de calidad de datos, tasa de llamado, equilibrio de Hardy-Weinberg, desequilibrio de ligamiento, control de calidad de datos genómicos, estimación de parámetros genéticos (heredabilidad y correlaciones genéticas), estimación de valores genómicos, predicción genómica. También se hicieron análisis de datos de genoma completo para la identificación de marcadores asociados a resistencia a enfermedades (IPNV), y estimación de la heredabilidad explicada por SNP. Frente a requisitos necesarios en investigación en Bioética sobre el uso de animales, se ha aprendido a determinar cuál es la cantidad mínima de especímenes que se requieren para investigar marcadores de resistencia a enfermedades y las técnicas genómicas que pueden usarse, lo cual forma un criterio para elegir una determinada técnica de acuerdo al objetivo propuesto, y la conveniencia de adoptar un proveedor determinado respecto a otras especies de interés que son parte del cultivo en el país. Por otro lado, se ha revisado la aplicación del software BLUP para mejoramiento genético en acuicultura, ya que ha sido ampliamente usado en el mejoramiento genético de animales terrestres. El valor genético de los reproductores es el único factor que se puede multiplicar y distribuir, el BLUP es el método de referencia para la predicción del valor genético en los animales.

RLA5087 Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI)

Coordinador del Proyecto: Edgardo Ortiz Carpio, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)

La *Anastrepha fraterculus* es una plaga considerada de alta importancia económica y cuarentenaria en muchos países de América Latina, por lo que los países de la región, mediante el proyecto RLA5087 “Validación de la Técnica de Insectos Estériles para el Control de la



Mosca Sudamericana de la Fruta (ARCAL CLXXVI)”, buscan fortalecer el conocimiento de la especie para desarrollar técnicas de control y/o erradicación. Actualmente, la técnica del insecto estéril (TIE) utilizada en la supresión de las moscas de la fruta *Anastrepha fraterculus*, aún no ha sido validada. Para ello, los países de América Latina y el Caribe donde este tipo de mosca de la fruta es endémica y genera pérdidas en el sector agrícola, colaboran para desarrollar cepas de sexado genético (GSS) requeridas de *Anastrepha fraterculus*, con las que se identifica el sexo de los insectos adultos. Logrando la separación de insectos machos y hembras, paso esencial en la aplicación de la TIE, se puede eliminar los insectos hembra e irradiar sólo los machos, reduciendo de este modo los costos de producción de insectos en la cría en masa. El proyecto beneficiará a los países de Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Ecuador, Venezuela, Paraguay y Perú. Liberar las cepas de GSS de *Anastrepha fraterculus* beneficiará a los productores agrícolas de los ocho países socios. Si bien las condiciones de uso de la TIE en la región son diferentes, con el GSS de *Anastrepha fraterculus*, la tecnología será transferible y se dispondrá de un enfoque armonizado para combatir la plaga en la región.

Participación en actividades durante el 2022

El Perú es contraparte líder del proyecto RLA5087 “Validación de la Técnica de Insectos Estériles para el Control de la Mosca Sudamericana de la Fruta (ARCAL CLXXVI)”, y se encuentra realizando la validación de los procedimientos de producción, ensayos de control de calidad, pruebas de campo para la evaluación del principio activo de la TIE y la obtención de una cepa de sexado genético con el genoma del morfotipo de Perú.

Durante el 2022, se participó en las siguientes actividades:

- Primera Reunión Regional Virtual de Coordinación del Proyecto RLA5087, realizada del 23 al 25 de mayo de 2022.
Participó el Sr. Gabriel Edgardo Ortiz Carpio, contraparte líder del proyecto (DTM), y la Sra. Liz Karen Villanueva Jiménez, de SENASA Perú.
- Beca “Introgresión de la Cepa Salvaje con la Cepa GSS”, realizada en los Laboratorios del OIEA en Seibersdorf, Austria, del 6 de junio al 18 noviembre de 2022.
Participó el Sr. Gabriel Edgardo Ortiz Carpio, contraparte líder del proyecto (DTM).
- Curso Regional de Capacitación sobre Taxonomía, Genética, Manejo de Colonias y Procedimientos de Cría de la Nueva Cepa de Sexado Genético de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), realizado en Seibersdorf, Austria, del 5 al 9 de septiembre de 2022.
Participó Enma Luz Peña Cuadros de SENASA Perú

RLA5089 Valuación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropógeno y natural (ARCAL CLXXVII)
Coordinadora del Proyecto: Patricia Bedregal, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

El suelo es un recurso natural no renovable que desempeña un rol importante en una serie de retos sociales y medioambientales: asegura la producción de alimentos (el 95% de los alimentos se producen en el suelo), ayuda a combatir el cambio climático (secuestrando el carbono),



provee al planeta del 25% del total de la biodiversidad y revierte la degradación de la tierra, entre otros. El suelo es la base de la flora, la fauna y de las personas; por ende, permite mantener la vida. Sin embargo, su conservación está siendo amenazada por la contaminación proveniente de fuentes antropogénicas, como son; las actividades industriales, los residuos domésticos, ganaderos y municipales (incluidas las aguas residuales), los productos agroquímicos y los productos derivados del petróleo, el uso indiscriminado de pesticidas, así como por la emisión de contaminantes a la atmósfera, debido al parque automotor por el tráfico incontrolado en zonas rurales y urbanas. Las principales causas que contribuyen a la contaminación del suelo son: la falta de buenas prácticas de gestión del suelo; la insuficiente información confiable sobre el nivel de contaminación por metales pesados y otros contaminantes que permita mejorar la toma de decisiones y las políticas ambientales (para mejorar hay que saber lo que está pasando) y la falta de interacción entre el gobierno, la academia y la comunidad científica. El proyecto inició en el 2022, con la adhesión de dieciocho países de América Latina y El Caribe: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela; y el objetivo de tomar acción para que el suelo sea considerado un recurso natural a ser protegido y contribuir a mejorar su gestión, proveyendo de información confiable, sobre el nivel de contaminación y su origen, a los tomadores de decisiones para que se implementen estrategias que permitan revertir la tendencia de su degradación y garantizar la seguridad alimentaria.

Actividades realizadas durante 2022

Siendo el 2022, el año en el que se inicia el proyecto en mención, la primera reunión de coordinadores tuvo lugar del 21 al 24 de marzo, de manera virtual, con la asistencia de 26 representantes de los 18 países participantes. En esta reunión se planificaron las actividades del proyecto y se aprobó la estrategia de su implementación, la cual está orientada a:

1. Establecer el equipo de gestión y ejecución del proyecto: Perú ha formado equipo con el Centro de Investigación de Contaminantes Ambientales, CICA de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Además, se cuenta con un punto focal de comunicación
2. Armonizar el procedimiento de muestreo y preparación de muestras y las técnicas analíticas para el análisis de suelos; para lo cual se han formado equipos técnico, con un coordinador para trabajar en la armonización de los protocolos de muestreo y preparación de muestras, en el análisis de las muestras de suelo utilizando las técnicas de: análisis por activación neutrónica (AAN), fluorescencia de rayos X (FRX), espectrometría de absorción atómica (AAS), espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente / espectrometría de emisión atómica (ICP-MS / OES) y el análisis directo de mercurio (DMA).
3. Mejorar la formación de los recursos humanos y las capacidades analíticas de los laboratorios, y
4. Aplicar las capacidades fortalecidas en un caso de estudio nacional con conocimiento de los tomadores de decisiones.

Del 21 al 25 de noviembre en la ciudad de Lima, Perú, se llevó a cabo el “Taller regional sobre la armonización de los protocolos de muestreo de suelos contaminados por metales pesados y sobre la estrategia de aplicación en las zonas de demostración”, con la participación de 21



expertos en muestreo y preparación de muestras de suelo de los diferentes países; a los que se sumaron las contrapartes del proyecto.

Como resultado del taller, se discutió y se brindó retroalimentación al Manual Regional para el diseño y la implementación de programas de monitoreo de la contaminación por metales pesados en los suelos contaminados de América Latina y El Caribe, que fue preparado como Home Based Assignment (HBA), por la contraparte de Chile. Se elaboró el procedimiento armonizado para la recolección y preparación de muestras de suelo para el análisis de metales pesados; se aprobó el kit de muestreo de suelos, diseñado para estudios de contaminación por metales pesados y se aprobó la estrategia para la implementación del proyecto en los sitios de demostración; además de las actividades relacionadas con el proyecto RLA5089, para los dos próximos años.

RLA6085 Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII)

Coordinador del Proyecto: José Paez Apolinario, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

Las nuevas tecnologías en el campo médico nuclear han revolucionado los sistemas de diagnóstico y tratamiento del cáncer de próstata, Alzheimer, Parkinson, perfusión coronaria, perfusión cerebral, entre otros. Asimismo, los índices estadísticos de los informes médicos entregados por la OMS con resultados a nivel de la región de América Latina y el Caribe, muestran que en los últimos años las enfermedades del tipo cardíacas, neurológicas y cancerígenas se han incrementado considerablemente y que, como consecuencia de no ser atendidas a tiempo, generan graves problemas a nivel de los Gobiernos y de las familias que con justa razón reclaman mayor y mejor atención para sus familiares.

La tecnología nuclear, a través de la producción de radiofármacos de vida media corta mediante el uso de ciclotrones, contribuye al diagnóstico temprano, oportuno y diferencial de este tipo de patologías. La región de América Latina y el Caribe cuenta con 40 ciclotrones y 166 PET en 13 países, algunos de ellos en procesos de instalación y ejecución en el corto plazo.

Según el Perfil Estratégico Regional para América Latina y el Caribe 2016-2021, la región ha identificado la necesidad de mejorar la calidad y eficacia en el uso de nuevas tecnologías para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y de sistemas de gestión tecnológica apropiados para la planificación, incorporación y mantenimiento de equipos biomédicos (Necesidades S1 y S2). Los ciclotrones y los PET con su equipamiento conexo, son sistemas complejos que requieren condiciones especiales y exige de una operatividad y mantenimiento especializado con personal altamente calificado que es escaso en la mayoría de los países de la región, los costos de garantía y contratos de mantenimiento representan un importante gasto para la sostenibilidad de la tecnología que está en el orden de 300,000 dólares anuales.

Objetivo General del proyecto:

Mejorar el manejo de los pacientes con cáncer a través de un diagnóstico oportuno y efectivo.

Objetivo Específico:

Incrementar el impacto en los centros ciclotrón-PET en el manejo de pacientes con cáncer

**Participantes del Proyecto:**

Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, México, Perú y Uruguay

El Proyecto tendrá una duración de tres años, del 2022 al 2024, con una proyección a continuar con los demás Fluorados y tipos de ciclotrones. Es un proyecto modelo y único en la región.

La capacitación y entrenamiento se está realizando mediante talleres presenciales por lo que el personal que asista debe tener experiencia en estos temas.

Perú es el coordinador líder del proyecto.

En el ALASBIMN que se realizó en noviembre del 2019 en Perú, se recomendó incrementar el uso de los Fluorados en la práctica de medicina nuclear y se reafirmó en el ALASBIMN virtual que se realizó en Setiembre del 2021 en Brasil. Todos los ciclotrones producen F-18, sin embargo, es necesario adquirir los módulos de síntesis que se instalarían en las celdas de producción.

Estudios que se realizan con los Fluorados:

- 18F-FDG diagnóstico diferencial entre recurrencia tumoral y cambios fibróticos y/o necróticos, la detección precoz de dichas recurrencias y en la detección de segundos tumores primario.
- 18F-NaF para determinar si el cáncer se diseminó hasta el hueso
- 18F -PSMA - 1007 Cáncer de Próstata
- 18F-DOPA Trastornos del movimiento, Enfermedad de Parkinson, trastornos neuropsiquiátricos
- 18F-COLINA Cáncer de Próstata
- 18F -DCFPyL Cáncer de Próstata
- 18F -FLORBETABEN Alzheimer
- 18F -FET FLUOROETILTIOXINA Tumores Cerebrales
- 18F -FLUROESTADIOL Cerianna Cáncer de Mamá, etc.

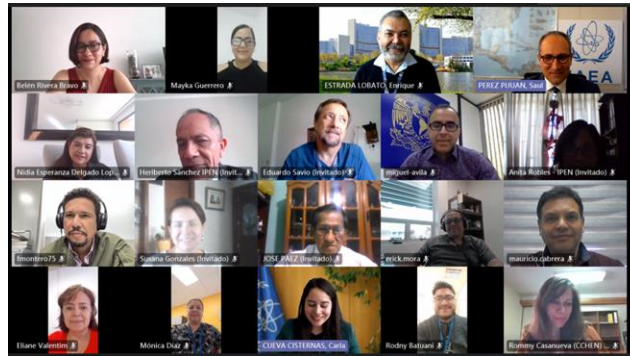
Actividades desarrolladas en 2022:

- Primera Reunión de Coordinadores de Proyecto. Virtual, del 06 al 08 de abril del 2022. Participaron el Sr. José Paez Apolinario, DTM del proyecto y contraparte nacional, y la Sra. Brisaida Flores Barrenechea, del Centro de Producción de Radiofármacos – Ciclotrón, Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren - ESSALUD



ARCAL

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



- Misión de Experto del Dr. Mario Marengo al Perú. El experto realizó las siguientes actividades:
 - Curso nacional de capacitación sobre operación, producción y control de calidad/control de Calidad para radiofármacos PET. Lima y Arequipa, Perú, del 24 al 28 de octubre del 2022.
 - Hospital Alberto Sabogal Sologuren Centro de Producción de Radiofármacos CPRF, Lima, Perú, del 24 al 26 de octubre de 2022.



Experto dictando charla de Operación y Mantenimiento del Ciclotrón



Elaborando los protocolos de Operación y Mantenimiento del Ciclotrón GE



ARCAL

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



Visita técnica del Experto con el Presidente del IPEN a los laboratorios del Ciclotrón GE



Visita técnica del Experto con el Presidente del IPEN a la Sala de producción de Radiofármacos

- Hospital Regional Honorio Delgado de Arequipa (27 y 28 de octubre 2022). El experto dictó el seminario “Nuevas Tecnologías en el diagnóstico, Sistemas Ciclotrón-PET y Laboratorios de Radiofármacos”



- Curso Regional de Capacitación en Operación y Mantenimiento de Ciclotrones, realizado en Montevideo, Uruguay, del 05 al 09 de diciembre del 2022. Participaron: Félix Alexander Neyra Aguilar y Luis Enrique Aguilar Pérez del Centro de Producción de Radiofármacos – Ciclotrón, Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren - ESSALUD





Experto enseñando
pequeños accesorios del
ciclotrón GE



Mostrando el trabajo en
una celda de telepizas



Trabajando en una celda de
Producción-Fraccionamiento Portátil

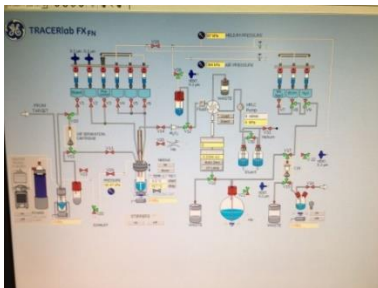


Diagrama de flujo de procesos Módulo
de Síntesis TRACERlab FX-FN



Experto con participantes del evento



Clausura del taller

**RLA6086 Integración de técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal con respecto a la cardiología para la detección temprana y la estratificación del riesgo de enfermedades cardiovasculares en las mujeres latinoamericanas (ARCAL CLXXXV)
Coordinador del Proyecto: Aurelio Mendoza Paulini, Instituto Nacional Cardiovascular “Carlos Alberto Peschiera Carrillo” (INCOR)**

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) constituyen la principal causa de muerte en América Latina y el Caribe (ALC), siendo la cardiopatía isquémica (CI) la principal causa en la mayoría de los países. Esto es particularmente complejo en mujeres debido a las peculiaridades del cuadro clínico y sus factores de riesgo específicos. Este proyecto está orientado a lograr un diagnóstico temprano y una adecuada estratificación de riesgo de las enfermedades cardiovasculares en mujeres latinoamericanas, así como en pacientes afines con enfermedades crónicas no transmisibles (ENT). Se establecerán unidades de diagnóstico que utilicen la multimodalidad de imágenes y se capacitará a los recursos humanos correspondientes. Las técnicas nucleares son relevantes en estas unidades ya que son útiles para detectar isquemia y evaluar la función ventricular. Además, la evaluación de la enfermedad microvascular es



posible a través de imágenes híbridas (evaluación del flujo sanguíneo coronario por tomografía por emisión de positrones (PET) y evaluación anatómica de las arterias coronarias por tomografía computarizada (TC) cardíaca). El diagnóstico de enfermedad microvascular es particularmente importante porque la cardiopatía isquémica no obstructiva es más frecuente en mujeres que en hombres.

El Perú participa en el proyecto RLA6086 que lidera la Dra. Amalia Peix, médico cubana. Este proyecto ha realizado hasta el momento tres actividades durante el año 2022:

- La primera reunión de coordinación (modalidad virtual) del proyecto RLA6086 se realizó en marzo del 2022. En principio Perú participó con tres integrantes: El Dr. Aurelio Mendoza Paulini, como contraparte del proyecto, y las doctoras Luisa Talledo Paredes y Zoila Rodríguez Urteaga, ambas cardiólogas del INCOR.

Durante la reunión, que tuvo una duración de tres días se discutió, junto a los representantes del OIEA y la DTM del proyecto, los objetivos, metas, presupuestos y productos que debían desarrollarse durante la implementación del proyecto, el cual terminaría a fines de 2023.

Así mismo, se elaboró un resumen sobre la situación en materia de salud de cada país, enfatizando las brechas de personal y tecnología. Por otro lado, se incluyeron actividades de comunicación que serán implementadas por los comunicadores sociales de cada país y que estarán respaldadas por el Punto Focal de Comunicaciones de ARCAL.

Además, se revisó el flujo del informe a remitir a fin de año (PPAR), documento a cargo de la contraparte líder (DMT), con la ayuda de los insumos entregado por cada una de las contrapartes de los países participantes en el proyecto.

- La segunda actividad fue el *Regional Training Course on Imaging Techniques in the Management of Cardiotoxicity/Radiotherapy Complications in Breast Cancer Patient*, el cual se desarrolló en Colombia entre el 16 al 20 de agosto 2022. En esta ocasión, se contó con la participación nacional de los doctores Aurelio Mendoza Paulini, médico cardiólogo y médico nuclear, que labora en el Instituto Nacional Cardiovascular INCOR, y el doctor Julio Mamani Tito, médico nuclear del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins.

Durante el evento se desarrollaron temas académicos relacionados a la patología cardiovascular con énfasis en las diferencias según sexo, género y otras enfocadas al problema emergente de la Cardio-Oncología. Se abordaron temas epidemiológicos en Latinoamérica evidenciando la falta de información estadística homogénea entre los países. De esta manera, se enfatizó que la patología cardiovascular en la mujer tenía características propias relacionadas con las distintas etapas de la vida biológica en la mujer que modifican la presentación clásica de los signos y síntomas cardiovasculares. El hecho de tener diferencias según sexo plantea retos en cuanto al uso de las imágenes cardiovasculares para el diagnóstico de enfermedad coronaria, la cual se enfoca en la demostración de enfermedad arterial coronaria epicárdica como principal causa de



dolor torácico en los varones y, en el caso de la mujer, se debe más a problemas de la microcirculación coronaria.

Los problemas cardiovasculares asociados a los pacientes que padecen enfermedad oncológica fue un tópico tratado dando énfasis a la importancia del manejo conjunto con otras especialidades médicas, de esta manera se propone una subespecialidad llamada cardio oncología.

Por otro lado, se enfatizó en que el síndrome coronario agudo o crónico en mujeres se asocia a más casos de insuficiencia cardiaca con fracción de eyección preservada, así como a otros factores agravantes además de los ya conocidos. Esto último, determina que las mujeres no sean tratadas oportunamente ya que se sigue un enfoque basado en los estudios clínicos donde la participación de la mujer es menor y que sabemos desarrollan un cuadro clínico diferente al de los hombres.

Se hizo énfasis en el manejo de los factores de riesgo cardiovasculares, pero se añadió la importancia del resultado adverso del embarazo, trastornos inflamatorios sistémicos, apnea del sueño, terapias basadas en cáncer, y los contribuyentes psicológicos que pueden afectar de manera desproporcionada a las mujeres, como la depresión y la ansiedad siendo estos factores emergentes de enfermedad coronaria.

La tecnología PET/CT se posiciona como la mejor alternativa no invasiva para el estudio de la enfermedad microvascular, permitiendo evaluar de manera objetiva la reserva de flujo coronario y poder precisar los distintos mecanismos fisiopatológicos de esta enfermedad, así como permitir la estratificación temprana del riesgo cardiovascular sobre todo en las mujeres.

La RMN es otra de las técnicas que se usa para valorar principalmente la carga de fibrosis y con el uso de nuevas secuencias permite cuantificar la verdadera carga fibrótica en casos de que esta sea difusa permitiendo un abordaje terapéutico y pronóstico más preciso de las enfermedades infiltrativas en los escenarios clínicos de la Amiloidosis y Sarcoidosis.

La tomografía por su alto valor predictivo negativo es un procedimiento que contemplan las actuales guías en la evaluación de pacientes con sospecha de enfermedad coronaria crónica de riesgo intermedio. Además, aporta información de otras patologías cardíacas, asociadas al dolor torácico en las mujeres como la disección coronaria, anomalías de origen coronario, ectasia coronaria entre otras, que pueden estar subestimadas por las técnicas funcionales y no poder contribuir para su mejor abordaje.

Hoy sabemos que el Score de Calcio una forma de medir la carga aterosclerótica en las arterias coronarias ayuda a predecir los eventos coronarios con un alto valor predictivo negativo, pero no sería suficiente, en la valoración del dolor torácico en la mujer, que podría tener otras causas no ateroscleróticas, no por ello menos importantes de síndrome coronario.

La ecocardiografía con el uso de herramientas como el Strain longitudinal global (GLS) emerge como una alternativa para la identificación subclínica de insuficiencia cardiaca



en pacientes oncológicos y también formar para el seguimiento, cuando la Fracción de Eyección se mantiene aún en rangos normales.

Hoy surgen términos como la Prehabilitación y Rehabilitación en el contexto de la Rehabilitación Cardíaca, acciones que permiten evaluar al paciente antes y durante el tratamiento oncológico dando énfasis al ejercicio como parte crucial para evitar el deterioro de la función ventricular izquierda.

Finalmente, el abordaje de los tumores cardíacos con el propósito de una presunción diagnóstica con el uso de la RMN y PET/CT jugarían un rol importante en la evaluación de estos pacientes, con énfasis al grupo etario, localización y caracterización tisular, así como el índice metabólico, para valorar en forma integral el diagnóstico etiológico.

- El tercer evento se desarrolló en Brasil del 11 al 15 de octubre de 2022, bajo el título *RTC on the Utilization of Imaging Techniques in the Management of Cardiovascular Diseases in Women*.

Los objetivos fueron conocer la realidad de la enfermedad cardiovascular en la mujer en Latinoamérica, contar con la elaboración de documentos consensuados para la región, así como establecer centros regionales y nacionales incluyendo centros de diagnóstico multimodal.

El evento permitió conocer más sobre la fisiopatología de la enfermedad cardiovascular en la mujer. Enfatizar que aparte de los factores de riesgo clásicos para enfermedad coronaria existen otros factores llamados emergentes que se deben tomar en cuenta, como la preeclampsia, menopausia, estados de ánimo ansioso depresivos, enfermedades reumatológicas e inflamatorias, privación de sueño, entre otras, y que se asocian también a una mayor prevalencia de cáncer.

Se desarrollaron temas sobre la tecnología más adecuada para diagnosticar los casos de enfermedad coronaria en la mujer resaltando el uso de estudios anatómicos como la tomografía axial computarizada (TAC) para descartar causas no ateroscleróticas como son un “Score de calcio cero”, disección coronaria, ectasia coronaria, arteritis, pericarditis, puentes intramiocárdicos como los más frecuentes. Sin embargo, se sabe también que la enfermedad microvascular juega un rol importante en la fisiopatología del dolor y es allí donde los estudios de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) y los de Tomografía por emisión de positrones (PET) toman mayor relevancia principalmente esta última ya que es más específica en localizar el lugar de obstrucción dentro de la microvasculatura.

Acudimos al centro Edson Bueno, un centro de educación y entrenamiento en técnicas de alta tecnología, realizando prácticas orientadas a distintas especialidades como cardiología intervencionista, gastroenterología, cirugía entre otros. En este centro se utiliza tecnología robótica para realizar procedimientos de alta complejidad disminuyendo la exposición a la radiación. También visitamos las instalaciones del centro de Oncología Integrado Américas donde pudimos apreciar el flujo de trabajo y la tecnología de imágenes que utiliza este centro privado constituido por tres empresas



privadas del rubro de la salud. El uso de imágenes híbridas es parte natural del proceso de diagnóstico por imágenes sobre todo con equipos PET/CT SPECT/CT.

RLA6089 Uso de isótopos estables para reducir los riesgos nutricionales en mujeres embarazadas y su impacto en los lactantes (ARCAL CLXXXIV)
Coordinadora del Proyecto: Edith Rosana Huamán Guadalupe, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)

La doble carga de la malnutrición es un importante problema de salud pública en América Latina y el Caribe (ALC), junto con la anemia y otras deficiencias de micronutrientes. Datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que las Américas es la región con mayor sobrepeso y obesidad del mundo, con una prevalencia en adultos de 63,4% para sobrepeso y casi 30% para obesidad; para mujeres, las cifras son 40% (sobrepeso) y 15% (obesidad), pero la desnutrición persiste. Otro antecedente importante es la anemia en el 19,1% de las mujeres en edad reproductiva, en la que en general, prevalecen las deficiencias de micronutrientes. Todas las formas de malnutrición coexisten con el aumento de las Enfermedades No Transmisibles (ENT).

El objetivo del proyecto es identificar el riesgo nutricional en la gestante y su impacto en el lactante mediante técnicas de composición corporal utilizando isótopos estables.

Entre los años 2022 y 2024 se tomarán muestras a 30 mujeres embarazadas escogidas de acuerdo a muestreo no probabilístico, en los 3 trimestres del embarazo y a sus lactantes en el tercer mes de vida, en áreas seleccionadas de Perú, que involucran Junín y Huancavelica, aplicando los códigos de ética y respetando las opciones y tradiciones culturales. Para garantizar la población de estudio, se reclutarán 50 gestantes al inicio de su embarazo. Se espera culminar el estudio con 30 binomios madre-hijo en los lugares seleccionados.

Durante el 2022, la coordinadora nacional y su equipo de trabajo participaron en las siguientes actividades:

- Primera Reunión Virtual de Coordinación del Proyecto RLA6089, realizada del 7 al 9 de marzo de 2022.
Participaron Edith Rosana Huamán Guadalupe (coordinadora nacional del proyecto), Delia Palmira Gamarra Gamarra y Doris Marmolejo Gutarra, de la Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Curso Regional de Capacitación en Estandarización de Técnicas para la Evaluación de la Composición Corporal en el Embarazo y la Infancia, realizado en Hermosillo, México, del 28 de noviembre al 2 de diciembre de 2022.
Participaron Edith Rosana Huamán Guadalupe (coordinadora nacional del proyecto) y Elizabeth Nelly Paitan Anticona, de la Universidad Nacional del Centro del Perú.



RLA6090 Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII)
Coordinadora del Proyecto: Carla Cabrera Moreno, Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Centro

Un objetivo prioritario de los gobiernos es mejorar el acceso de la población a la atención de la salud, en el contexto de un crecimiento sostenible. Dado que el cáncer es la segunda causa de muerte en América Latina y el Caribe (ALC), la promoción del acceso a técnicas y protocolos modernos en la terapia del cáncer continúa siendo prioritario. Sin embargo, para la mejora continua, es necesario formular políticas gubernamentales que satisfagan las necesidades y promuevan la calidad del servicio. Este proyecto tiene como objetivo desarrollar y difundir un sistema de información relacionado con la terapia del cáncer de cuello uterino, uno de los tipos de mayor impacto en la región, para estimar las tendencias futuras y orientar las políticas públicas. Este sistema incluirá la cantidad y características de las terapias ofrecidas, además de promover la calidad de los procedimientos realizados. Conocer y actualizar las técnicas realizadas, asociadas al porcentaje de pacientes que las necesitan; las dosis y fracciones involucradas; la calidad y seguridad de los procedimientos, además del seguimiento del paciente después de la terapia; es información relevante para asegurar el buen desempeño de los servicios instalados para otorgar subsidios a proyectos para una distribución más equitativa del acceso en regiones alejadas de los grandes centros. En cuanto a la calidad y seguridad de los procedimientos, la curación y supervivencia de los pacientes está íntimamente ligada a los constantes programas de capacitación y sistemas de aseguramiento de la calidad que existen. Estos programas deben ser desarrollados por el propio servicio de radioterapia, para asegurar la adecuación de cada tratamiento realizado, así como la protección radiológica del paciente y de los profesionales, que se logrará mediante capacitaciones y auditorías externas promovidas por organismos nacionales e internacionales. Al final del proyecto se pretende desarrollar un sistema que contribuya a los programas nacionales de control del cáncer, promoviendo el acceso de la población a servicios de radioterapia seguros y de calidad, manteniendo su sostenibilidad.

Participación del Perú en actividades realizadas en 2022:

- Primera Reunión Regional de Coordinación del Proyecto RLA6090, realizada de forma virtual del 21 al 23 de febrero de 2022. Participaron: Carla Cabrera Moreno (coordinadora nacional del proyecto) y su equipo de trabajo, conformado por Juan Carlos Arzapalo Porras y Jose Fernando Robles Diaz del IREN Centro.
- Curso Regional de Capacitación sobre Gestión de Calidad en Radioterapia, realizado del 29 de agosto al 2 de septiembre de 2022 en Lemont, Illinois, Estados Unidos de América. Participó el equipo completo del Centro de Radioterapia del Hospital de Alta Complejidad Virgen de la Puerta – EsSalud Trujillo, conformado por Juan José Fernández Torres, Juan José Mori Rojas y Katherine Janeth Cueto Torres.
- La coordinadora del proyecto participó también en una reunión de coordinación realizada el 19 de octubre de 2022, tras la cual se conformó el grupo de trabajo para evaluar y difundir los resultados del proyecto.

**RLA7026 Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y de sus efectos en el riesgo de cianobacterias que producen cianotoxinas (ARCAL CLXXVIII)****Coordinadores del Proyecto: Nilton Inga Infanzón, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Elías Valdivia Roldá, Autoridad Autónoma de Majes**

A escala regional, uno de los principales problemas de la calidad de agua es el incremento progresivo de la contaminación y eutrofización de los ambientes acuáticos. En la región, 33 millones de latinoamericanos carecen de agua potable y 110 millones no tienen acceso al saneamiento. Así, varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son vinculantes con la reducción de la contaminación del agua y la consecuente protección de los ecosistemas acuáticos (ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres), saneamiento y disponibilidad del agua (ODS 6: Agua limpia y saneamiento), y reducción de las enfermedades humanas vinculadas a aguas contaminadas (ODS 3: Salud y bienestar).

En Latinoamérica y el Caribe solo el 5% de las aguas servidas urbanas e industriales de la región reciben algún tratamiento y la región consume el 10% del total mundial de fertilizantes. Unido a las malas prácticas de gestión ambiental, este fenómeno está produciendo la disminución en la calidad del recurso hídrico y un incremento de la eutrofización.

La contaminación y la eutrofización de los cuerpos de agua están asociadas a la alta concentración de nutrientes como nitrógeno y fósforo (contaminación inorgánica), provenientes de la actividad agrícola y de efluentes cloacales, así como al incremento de la materia orgánica disuelta y particulada en los cuerpos de agua (contaminación orgánica). En este contexto, conocer las fuentes de origen, ya sean autóctonas o alóctonas, de estos compuestos es de fundamental importancia para guiar la gestión y manejo de los ecosistemas acuáticos, y garantizar así la protección de los bienes y servicios que provee a las poblaciones humanas. Adicionalmente, los desechos de actividades antrópicas industriales suponen una fuente importante de contaminación por metales pesados, con las consecuencias para la salud humana que ello implica.

La contaminación orgánica e inorgánica no solo repercute en la calidad del agua para actividades humanas, sino que también produce cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema desde una perspectiva biológica. Particularmente, la eutrofización está vinculada a un incremento en el desarrollo de cianobacterias productoras de toxinas, llamadas cianotoxinas, que interfieren en el uso y calidad del agua al alterar negativamente las características organolépticas del agua.

La proliferación de cianobacterias en cuerpos de agua dulce es un fenómeno recurrente y ampliamente extendido en LAC, aunque en algunos países de la región ha sido poco estudiado. Estos fenómenos suponen un riesgo potencial en la salud humana al desarrollarse en aguas de uso doméstico, en fuentes de abasto, en la acuicultura y en las aguas de recreo.

El riesgo generado por la proliferación de cianobacterias ya ha sido reconocido por la Organización Mundial de la Salud debido a la capacidad de las cianobacterias para producir toxinas. Estas toxinas se clasifican en tres categorías que son: las neurotoxinas, que actúan en la transmisión del impulso nervioso y pueden provocar la muerte por parálisis respiratoria; las



hepatotoxinas, que ocasionan lesiones hepáticas y se les atribuyen efectos cancerígenos; y las dermatotoxinas, que provocan irritaciones sobre cualquier tejido expuesto.

A pesar de la gravedad del problema, en la región no existe suficiente información y capacidad analítica para la determinación de la concentración y origen de contaminantes orgánicos e inorgánicos. Además, las capacidades para la identificación de especies de cianobacterias y la evaluación del riesgo e impactos en los sistemas acuáticos producidos por la proliferación de cianobacterias, son escasas y únicamente han sido desarrolladas en pocos países de la región. La superación de estos impedimentos permitiría fortalecer los sistemas de vigilancia, monitoreo y alerta temprana que minimicen los riesgos de envenenamiento en la población y afectaciones a los recursos acuáticos.

Complementariamente, el Perfil Estratégico Regional para América Latina y el Caribe (PER) 2022-2029 de ARCAL, reconoce la insuficiente evaluación del impacto de la contaminación por plaguicidas, compuestos orgánicos persistentes, metales pesados y otros contaminantes de origen antropogénico y natural en aguas y suelos. Y consecuentemente, recomienda disponer de estudios de evaluación del impacto de la contaminación de origen antropogénico y natural en suelos y aguas, con ayuda de técnicas nucleares.

En los últimos años, países de la región como Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Argentina y Nicaragua, bajo el auspicio de ARCAL-OIEA, han introducido en los programas nacionales de monitoreo el ensayo nuclear Receptor Binding Assay (RBA) para la cuantificación de la toxicidad en organismos marinos, así como técnicas de reconstrucción de bases de datos de contaminantes utilizando registros ambientales y la radiocronología en zonas costeras, y el uso de isótopos ambientales para la identificación de fuentes de materia orgánica. La falta de articulación regional, la poca integración de protocolos de muestreo y análisis de laboratorio, la ausencia de ejercicios de inter-calibración regionales, la inapropiada infraestructura y la baja capacidad de entrenamiento del personal en estas técnicas son fuertes limitantes para lograr un servicio regional o subregional que permita a los países hacer frente a la contaminación del agua y los impactos que esto genera.

Participación del coordinador de proyecto en actividades durante 2022

Con fecha del 9 de noviembre de 2022 se realizó la primera reunión de presentación de los representantes del Perú que participan en el proyecto RLA7026 ante el DTM (Dr. Oscar Armando Amaya Monterrosa). La reunión fue solicitada por la contraparte del Perú (Ing. Nilton Inga Infanzón del Instituto Peruano de Energía Nuclear), dada la adhesión del país al proyecto.

Durante la reunión, el equipo de trabajo del Perú conformado por la Autoridad Autónoma de Majes y el Instituto Peruano de Energía Nuclear, expuso sobre la zona de estudio, capacidades técnicas de los laboratorios y la normativa nacional; posteriormente se realizaron consultas dirigidas al DTM referente a los avances realizados según cronograma propuesto en el proyecto RLA7026.

El 22 de noviembre de 2022, se organizó una reunión interna entre instituciones nacionales (AUTODEMA e IPEN), con el objetivo de establecer programas de monitoreo, conocer de las técnicas y su integración a mayor detalle, establecer un repositorio para consolidación de la



información y monitoreo de avances. La programación acordada establece el inicio de monitoreo en enero del 2023.

RLA0069 (ext.) Promoción de la gestión estratégica y la innovación en las instituciones nucleares nacionales mediante la cooperación y la creación de asociaciones Fase II
Coordinadoras del proyecto: Susana Petrick Casagrande y Susana Gonzáles Villalobos,
Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

Las instituciones nucleares nacionales (INN) de los Estados Miembros del Acuerdo para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL), trabajan conjuntamente con el objetivo de potenciar su sostenibilidad y ganar más relevancia y visibilidad. Los esfuerzos apuntan a promover una presencia más fuerte y la oferta de capacidades integradas y dedicadas que estén alineadas para satisfacer los intereses de las partes interesadas, los requisitos del mercado y contribuir a la solución de los problemas de desarrollo nacional. Ya se han logrado avances significativos en términos de ampliar la conciencia entre los tomadores de decisiones y los administradores de los INN sobre la necesidad de alinear sus programas de investigación y desarrollo con los objetivos de desarrollo nacional, así como de realizar una autoevaluación para identificar y abordar las debilidades y problemas persistentes. También, aprovechar las nuevas oportunidades de crecimiento y desarrollo nacional. El OIEA ayuda a los INN de la región mediante la elaboración y difusión de directrices y la prestación de asesoramiento para lograr la sostenibilidad de los mismos. Este esfuerzo debe continuar durante más ciclos de cooperación técnica, a fin de ayudar a los INN a desarrollar e implementar estrategias para lograr plenamente servicios sostenibles que puedan posicionarlos como verdaderos socios en el desarrollo de sus países mediante el uso de la ciencia y la tecnología nucleares. Se ha mapeado los servicios de los INN en la región, lo que facilitará la cooperación entre instituciones para el desarrollo socioeconómico y aumentará la visibilidad de los servicios mejorando la contribución generada por éstos.

En el IPEN se han conformado los siguientes equipos de trabajo:

- Dirección de Producción: Productos y servicios de la Planta de Producción de Radioisótopos (PPR) y el Reactor de Investigación RP10
- Dirección de Servicios: Servicios LSCD
- Dirección de Servicios: Servicios de irradiación gamma, aplicando la tecnología de irradiación para conservación de alimentos, mejora de cultivos y aplicaciones médicas

Participación del coordinador de proyecto en actividades durante 2022:

- Durante el año 2022 no se participó en reuniones presenciales ni virtuales.
- Cinco representantes nacionales participaron en el Taller Virtual Somos Potencia: Inclusión de la Perspectiva de Género en el Sector Nuclear de América Latina y el Caribe, realizado el 9 y 10 de mayo 2022.

**RLA1014 (ext.) 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)**

El objetivo general del proyecto RLA1014 es promover la implementación de sistemas de certificación de personal de capacitación y calificación de ensayos no destructivos (END) de acuerdo con las normas ISO 9712 e ISO 17024, en aquellos países de la región donde aún no cuentan con dicha metodología, así como actualizar los sistemas de certificación existentes para países con métodos avanzados de END. En ambos casos, la formación está orientada principalmente a la inspección de estructuras civiles e industriales para determinar el estado de su integridad estructural. Específicamente, se establecerá centros subregionales especializados en la inspección de estructuras civiles.

En el proyecto participan 12 países de la región: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, México, Perú, Uruguay y Venezuela.

Los resultados esperados de este proyecto son:

1. Equipo de manejo de proyecto establecido.
2. Sistemas de certificación de personal establecidos en los países participantes.
3. Países actualizados en técnicas avanzadas seleccionadas.
4. Infraestructura en los métodos de inspección END para estructuras civiles implementadas para dos países seleccionados.
5. Red regional establecida.

Durante el 2022, Perú continuó con 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 menciona:

- a) Recepción en las instalaciones del SENCICO, de cuatro lotes de equipos donados por la OIEA:
 - a. **Tercer lote (Orden de Compra N° 202013163-RL)**
 - Dron Térmico VIEW PULSE
Recepcionado en las instalaciones de SENCICO el 21 de julio de 2022
 - b. **Cuarto lote (Orden de Compra N° 202014318-RL)**
 - Medidor nuclear de densidad y humedad
Recepcionado en las instalaciones del IPEN el 17 de agosto 2022
 - c. **Quinto lote (Orden de Compra N° 202010752-TT)**
 - Fuentes radiactivas Cs-137 y Am-241-Be
Recepcionado en las instalaciones del IPEN el 09 de noviembre 2022
 - d. **Sexto lote (Orden de Compra N° 202103791-RL)**
 - Detectores de centelleo para aplicaciones industriales, sistema de adquisición de datos, software RTD, cables eléctricos



En proceso de desaduanaje por el IPEN

b) Capacitación:

- a. Capacitación de 04 integrantes del equipo técnico de SENCICO, en un curso virtual, auspiciado por el OIEA, sobre Nivel 2 de personal en ensayos no destructivos (END). Se llevó a cabo del 01 al 05 de agosto 2022.
- b. Capacitación de 03 integrantes del equipo técnico de SENCICO, en un curso regional para la certificación del Nivel 1 del personal en la esfera de los ensayos no destructivos (END). Se llevó a cabo en Buenos Aires, Argentina, del 07 al 18 de noviembre 2022.

c) Misión de experto:

- a. Del 17 al 21 de enero 2022, se recibió la visita del experto Sr. Abel Domato Jayo, quien dictó un Curso Nacional de Capacitación sobre Conceptos Básicos y Técnicas Primarias y Secundarias de END para Estructuras Civiles, que contó con la participación de 17 profesionales de SENCICO, CISMID y consultores privados.

Perú, como país participante en la ejecución del proyecto RLA1014, ha contado durante el 2022 con un equipo técnico y apoyo administrativo del IPEN y SENCICO. Entre los principales profesionales, integrantes del mencionado equipo técnico, se citan:

1. Susana Gonzáles Villalobos – IPEN
2. María Isabel Canchari – IPEN
3. Jorge Condori Ccari – IPEN
4. Gabriela Esparza Requejo – SENCICO
5. Rafael Torres Rojas – SENCICO

Participación del coordinador de proyecto en actividades durante el 2022:

El Coordinador del proyecto participó en el WEBINAR ARCAL- OIEA: “Tecnología con Radiaciones” realizado el 4 de octubre de 2022.

RLA1019 (ext.) 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)

Coordinadora del Proyecto: Paula Ofelia Olivera de Lescano, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

El patrimonio cultural es el legado de artefactos físicos y atributos intangibles de un grupo o sociedad que son heredados de generaciones pasadas y mantenidos para el beneficio de las generaciones futuras. El patrimonio cultural incluye obras de arte, artefactos en colecciones de museos, libros, manuscritos, dibujos, documentos de archivo, instrumentos musicales, objetos etnográficos, arqueológicos hallazgos, colecciones de historia natural, edificios históricos y



lugares históricos, monumentos y objetos del patrimonio industrial, aspectos no solamente importantes para la cultura, sino también para el turismo, la economía e identidad nacional. Preservarlo en las mejores condiciones posibles, para las generaciones futuras es un desafío significativo.

La preservación de los artefactos del patrimonio cultural existentes sigue planteando un serio desafío. Se han desarrollado métodos químicos y físicos para el tratamiento y restauración de bienes del patrimonio cultural. Sin embargo, los métodos químicos pueden dejar componentes indeseables, y los métodos físicos generalmente usan condiciones extremas que no son adecuadas para algunos tipos de material.

El objetivo del proyecto es la aplicación de la tecnología de radiaciones para la preservación del patrimonio cultural. Está dirigido a la comunidad conservacionista (curadores, conservadores/restauradores, registradores, historiadores del arte, arqueólogos, científicos, académicos y público en general).

El Perú participa del proyecto RLA1019 “Fortalecimiento de las Capacidades para la Utilización de la Tecnología Nuclear y Radiaciones para la Caracterización, Conservación y Preservación del Patrimonio Cultural” (ARCAL CLXVII), a través del Archivo General de La Nación (AGN), la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

Durante el periodo 2022 el IPEN (contraparte principal) y la PUCP (entidad asociada) participaron en reuniones de coordinación y se formaron equipos de trabajo para desarrollar el análisis de 60 muestras metálicas de los sitios arqueológicos de Higuera 1 – Esquivilca B en Chilca.

Se propuso lo siguiente:

- a) Conformar un equipo de trabajo integrado por:

Entidad	Representantes	Responsabilidades
Trashumantes S.A.C.	Lucía Balbuena	Toma de muestra metálica de Sitio Arqueológico Loop Costa en Higuera 1 – Esquivilca B en Chilca
IPEN	Patricia Bedregal Salas Pablo Mendoza Hidalgo Víctor Poma Llantoy Marco Ubillús Namihas	Análisis por Activación Neutrónica de Au, Ag, As, Cu de 60 muestras metálicas
IPEN	Cynthia Cáceres Rivero Paula Olivera de Lescano (+)	Análisis por Fluorescencia de Rayos X de Au, Sn, As, Pb, Cu de 60 muestras metálicas
PUCP	Luisa Vetter Parodi	Coordinación y diseño de metodología de Investigación



b) Coordinación para la toma de muestra:

Tipo	Muestra metálica variada
Procedencia	Proyecto de Rescate Arqueológico Loop Costa
Sitio arqueológico	Higueras 1 Esquivilca B

Participación de la coordinadora del proyecto en actividades durante el 2022:

- Durante el 2022, la coordinadora del proyecto no participó en eventos.
- Una profesional nacional participó en el Taller sobre enfoques innovadores en materia de ciencia y tecnología de aceleradores para la gestión sostenible del patrimonio, realizado en Viena, Austria, del 13 al 16 de junio de 2022.

RLA5077 (ext.) 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 Chavarri Velarde, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)**

El cambio climático es una gran amenaza para América Latina y el Caribe. Pone en peligro la producción agrícola debido a las temperaturas más altas, los cambios en los patrones de lluvia y la mayor incidencia de fenómenos meteorológicos extremos. El desafío para la región es producir suficientes alimentos para satisfacer la demanda de una población en crecimiento a medida que el cambio climático empeora la distribución desigual de la disponibilidad de agua, tanto estacional como geográficamente. Por lo tanto, existe la necesidad de mejorar la eficiencia en el uso del agua a través de las mejores prácticas agrícolas, incluida la agricultura de conservación, el riego eficiente, la recolección de agua de lluvia y la mejora de la fertilidad del suelo a través del uso estratégico de fertilizantes minerales/orgánicos, cultivos de cobertura y reducción de pérdidas de nutrientes por lixiviación.

El proyecto se enfoca en evaluar estrategias de mitigación-adaptación al cambio climático que podrían conducir no solo a mejorar la eficiencia en el uso del agua, sino también a una reducción en las pérdidas de fertilizantes. El proyecto consiste en utilizar técnicas nucleares como el oxígeno-18 (^{18}O) y el hidrógeno-2 (^2H) para dividir la evapotranspiración en evaporación del suelo y transpiración de cultivos para mejorar la eficiencia en el uso del agua en diferentes niveles de campo. Junto con un enfoque de modelado y medición del agua del suelo, proporcionará información crítica a los agricultores para comprender el impacto de sus técnicas agrícolas en la pérdida de agua a través de los procesos de transpiración y evaporación. Además, el proyecto utilizará nitrógeno-15 (^{15}N) para rastrear las pérdidas de nutrientes a través del drenaje profundo. Adicionalmente, el proyecto generará datos para mejores estimaciones del uso del agua, lo que nos permitirá hacer un mejor uso del agua y abordar la baja productividad en las zonas agrícolas. El proyecto está alineado con las condiciones geográficas y socioeconómicas de la región, ya que los cambios en las lluvias y las sequías prolongadas son un denominador común para la región. Los resultados conducirán a una mejor comprensión de los procesos involucrados en el uso del agua de la planta.



Actividades desarrolladas en 2022:

a) Capacitación

Durante el 2022, se participó en 01 curso:

Virtual Regional Training on the Advanced Use of AquaCrop Model: Climate Change Simulations and AquacropGIS, realizado de manera virtual, los días del 1, 2, 7 y 8 de junio de 2022.

El programa de capacitación consistió en desarrollar las siguientes temáticas. 1) Efectos del Control de Calidad (CC) en la producción de los cultivos y requerimientos de irrigación, 2) Simulación de los impactos del CC mediante el AQUACROP, 3) Simulación de estrategias de adaptación al CC con el AQUACROP.

Los conocimientos adquiridos serán incorporados en algunos cursos de la Maestría de Recursos Hídricos de la EPG – UNALM.

b) Divulgación

Durante el 2022, se participó en 01 evento de divulgación virtual sobre técnicas isotópicas en la UNALM.

Finalmente, se participó en la reunión final del proyecto del 06 al 08 de diciembre de 2022, en donde se presentaron los resultados finales obtenidos por cada uno de los países participantes.

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

Coordinadores del proyecto: Jonathan Alfaro Jaucha, Instituto del Mar del Perú (IMARPE); y Jorge David Rojas Cárdenas, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

La acuicultura es el sector de alimentos para consumo humano de más rápido crecimiento en el mundo. En 1974, la acuicultura aportaba el 7% del pescado para consumo humano, proporción que subió al 53% en 2016. Sin embargo, a pesar del crecimiento exponencial de la actividad, existen factores que aún limitan el consumo de productos derivados de la acuicultura. Factores importantes en este sentido son la desconfianza de los consumidores sobre la inocuidad del producto, así como la contaminación del agua en el afluente y los efluentes de las unidades de producción acuícola (UPA). Actividades como la agricultura, la ganadería e incluso la propia acuicultura son fuentes de contaminación, ya que el uso de agroquímicos, pesticidas, antibióticos, desinfectantes y desechos biológicos son una fuente constante de contaminación del agua. En América Latina y el Caribe, el uso indiscriminado de estos compuestos contaminantes se ha incrementado exponencialmente en países como Brasil, Argentina, México, Ecuador, Perú, entre otros, generando incertidumbre sobre la inocuidad de los productos alimenticios consumidos. Por ello, es prioritario establecer protocolos para el seguimiento e identificación de patrones de distribución de los probables contaminantes derivados de la agricultura, ganadería y acuicultura con el fin de garantizar productos inocuos para la seguridad alimentaria. El objetivo es generar un manual de protocolos estandarizados para mejores prácticas en inocuidad y seguridad alimentaria que contenga un plan general de



acción para la implementación de técnicas radioanalíticas y complementarias, que permitan elevar la calidad y sanidad de los productos derivados de la acuicultura. Esto se realizará a través de encuentros virtuales para reunir e intercambiar experiencias y conocimientos sobre la evaluación, manejo y exposición de potenciales contaminantes para la inocuidad de los alimentos, así como la implementación de técnicas nucleares para su adopción. Como paso final, se elaborará un manual correspondiente con protocolos estandarizados que garanticen la seguridad alimentaria.

Se realizaron reuniones virtuales para el intercambio de experiencias y conocimientos sobre la evaluación, gestión y exposición de contaminantes potenciales para la seguridad alimentaria, así como la adopción e implementación de técnicas nucleares.

El OIEA se comprometió a donar estándares para la realización de prácticas analíticas en los laboratorios de investigación de las instituciones participantes (IMARPE/IPEN).

Los estándares solicitados al OIEA y recibidos por el Perú son:

- SRM1640 y Agilent Tuning Solution 125mL.
- 03 Material de referencia VSMOW2
- 03 Material de referencia SLAP2
- 03 Material de referencia GRESP
- Material de referencia USGS47
- Material de referencia USGS50
- Material de referencia SRM1640

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

Roxana Nohelia Ventocilla Reaño, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)

El Perú, al igual que muchos países de América Latina y el Caribe, reconoce 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, ha ejecutado durante el año 2022 su Programa Anual de Monitoreo de Contaminantes en alimentos agropecuarios primarios, con el fin de verificar la inocuidad de los alimentos de consumo local y de agro exportación así como el de generar datos e información para la toma de decisiones. El Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos (UCCIRT) es el laboratorio oficial del SENASA y durante el año 2022 ha realizado aproximadamente 60 000 análisis correspondientes a los análisis de los principales contaminantes en 35 alimentos agropecuarios, entre los cuales podemos mencionar el



espárrago, palta, café, quinua, cacao y frutas cítricas, productos bandera en temas de exportación y otros para consumo local. Los análisis realizados corresponden a análisis de residuos de plaguicidas, medicamentos veterinarios, micotoxinas, metales pesados, así como ensayos microbiológicos.

El presente proyecto busca aprovechar los datos disponibles de los programas de monitoreo entre los participantes de la región de Latinoamérica y el Caribe 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 con el establecimiento de un sistema de información regional, que incluye un sistema de alerta rápida.

Participación en el proyecto durante 2022:

Como parte del programa de trabajo del proyecto regional RLA5080, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria, contraparte nacional, participó de las reuniones de coordinación realizadas en 2022 de forma virtual.

Se realizaron cuatro reuniones conjuntas, en las cuales se abordaron los siguientes puntos:

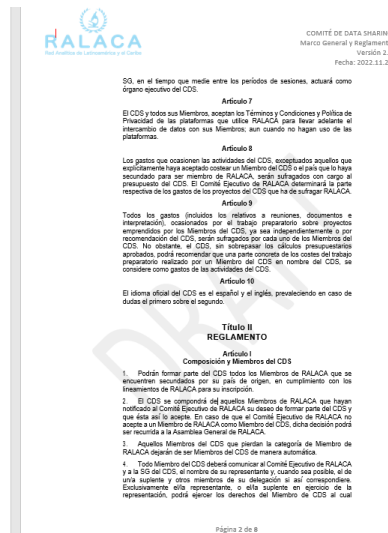
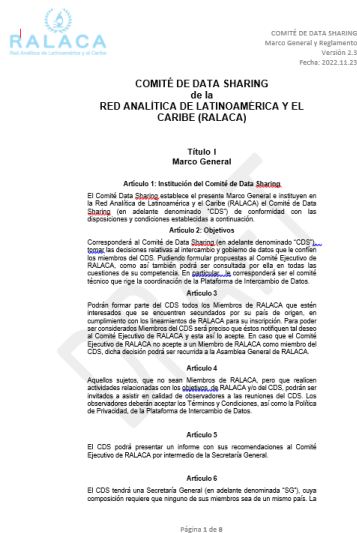
1. Presentación y revisión del marco legal para el establecimiento del Comité de Data-Sharing (RALACA-DSC). Reunión realizada el 8 de marzo de 2022, en el marco de la Red Analítica de Latinoamérica y el Caribe (RALACA).
2. Presentación y revisión del marco legal propuesto. Reunión realizada el 30 de mayo de 2022.
3. Primera versión de la base de datos RALACA-DSC. Reunión realizada el 25 de abril de 2022.
4. Reglamento RALACA-DSC. Reunión realizada el 23 de noviembre de 2022.

Como consecuencia se han alcanzado las siguientes metas:

1. A nivel de proyecto regional, el desafío fue participar en el establecimiento del Reglamento de la Red de Intercambio de datos de Inocuidad Alimentaria entre los países de la Región de Latinoamérica y el Caribe (RALACA), el cual es muy importante para la toma de decisiones y para responder a desafíos emergentes de manera coordinada. Formar parte de la Red significó un mejoramiento en la calidad de los datos emitidos durante la ejecución de los Programas de Monitoreo de Contaminantes en alimentos en materia de inocuidad agroalimentaria que realizó el SENASA durante el 2022, a través de su laboratorio oficial, el Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos (UCCIRT), puesto que el intercambio de información científica y el fomento de la cooperación científica permitió la revisión y afinamiento de las principales metodologías utilizadas para la ejecución de los análisis y obtención de datos.
2. A nivel país durante el año 2022 se han realizado 60 000 análisis correspondientes a los análisis de los principales contaminantes en 35 alimentos agropecuarios entre los cuales podemos mencionar el espárrago, palta, café, quinua, cacao y frutas cítricas, productos bandera en temas de exportación y otras para consumo local. Los análisis realizados corresponden a análisis de residuos de plaguicidas, medicamentos veterinarios, micotoxinas, metales pesados, así como ensayos microbiológicos, por tanto, ahora se



dispone de mucha información de datos analíticos generados en términos de inocuidad alimentaria que con el tratamiento responsable permitan garantizar a su vez la seguridad alimentaria de la población en el país.



RLA5081 (ext.) 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 Alberto 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.

Durante el 2022, como parte del proyecto RLA5081, el SENASA ha validado y acreditado bajo ISO/IEC 17025 el método de análisis de MET-UCCIRT/Res-78 “Determinación simultánea de micotoxinas varias: Aflatoxina B1, B2, G1, G2 Aflatoxinas total, Fumonisina B1, B2 Ocratoxina A Deoxinivalenol y Zearalenona” en cereales por UPLC-MS/MS.

Durante el 2022 el coordinador nacional no participó en reuniones o eventos realizados en el marco del proyecto.

RLA6082 (ext.) 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)

El proyecto RLA6082 “Fortalecimiento de las capacidades regionales para prestar servicios de calidad en radioterapia (ARCAL CLXVIII)” tiene como objetivo principal contribuir a incrementar la calidad de vida de los pacientes oncológicos a través del fortalecimiento de los servicios de radioterapia.

Los países participantes son Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela.

Debido a la introducción y aumento de tecnologías en radioterapia de alta complejidad (Braquiterapia 3D de Alta Dosis, sistemas IGRT para realizar tratamientos SRS y SBRT) en la región de América Latina, resulta necesario armonizar la implementación de programas efectivos de aseguramiento de la calidad para nuevas tecnologías en los servicios de radioterapia, a fin de mejorar la eficiencia del tratamiento del cáncer, así como la formación de los recursos humanos de la región.

Con este proyecto se pretende desarrollar, implementar y publicar un sistema integrado de protocolos de aseguramiento de la calidad en radioterapia para realizar tratamientos de radioterapia de alta complejidad de manera segura y sincrónica para el tratamiento del cáncer en América Latina.

La ejecución del proyecto se ha visto 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 fue la finalización de las “Guías de Formación Académica y Entrenamiento Clínico para Físicos Médicos en América Latina y el Caribe” y el trabajo realizado en 2022 para la elaboración de la estrategia de implementación.



Actividades realizadas en 2022:

Reunión sobre la estrategia de implementación de las guías de formación académica y entrenamiento clínico para físicos médicos en América Latina y el Caribe, realizada de modo virtual del 22 al 24 de marzo de 2022. Participaron: Susana Petrick Casagrande (Universidad Nacional de Ingeniería), Alexander Cardenas Solano (INEN) y Bertha García Gutiérrez (Red Auna).

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

Coordinadores del proyecto: Guilmer Agurto Chávez y Eleazar Aliaga Rojas, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

La situación actual relacionada con el desarrollo, preparación, control de calidad y aplicación clínica de radiofármacos en la región de América Latina y el Caribe es altamente heterogénea en aspectos como recursos humanos, instalaciones, investigación, desarrollo y validación. La producción, control de calidad y uso de los radiofármacos están controlados por normativas de cada país que se basan en requisitos internacionales de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Uno de los aspectos clave de BPM es la formación de recursos humanos en las diferentes áreas de la radiofarmacia. Sin embargo, muchos países de la región carecen de la infraestructura para lograr la educación y formación de los recursos humanos necesarios para el desarrollo y aplicación de la radiofarmacia en diferentes campos. En este contexto, este proyecto tiene como objetivo fortalecer los sistemas nacionales de formación y los mecanismos de evaluación, certificación y acreditación de los recursos humanos. Además, los países de la región cooperan para elaborar una estrategia regional y un programa de capacitación para superar las brechas en el desarrollo de recursos humanos de manera sostenible. La idea conceptual es cooperar con instituciones académicas, elaborar un programa de capacitación armonizado y capacitar a los capacitadores en la región. Los esfuerzos serán sostenidos por una red regional de colaboración y capacitación, incluida una plataforma para fines de aprendizaje electrónico.

Durante el año 2022 el coordinador del proyecto ha participado en las siguientes reuniones de forma virtual:

1. Reunión de Coordinadores de Proyecto, realizada el 25 de mayo de 2022
Asunto: evaluar la reprogramación y actualización del plan de trabajo del proyecto.
Resultado: Se actualizó el Plan de Trabajo. Se realizarían los tres cursos pilotos en los países anfitriones ya establecidos al inicio del proyecto: Costa Rica, Colombia y Perú. Los cursos para el 2022 se llevarían a cabo en Costa Rica y Colombia, y en Perú en el 2023. Las actividades estarían sujetas a la disponibilidad de los fondos del OIEA.
2. Respuesta de confirmación de país anfitrión
El 20 de junio del 2022, en calidad de coordinador del proyecto y después de consultar con las autoridades del IPEN, se confirmó al PMO del proyecto que el Perú sería la sede del evento programado para el primer trimestre del 2023: RTC5 Entrenamiento Regional (Piloto) en producción de radiofármacos terapéuticos. El curso está diseñado para 12 participantes, 01 experto y 03 entrenadores.



3. Charla nacional virtual de difusión

El 22 de julio del 2022 se llevó a cabo la Charla “Herramientas para la gestión del conocimiento en el campo de la radiofarmacia”. Dictada por el Q.F. Gumerindo Vila Porras, quien participó en el Curso Regional Virtual de Entrenador de entrenadores en Radiofarmacia, realizado en diciembre del 2021.

4. Coordinación virtual para presentar trabajo para el ISTR-2023

En agosto del 2022 se realizaron coordinaciones virtuales entre los coordinadores de Cuba, Uruguay, Argentina, México, Panamá, Perú y Jamaica para presentar la experiencia del proyecto RLA6084 en el Simposio Internacional sobre Tendencias en Radiofármacos (ISTR- 2023). En el documento se manifiesta la importancia del proyecto como un esfuerzo inicial para superar la limitada disponibilidad de programas educativos y formativos en el campo de la radiofarmacia. Asimismo, se expresa que el objetivo del RLA6084 es fortalecer el sistema regional de capacitación, evaluación y acreditación de recursos humanos en las diferentes áreas de la radiofarmacia.

5. Reunión virtual de Coordinadores

Asunto: Informar de las actividades pendientes en el marco del proyecto.

Resultado: Se nos informó que las actividades programadas ya no se llevarían a cabo por el recorte presupuestal que hizo el OIEA. De los tres cursos pilotos solo se llevaría a cabo el Curso Regional en Colombia en diciembre del 2022. Con este curso se daría por finalizado todas las actividades del RLA6084.

RLA7023 (ext.) 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)

La ciudad de Lima concentra la mayor parte de la población del Perú, convirtiéndose en una de las mega-ciudades de América Latina y El Caribe, donde habita, aproximadamente, un tercio de la población peruana. Este crecimiento ha provocado que muchas de las industrias que antes se encontraban en las afueras de la ciudad, ahora queden inmersas en centros poblados. Asimismo, como está publicado en el Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial 2017-2021, Lima acoge los dos tercios del parque automotor nacional, el cual se ha incrementado indiscriminadamente en los últimos siete años, lamentablemente no en calidad, y de tener 2 millones 286 mil vehículos, en el 2009, pasó a 5 millones 244 mil, en el 2015. La cifra se duplicó por la entrada al país de motocicletas, moto-taxis y camionetas tipo combi, provocando mayor contaminación atmosférica, la que impacta de forma negativa en la calidad de vida y salud de la población.

La exposición a contaminantes del aire se ha asociado a una variedad de efectos adversos a la salud. La evidencia más reciente se centra en los efectos respiratorios y cardiovasculares atribuidos a exposiciones de corto y largo tiempo, respectivamente, así como en los resultados durante el desarrollo del embarazo.



Con el objetivo general de reducir el impacto de las actividades humanas en el deterioro de la calidad del aire, la salud humana y el cambio climático, Perú ha desarrollado las actividades del proyecto en el distrito de Carabayllo, tomando muestras de aerosoles atmosféricos PM10, desde abril de 2019 hasta marzo de 2020. Luego, las muestras se analizaron para determinar metales por las técnicas analíticas de ICP-MS, AAN; carbón orgánico y carbón elemental por el método NIOSH y por la técnica de cromatografía iónica los iones fluoruro, cloruro, nitrato y sulfato, estos últimos con el apoyo del Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad de Costa Rica. Y finalmente, evaluando los resultados con el método, Positive Matrix Factorization (PMF), se pudo determinar las posibles fuentes de contaminación.

La implementación del proyecto ARCAL RLA7023, titulado “Evaluación de componentes de aerosoles atmosféricos en áreas urbanas, para mejorar la gestión de la contaminación del aire y el cambio climático”, se inició con la primera reunión de coordinadores de proyecto realizada en la ciudad de Buenos Aires, Argentina, del 20 al 23 de marzo de 2018, donde se estableció el plan de trabajo, estrategias para su implementación, y presupuesto para 02 años de proyecto.

Sin embargo, a raíz de la pandemia por la COVID-19, las actividades programadas fueron postergadas y se extendió el proyecto hasta el año 2022. En el 2021 se terminaron los análisis de las muestras y la evaluación de los resultados.

En el 2022 se presentaron los resultados en la conferencia internacional denominada 8th International k0-Users’ Workshop, llevada a cabo del 6 al 10 de junio de 2022 en Liubliana, Eslovenia; considerando que parte de los resultados obtenidos para metales se realizó utilizando el análisis por activación neutrónica, método del ksubcero.

Del 23 al 26 de julio de 2022, el Ministerio del Ambiente del Perú, organizó el evento “La Ciencia, Innovación y el Uso de Tecnología para asegurar la Sostenibilidad Ambiental: Un Encuentro Científico Ambiental 2022”, donde se presentaron los resultados del proyecto a los tomadores de decisiones y a la sociedad.

2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL

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

- Reuniones de inicio de los proyectos ARCAL del ciclo 2022-2023, modalidad virtual.
- Reuniones del Grupo Directivo, los Coordinadores de Áreas Temáticas (CATs) y la Secretaría, para la presentación de la evaluación realizada por los CATs con respecto a las propuestas de proyectos recibidas para el ciclo 2024-2025 y la definición de aquellas que fueron pre seleccionadas de acuerdo a las prioridades establecidas en la Agenda ARCAL 2030. Reuniones realizadas los días 29 y 31 marzo 2022.
- Reunión Preparatoria OCTA-ARCAL, realizada en Viena, Austria, del 11 al 13 de mayo de 2022. Participó el Grupo Directivo y la Secretaría.
- XXIII Reunión Ordinaria del OCTA, realizada en Viena, Austria, del 16 al 20 de mayo de 2022.



- Reunión virtual del Grupo Directivo y los Coordinadores de Áreas Temáticas (CATs) para definir próximas actividades (webinars y boletines), realizada el 10 de agosto de 2022.
- Dictado de conferencia sobre el Programa de Cooperación Técnica del OIEA y el Acuerdo ARCAL, en el marco de las conferencias de los “Jueves Científicos” organizadas por el Centro Superior de Estudios Nucleares (CSEN) del IPEN. Conferencia realizada de forma virtual el 11 de agosto de 2022.
- Webinar ARCAL-OIEA del área temática de Energía, realizado el 9 de septiembre de 2022
- Webinar ARCAL-OIEA del área de Tecnología con Radiaciones, realizado el 4 de octubre de 2022.
- Reunión virtual del Grupo Directivo, los Coordinadores de Áreas Temáticas (CATs) y el Punto Focal de Comunicación, para definir fechas de próximas reuniones y actividades (webinars y boletines) realizada el 10 de noviembre de 2022.
- Reunión virtual del Grupo de Trabajo de Seguimiento y Evaluación, realizada el 29 de noviembre de 2022.
- Reunión Extraordinaria del OCTA para que el Grupo de Seguimiento y Evaluación presente a los Coordinadores Nacionales el enfoque de seguimiento y evaluación de ARCAL, realizada de forma virtual el 6 de diciembre de 2022.
- Reunión Extraordinaria del OCTA para que el Punto Focal de Comunicación y Representantes Nacionales de Comunicación de ARCAL presenten los resultados y propuestas en materia de comunicación. Reunión realizada de forma virtual el 15 de diciembre de 2022.
- Conjuntamente con la Representante Nacional de Comunicación de ARCAL por Perú: elaboración de notas y material de comunicación para visibilizar las actividades y avances de los proyectos.
- Seguimiento a los planes de trabajo de los proyectos ARCAL, a través de reuniones e interacción constante con las contrapartes en el país.

3. RESULTADOS Y DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO Y DEL ACUERDO.

RLA1020 Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con hincapié en la recuperación de residuos (ARCAL CLXXIX)

Coordinadores del Proyecto: Javier Gago Campusano, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Mary Flor Césare Coral, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)

Impacto de las actividades de proyecto en el país

Divulgación del uso de la tecnología nuclear para el tratamiento polímeros (residuos plásticos), y fibras orgánicas (madera, bambú).



Resultados

Las reuniones entre la UNALM y Madecoplast apuntaron a realizar ensayos a un nivel netamente de laboratorio a fin de determinar las condiciones óptimas para hacer una primera prueba a escala industrial.

La participación en el evento *Regional Training Course on Scale up of Results and Achievements obtained through Radiation Technology*, desarrollado en Sao Paulo, Brasil, del 21 al 25 noviembre, ha sido muy positiva por la información proporcionada y el camino a seguir. Se trató el tema de las herramientas a considerar en el escalado de un producto de laboratorio a un producto industrial, que incluyeron el desarrollo de herramientas para el análisis económico y financiero, análisis de costo beneficio y análisis de sensibilidad para poder elaborar el estudio de factibilidad del proyecto. La participación de la Prof. Mary Flor Cesare en el Curso Regional de Capacitación sobre Modificación de Residuos de Polímeros Naturales con Radiación Ionizante (Parte 1: Virtual), realizado del 12 al 16 diciembre de 2022 en Argentina, fue igualmente importante para fortalecer las capacidades nacionales.

Participación de tesis de la Universidad Nacional Agraria La Molina para el desarrollo de la parte experimental.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Se tuvo dificultades en el aspecto económico respecto a la adquisición de algunos insumos químicos, particularmente para el traslado del Epolene C-26 de Houston, EEUU, a Lima. El IPEN cuenta con un presupuesto limitado; sin embargo, el traslado pudo concretarse en un esfuerzo conjunto con de la UNALM.

**RLA1021 Fortalecimiento de las capacidades y promoción de nuevas tendencias en relación con las tecnologías de irradiación para fines de cuarentena (ARCAL CLXXXI)
Coordinador del Proyecto: Johnny Vargas Rodríguez, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)**

Impacto de las actividades de proyecto en el país

- Se tuvieron reuniones con los agroexportadores para analizar precios y los volúmenes de producción de diferentes instalaciones de irradiación.
- Se elaboraron protocolos de irradiación como tratamiento cuarentenario en arándanos de exportación.
- Se elaboró el plan de trabajo de protocolos de irradiación para frutas de exportación como arándanos, uvas, mangos y cítricos.
- El Comité Técnico de Normalización de Alimentos Irradiados, adscrito al Instituto Nacional de Calidad (INACAL) cuenta con representantes de los agroexportadores como Frío Aéreo (40 empresas agroexportadoras), Asociación de Gremios Productores Agrarios del Perú (AGAP), Asociación de Exportadores (ADEX), que tienen interés en instalaciones de irradiación.



- Se logró estrechar vínculos técnicos entre IPEN y Frío Aéreo en materia de proyectos fitosanitarios, volúmenes de frutas y hortalizas exportadas, tipos de tratamientos empleados, entre otros.
- Se logró un mayor fortalecimiento e integración de los grupos técnicos académicos, producción y consumidor en el Comité Técnico de Normalización de Alimentos Irradiados (CTN) adscrito al Instituto Nacional de Calidad (INACAL), integrado por Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), Frío Aéreo Asociación Civil (FRÍO AÉREO), Asociación de Gremios Productores Agrarios del Perú (AGAP), Asociación de Exportadores (ADEX), Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), Colegio de Ingenieros del Perú- Capítulo de Industrias Alimentarias (CIP), Universidad Nacional del Callao (UNAC), Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (DIGESA-MINSA).
- A través de la ejecución de diversas acciones de comunicación se está avanzando en la promoción de las aplicaciones de la tecnología de irradiación, teniendo en cuenta que el Perú es un gran exportador de frutas y vegetales.

Resultados

- El proyecto de plantas de irradiación de Cobalto 60 para tratamiento cuarentenario fitosanitario se inició en el año 2015, logrando conseguir el financiamiento para los estudios de factibilidad, demanda potencial y efectiva de la producción y exportación agrícola, formulación del proyecto, entre otros expedientes técnicos, para la construcción de 2 plantas de irradiación, consiguiéndose los terrenos de 2 hectáreas para cada instalación.
- El Perú tiene una fortaleza en la exportación de frutas como arándanos, uvas, mangos, cítricos, espárragos, entre otros. Por este motivo, se requiere tecnologías de avanzada, más modernas, rápidas, multipropósito, y versátiles como los aceleradores de electrones. Se está realizando la difusión de esta tecnología y se coordina con los empresarios agroexportadores y reguladores.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

- Muy pocos agroexportadores están convencidos de la tecnología de irradiación para invertir en una instalación de irradiación, para irradiar productos y ofrecer servicio de irradiación.
- Otros agroexportadores piensan que las plantas de irradiación deben ser instaladas por el Sector Público, como el IPEN del Ministerio de Energía y Minas, SENASA del Ministerio de Agricultura y Riego, entidades del Ministerio de la Producción, o por empresas privadas destinadas al servicio de irradiación. Las empresas agroexportadoras solo utilizarían el servicio de irradiación.
- Respecto al proyecto de inversión pública, nos enfrentamos al reto de que las 2 empresas consultoras y la empresa supervisora cuentan con experiencia en obras convencionales, más no en instalaciones de irradiación y aspectos como blindajes, decaimiento radiactivo, seguridad y protección radiológica, etc. La asesoría técnica del IPEN en esta materia es muy importante. La pandemia del COVID retrasó el proyecto en cuanto a movilidad y elaboración de los términos de referencia.

**RLA1022 Mejora de la satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de reactores nucleares de investigación (ARCAL CLXXX)****Coordinador del Proyecto: Carlos Gayoso Caballero, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)**Resultados:

Coordinación con las autoridades administrativas y técnicas de los Institutos Nucleares de la región, específicamente de los reactores nucleares de investigación.

RLA5085 Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV)**Coordinadora del Proyecto: Katherine Portilla Jarufe, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)**Impacto de las actividades de proyecto en el país

El proyecto busca fortalecer las capacidades diagnósticas de los laboratorios de los países participantes en las enfermedades priorizadas que representan un riesgo para la salud animal y zoonosis que afectan a la salud pública. Este fortalecimiento se realizará mediante homologación de protocolos, planes de validación y respuesta a emergencias.

Las enfermedades priorizadas en el proyecto (influenza aviar, enfermedad de Newcastle, peste porcina africana, peste porcina clásica y brucelosis) son de importancia debido al impacto que causan en la economía, seguridad alimentaria y salud pública y animal. Un claro ejemplo del impacto que viene causando a nivel mundial a todos los posibles impactos antes mencionados, es la influenza aviar (Influenza aviar tipo A H5N1) que ha ocasionado cuantiosas pérdidas económicas, mortalidad en aves domésticas, silvestres y otras especies; considerando además el potencial zoonótico.

Las metodologías priorizadas por los participantes son las técnicas de ELISA (importante herramienta en la vigilancia, que permite procesar gran cantidad de muestras en un menor tiempo), PCR en tiempo real (herramienta que identifica rápidamente la detección del agente y de gran sensibilidad) y la secuenciación masiva (el futuro del diagnóstico, usada en la epidemiología molecular). Las dos primeras metodologías apoyan al diagnóstico precoz y oportuno para la toma de decisiones en los programas de control y acciones de vigilancia que realiza el SENASA. La última metodología es importante para establecer nexos epidemiológicos ante la introducción de una nueva cepa o enfermedad no existente en el país y/o región.

En la situación sanitaria actual que atraviesa el país por influenza aviar, nuestro laboratorio tiene implementado las técnicas para el diagnóstico molecular (PCR en tiempo real) y serológico (ELISA, IDGA); dando el soporte necesario de diagnóstico para las acciones correspondientes.



Resultados

Armonizar metodologías para el diagnóstico de enfermedades que representan restricciones comerciales, amenazan el estatus zoosanitario y ponen en riesgo la salud pública y seguridad alimentaria de la región.

El proyecto está fortaleciendo al país y a la región y brindará herramientas para el diagnóstico rápido y alerta temprana de la enfermedad con la formación de alianzas estratégicas a nivel latinoamericano.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

- Mejor coordinación y comunicación entre las contrapartes de las instituciones participantes y el IPEN; se podrían realizar reuniones virtuales trimestralmente para remitir los avances de los proyectos en ejecución.
- Dificultad en la armonización de protocolos debido a las diferentes situaciones de capacidad diagnóstica que tienen los países participantes; con la línea base establecida en el 2022 apoyar a los países para la armonización de los protocolos al menos de una de las enfermedades priorizadas, en el escenario actual en que casi todos los países de Sudamérica están siendo afectados por Influenza aviar se debería priorizar los protocolos para esta enfermedad.
- El limitado presupuesto para el fortalecimiento de los países participantes en equipamiento; buscar mayor cooperación internacional para incrementar el presupuesto del proyecto.

RLA5086 Reducción de la tasa de mortalidad de la trucha arco iris asociada al virus de la necrosis pancreática infecciosa y a enfermedades emergentes mediante técnicas moleculares y ómicas (ARCAL CLXXV)

Coordinadora del Proyecto: Nieves Sandoval Chaupe, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)

Impacto de las actividades del proyecto en el país

Los representantes de SANIPES y de la UNMSM que participaron tanto de forma presencial y virtual en las capacitaciones realizadas en 2022 en el marco del proyecto, dictaron una charla informativa en la Unidad de Posgrado de la UNMSM, a la que asistieron alumnos de pregrado y miembros del Círculo de Estudiantes Veterinarios de Acuicultura y Acuarofilia (CEVDAA). Durante la charla se abordó el estado situacional del IPN en el país, donde el representante de SANIPES informó que se ha secuenciado el gen Vp2 de las muestras positivas obtenidas de brotes de enfermedades de la región de Puno, Cuzco, Huancavelica y Apurímac, hallando los genotipos II y V. Mencionó que el grupo 5 presenta una secuencia de aminoácidos que no ha sido descrita aún, lo cual puede estar relacionado con la virulencia, ello está por investigarse. SANIPES actualmente cuenta con dos equipos moleculares para secuenciamiento MINiONS que trabaja con nanoporos, similares a los equipos que fueron utilizados en la capacitación: esto ha permitido que se empiece a desarrollar la implementación de la secuenciación de ADN/ARN en nanoporos, iniciar la secuenciación del gen Vp2 del IPNV y búsqueda de



regiones antigénicas. Por otro lado, se ha establecido dentro de la agenda de trabajo, la implementación del estudio de la expresión de genes asociados a resistencia a enfermedades. También se ha implementado el análisis bioinformático para la identificación de marcadores de resistencia.

Por otro lado, el Mg Adhemir Valera expuso acerca de las lesiones y signos clínicos de las truchas arcoíris frente a la enfermedad y la toma de muestras importantes para el diagnóstico molecular, donde pudo explicar acerca de las mutaciones del virus de IPN y, de acuerdo a lo aprendido en la capacitación, explicó el uso del secuenciador y su aplicación para aplicar la secuenciación masiva en nanoporos para la detección de mutaciones relacionadas con la virulencia del Virus IPNV así como estudiar la resistencia natural de las truchas al IPNV, aplicando el análisis masivo de datos en lenguaje "R". La Sección de Ictiopatología del Lab. de Histología, Embriología y Patología Animal, adquirirá próximamente, mediante el apoyo del OIEA, un equipo MINION para continuar con la aplicación e implementación de las técnicas mencionadas, con el fin de que los países participantes del proyecto tengamos estandarizados los métodos de diagnóstico molecular mediante las OMICS, para aplicarlos en la disminución del IPNV así como otras enfermedades como las emergentes que pueden afectar a la trucha arcoíris.

El MV Gonzalo Orihuela Tacuri, expuso sobre la importancia de la aplicación de estas técnicas diagnósticas moleculares, sobre todo las OMICS y su aplicación para detectar SNP más frecuentes asociados a genes de resistencia. Igualmente se está estableciendo protocolos de trabajo para que, a la llegada del equipo MINIONS, podamos empezar a trabajar en el análisis de secuenciación masiva.

Se ha logrado un vínculo más estable con las autoridades sanitarias, habiendo coordinado con la Sub Directora de Sanidad Acuícola de SANIPES, Mg, MV Muriel Gomez-Sánchez, para realizar estudios conjuntos y compartir información para optimizar los recursos.

Considerando que uno de los compromisos del proyecto RLA5086 es realizar proyectos relacionados, el grupo de investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNMSM muestreó un centro productivo en Puno y otro en Cajamarca, siendo molecularmente positivos en Puno y negativos Cajamarca. Los extraídos están siendo almacenados para realizar el estudio de secuenciamiento a la llegada del equipo de MINIONS a la facultad.

El proyecto nos permitirá fortalecer la vigilancia de enfermedades en el país, aplicar la secuenciación masiva en nanoporos para la detección de mutaciones relacionadas con la virulencia del Virus IPNV, así como estudiar la resistencia natural de las truchas al IPNV, aplicando el análisis masivo de datos en lenguaje "R"; con la información genética generada y teniendo los aislados de los virus, poder generar candidatos vacunales para la prevención de la enfermedad y estudiar la respuesta del sistema inmune a la infección experimental, así como detectar SNP más frecuentes asociados a genes de resistencia.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto:

Limitado presupuesto a nivel nacional para ejecutar algunas de las actividades del proyecto.

**RLA5087 Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI)****Coordinador del Proyecto: Edgardo Ortiz Carpio, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)**

Con el desarrollo del proyecto se obtendrá una nueva cepa de sexado genético de *Anastrepha fraterculus*, a partir de cruzas y retro cruzas entre el Morphotipo 1 (Argentina/Brazil) y el morphotipo de Perú, con más de 6 cruzas y dos retro cruzas con los que podemos alcanzar 99.6% o más de introgresión del genoma de la actual cepa bisexual de *Anastrepha fraterculus*, que tenemos en el CPMF-Sede Piura. Este trabajo se realizará en el laboratorio del OIEA de aplicaciones nucleares en Seibersdorf (Austria). Obtenida la nueva cepa de sexado genético se trasladará a la UCPMF-Sede Piura, donde se realizarán pruebas de producción, productividad y control de calidad (calidad, peso pupa, coloración de discos distales, tiempo de emergencia, emergencia y habilidad de vuelo, longevidad bajo estrés, etc.). Con los resultados obtenidos se realizará el análisis y evaluación de la nueva cepa de sexado genético, para proseguir con las pruebas de campo de compatibilidad, competitividad, dispersión, dosimetría, diferenciación fértil estéril, etc.

Ventajas de la utilización de la nueva cepa de GSS en la producción masiva y la utilización en la TIE.

1. Bajar costos de producción de los machos estériles:
 - El diferenciar los machos de las hembras, permite manejar diferentes densidades de población en el armado de jaulas, según el objetivo de la colonia.
 - Se maneja únicamente las pupas marrones o machos, para la sincronización de las edades, con el objeto de irradiar las pupas con rayos gamma.
 - Se optimiza los espacios en el manejo de las pupas.
 - Diferenciación de machos y hembras para realizar los diferentes ensayos de calidad.
 - Se incrementa la capacidad de producción de pupas del centro de producción, por consiguiente, se puede cubrir más hectáreas con machos estériles.
2. Bajar costos en el uso de la TIE o técnica Autocida:
 - Se transporta solo machos a los centros operaciones de empaque y emergencia.
 - Se embolsan solo machos estériles.
 - Para realizar las pruebas de campo las moscas se diferencian desde pupa, lo que facilita el trabajo y como consecuencia se economiza tiempo.
 - En los centros operaciones de empaque y emergencia, así como en las actividades de liberación de machos estériles; se utilizará menos mano de obra y material.
 - Solo se liberará el agente activo.
3. Aspectos técnicos y estratégicos:
 - Al liberar solo machos estos van a dispersarse mejor en el campo.
 - Se evita la competencia de las hembras de laboratorio con las hembras silvestres.
 - La cepa de sexado genético es más eficaz, porque a la liberación no hay apareamiento entre machos y hembras estériles.



- Se evita daños económicos a los agricultores, evitando la picadura de las frutas por ovoposición de las hembras en las frutas.
- Se puede aplicar como estrategia de control.

Resultados

1. Morfotipo de *A. fraterculus* caracterizado y sexado genético desarrollado, índices de producción y control de calidad evaluados.
Beca para realizar la introgresión de la cepa silvestre de morfotipo Perú con la cepa GSS (Seibersdorf): el trabajo se encuentra en un 60% de desarrollo; a la fecha se está gestionando la autorización de una nueva beca para concluir el esquema de introgresión.
2. Desarrollo en Seibersdorf de la cepa de sexado genético, evaluar la calidad y productividad.
Curso Regional de Capacitación sobre genética, procedimientos y otras características de la nueva cepa sexado genético de *Anastrepha fraterculus*, Wiedmann.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Dificultades a nivel nacional para concretar la autorización para extender la duración de la beca en los laboratorios de Seibersdorf, para concluir la introgresión de la cepa silvestre de morfotipo Perú con la cepa GSS.

RLA5089 Evaluación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropógeno y natural (ARCAL CLXXVII)

Coordinadora del Proyecto: Patricia Bedregal, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

Impacto de las actividades de proyecto en el país:

Considerando que el proyecto inició en el presente año, todavía no se tiene un impacto de las actividades realizadas.

Resultados

1. Formación de un equipo de trabajo interinstitucional e involucramiento de profesionales del CICA, donde cuentan con técnicas analíticas complementarias al análisis por activación neutrónica, que permitirá obtener un análisis elemental completo de las muestras de suelo.
2. Liderar la primera reunión de coordinadores del proyecto, llevada a cabo de manera virtual
3. Liderar y ser anfitriones de la primera actividad del proyecto, Taller de protocolos armonizados para el muestreo y preparación de muestras de suelos contaminados con metales pesados.
4. Definición del caso de estudio para el Perú, en una zona de mina abandonada en la ciudad de Cajamarca.



Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Limitado apoyo económico nacional para desarrollar actividades del proyecto.

RLA6085 Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII)

Coordinador del Proyecto: José Paez Apolinario, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

Impacto de las actividades de proyecto en el país:

- El impacto de este proyecto fue la capacitación y entrenamiento a todos los involucrados en esta práctica médica de la producción y el uso de los radioisótopos producidos en los Centros Ciclotrón - PET que son usados en los Centros de Medicina Nuclear que cuenten con un PET.
- Específicamente en la Operación y Mantenimiento del Ciclotrón del Centro de Producción de Radiofármacos CPRF, un ingeniero y un físico médico fueron entrenados.
- Se logró que el personal involucrado en la producción del radiofármaco adquiriera los conocimientos para producir NaF y FPSMA el 2023.
- Se ha mejorado las BPM en las instalaciones de los Ciclotrones - PET, también se ha intercambiado experiencias con otros Centros.
- En el Perú, se ha difundido las bondades que tiene un examen PET como diagnóstico temprano y oportuno del cáncer, especialmente en la región Arequipa.
- Durante la Misión del Experto Mario Marengo, en coordinación con el Centro Superior de Estudios Nucleares (CSEN), se capacitó durante tres días a 14 especialistas nacionales en la “Optimización de los sistemas de control, seguridad y protección radiológica del ciclotrón y en el mejoramiento de los procesos de producción y control de calidad en los laboratorios”.
- Asimismo, el programa del Dr. Mario Marengo también incluyó la difusión de las aplicaciones de la tecnología nuclear en el campo médico, a través de una conferencia magistral sobre producción de radioisótopos PET en ciclotrones y principios de las imágenes PET en medicina nuclear. La charla, organizada por el CSEN el 25 de octubre, contó con la asistencia virtual de más de 150 participantes. En esta conferencia, el experto del OIEA expuso sobre los principios de la imagenología molecular y sus diferencias con la imagenología anatómica tradicional, introduciendo el concepto de sondas moleculares y el rol de los aceleradores de partículas-ciclotrones en la producción de radioisótopos de vida media corta o muy corta, que hacen posible la imagen PET. Asimismo, se presentaron los conceptos de los sistemas de imágenes multimodales y aspectos principales de los tomógrafos PET/CT, así como el funcionamiento de detectores y de diferentes componentes de respuesta, además de la estructura de una investigación diagnóstica PET/CT.
- El Dr. Mario Marengo también llevó a cabo actividades en el Hospital Regional Honorio Delgado de Arequipa, donde dictó un seminario internacional sobre "Nuevas tecnologías en el diagnóstico médico, sistemas Ciclotrón-PET (Tomografías por Emisión de Positrones) y Laboratorios de Radiofármacos", los días 27 y 28 de octubre.



Esta actividad, en la cual se capacitó a 38 participantes, se realizó en conjunto con el Dr. Carlos Cárdenas, médico nuclear del Hospital Nacional Carlos Seguí Escobedo, y el Ing. José Paez, profesional del IPEN y contraparte líder del proyecto regional ARCAL RLA6085.

- Asimismo, el Dr. Marengo sostuvo reuniones con el director del Hospital Regional Honorio Delgado, Dr. Juan Carlos Noguera Arratea, y el Gerente de Red Asistencial de Arequipa ESSALUD, Dr. Miguel Ángel Barreda de la Cruz, para explorar la posibilidad de implementar nuevas tecnologías en el campo de la medicina nuclear para la región Arequipa.

Resultados:

- Las prácticas realizadas en los Centros Ciclotrones-PET fueron exitosas en cuanto a operación, producción, control de calidad y mantenimiento.
- Capacitación del personal en aspectos operativos de la producción de Flúor-18 en ciclotrones.
- Capacitación del personal en la producción, control y aseguramiento de la calidad del FDG.
- Se generó mayor conciencia a nivel nacional sobre la importancia y el impacto de la tecnología PET-ciclotrón en pacientes oncológicos.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

No se presentaron dificultades ni problemas.

RLA6086 Integración de técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal con respecto a la cardiología para la detección temprana y la estratificación del riesgo de enfermedades cardiovasculares en las mujeres latinoamericanas (ARCAL CLXXXV)
Coordinador del Proyecto: Aurelio Mendoza Paulini, Instituto Nacional Cardiovascular “Carlos Alberto Peschiera Carrillo” (INCOR)

Impacto de las actividades de proyecto en el país:

- Mejora en la estrategia de gestión en el campo de la radioprotección al seleccionar adecuadamente a las pacientes mujeres con sospecha de enfermedad coronaria, se empieza con estudios tomográficos y valorar otras etiologías no ateromatosas como causa del dolor o ante un estudio de SPECT en estrés negativo con parámetros funcionales normales se da por finalizada la prueba.
- INCOR prepara en forma continua a residentes de cardiología, medicina nuclear, cirujanos, pediatras y radiólogos que buscan ampliar sus conocimientos en el uso de las imágenes multimodales brindándoles la oportunidad de apreciar y participar en las actividades concernientes a la preparación, adquisición de imágenes, elaboración de informes e interpretación clínica de los resultados, aplicando todo lo aprendido en las distintas actividades del proyecto RLA6086.
- Aporte de información de nuestro país para la elaboración del primer artículo en relación al Proyecto que ha sido publicado en una revista indexada.



- Se ha proyectado realizar un curso taller con la participación de expertos del OIEA para julio del 2023.
- La participación de colegas de otras sedes nos ha permitido ampliar los conocimientos en el modo de trabajo y homogenizar criterios de informes a través del uso de la base de datos creada en INCOR.
- Se dará énfasis a los factores emergentes que contribuyen a la evolución de la enfermedad coronaria en la mujer, añadiendo estos datos a nuestra ficha de seguridad.
- Se ha implementado las charlas a los pacientes previo al estudio de medicina nuclear por parte de tecnólogos y enfermeras, así como el llenado de la ficha de seguridad por parte del médico en busca de contraindicaciones y decidir el mejor protocolo a seguir.
- Se ha optimizado el uso de tecnecio de acuerdo a tablas que consideran el cálculo en base al IMC.

Resultados, dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

- Se ha formado al primer cardiólogo en la lectura y elaboración de informes de pacientes con estudios de SPECT sin necesidad de salir del país y estamos en vías de formalizar sus competencias dentro de INCOR.
- Se ha coordinado con nuestros homólogos de la red hospitalaria para compartir la estructura de la base de datos con la que cuenta INCOR, que cuenta con más de 10,000 pacientes registrados, y que sirve de herramienta de gestión y educación para los colegas interesados en desarrollar competencias en estas áreas, en caso concreto de INCOR, la de tomografía y SPECT.
- Sin embargo, aún se tiene la dificultad del acceso a los estudios de resonancia cardiaca y PET, principalmente porque estas tecnologías se utilizan en el diagnóstico de enfermedades oncológicas que es el principal problema en nuestra población asegurada y los costos de implementación también son altos.
- La PET es la tecnología más precisa para el estudio de enfermedades micro vasculares. Sin embargo, esta es una técnica limitada por su alto costo e implementación logística, por lo que son pocos los servicios de cardiología nuclear que cuentan con esta tecnología en Latinoamérica. Allí es donde el uso de la multimodalidad de imágenes juega un rol importante y se posiciona como la manera más eficaz de evaluar a estos pacientes en nuestro medio.
- En lo emergente, la cuantificación de flujo y perfusión relativa utilizando el método SPECT con cámaras CZT, se proyecta como una alternativa a la poca accesibilidad de la técnica PET/CT por lo que debería tomarse en cuenta a la hora de adquirir equipos en nuestras instituciones.

RLA6089 Uso de isótopos estables para reducir los riesgos nutricionales en mujeres embarazadas y su impacto en los lactantes (ARCAL CLXXXIV)

Coordinadora del Proyecto: Edith Rosana Huamán Guadalupe, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)

Impacto de las actividades de proyecto en el país:

Capacitación al equipo involucrado en el proyecto, personal docente y personal de los centros de salud en las técnicas nucleares.



Resultados

Un protocolo titulado “Uso de isótopos estables para reducir el riesgo nutricional en mujeres embarazadas y su impacto en el lactante”, elaborado, revisado y aprobado.

Capacitación al personal de salud del primer nivel en toma de muestra de saliva con dilución isotópica en niños menores de 6 meses y embarazadas (Centro de salud de Apata y Huachac) como producto de la participación en el taller sobre metodologías de isótopos estables y técnicas antropométricas realizado en Sonora, México, en noviembre de 2022.

Se ha programado la recolección de datos y elaboración de la base de datos con las madres embarazadas seleccionadas para el estudio desde el mes de abril del 2023.

30 personas del área de salud del programa madre - niño han sido capacitadas en la práctica de antropometría y toma de muestra de saliva con isótopo de deuterio en cada establecimiento de salud, visitando casa por casa.

01 laboratorio de composición corporal con financiamiento nacional, en implementación.

01 tesis de post grado doctoral tituladas “Estado nutricional materno asociado a la composición corporal del niño”, Universidad Nacional del Centro del Peru - doctorado en ciencias de la salud pública.



Capacitando al personal de salud en toma de muestra



Administración de dilución de isotopo de deuterio



Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

El personal de salud, médicos, enfermeras, se resiste a reconocer que la metodología más efectiva para medir grasa corporal en madres gestantes y niños clasificados en riesgo de malnutrición (por exceso y por defecto) es través de la toma de muestra de saliva con isótopos de deuterio.

RLA6090 Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII)
Coordinadora del Proyecto: Carla Cabrera Moreno, Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Centro

Impacto de las actividades de proyecto en el país:

El Hospital de Alta Complejidad Virgen de la Puerta de Trujillo aplica el control calidad para paciente específico y cuenta con el protocolo para planes de tratamiento VMAT.

Resultados

El equipo de trabajo que se ha recibido capacitación en el marco del proyecto, está elaborando la documentación del sistema de gestión de calidad en el servicio de radioterapia del hospital.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Una de las mayores dificultades es la disponibilidad de tiempo, debido a que es una actividad extra a las responsabilidades laborales. Se recomienda programar las reuniones en un horario accesible.

RLA7026 Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y de sus efectos en el riesgo de cianobacterias que producen cianotoxinas (ARCAL CLXXVIII)

Coordinadores del Proyecto: Nilton Inga Infanzón, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN); y Elías Valdivia Roldá, Autoridad Autónoma de Majes

Impacto de las actividades de proyecto en el país y resultados

Considerando que el Perú se adhirió al proyecto a finales de 2022, aún no se cuenta con resultados de impacto.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Se tenía previsto dar inicio con la toma de muestras en el mes de diciembre del 2022, sin embargo, debido a problemas sociales de la región en donde se ubica la zona de estudio, por seguridad se reprogramó para el mes de enero del 2023.



RLA0069 (ext.) Promoción de la gestión estratégica y la innovación en las instituciones nucleares nacionales mediante la cooperación y la creación de asociaciones Fase II
Coordinadoras del proyecto: Susana Petrick Casagrande y Susana Gonzáles Villalobos,
Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

Resultados

Las personas capacitadas están en la etapa de conformar un grupo de trabajo para la difusión de la ciencia y tecnología nuclear a nivel nacional incluyendo la perspectiva de género.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Limitada gestión para el logro de los objetivos tanto a nivel regional como del OIEA.
Se recomienda ordenar y reactivar las actividades.

RLA1014 (ext.) 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)

Impacto de las actividades de proyecto en el país

El Perú viene implementado el Centro Subregional de Referencia en 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.

Resultados

- En 2022, se continuó con la implementación del Centro Subregional de Referencia SENCICO (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción), para inspecciones de estructuras civiles.
- Se ha capacitado a siete servidores del equipo técnico de SENCICO, en ensayos no destructivos (END) en estructuras civiles.
- SENCICO recibió una Misión de Experto del OIEA: Sr. Abel Domato Jayo del 17 al 21 de enero 2022.

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 los Cursos de Entrenamiento programados, han sido cancelados y en otros casos reprogramados.



RLA1019 (ext.) 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)

Coordinadora del Proyecto: Paula Ofelia Olivera de Lescano, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

Impacto de las actividades de proyecto en el país

El rescate arqueológico aprobado por el Ministerio de Cultura del Perú, permitió la ampliación del gasoducto de Camisea entre Pampa Melchorita y Lima, en la zona de Cañete y Chilca, los sitios arqueológicos Higuera 1 sector sudoeste y Esquivilca sector B, que fueron intervenidos para rescatar piezas metálicas que son objeto de estudio.

Resultados

- Se ha logrado la excavación y rescate de 60 piezas metálicas para su análisis.
Origen: Proyecto de Rescate Arqueológico Loop Costa
Objetivo: Determinar la composición química elemental de estos objetos para identificar el tipo de aleación con la que elaboraban sus utensilios



- El 3 de marzo de 2022, se realizó la conferencia "Tecnología de Radiaciones para la Preservación del Patrimonio Cultural", organizada por el Centro Superior de Estudios Nucleares del IPEN. Expositores: Lic. Johnny Vargas R. (Instituto Peruano de Energía Nuclear); Dra. Luisa Vetter (Pontificia Universidad Católica del Perú).



Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

- La pandemia del COVID, retrasó el proyecto en cuanto a movilidad, falta de personal, cierre de laboratorios, e interacción con otras entidades.
- Recorte de presupuesto institucional en el IPEN para adquisición de equipos y mantenimiento.

RLA5077 (ext.) 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 Chavarri Velarde, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)

Impacto de las actividades de proyecto en el país y resultados

Los aportes del proyecto están directamente relacionados con el fortalecimiento de 02 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 nuestros alumnos tengan la posibilidad de realizar tesis de investigación a nivel de pregrado y posgrado.

Con respecto a la Ingeniería de Riego, se viene implementando una tesis a nivel de pregrado que tiene como justificación el descomponer la evapotranspiración de un ecosistema (ET) en evaporación (E) y transpiración (T). La identificación y análisis de los factores determinantes de la relación (T/ET) para diversas cubiertas y usos del suelo, sirven en el presente, para la mejora de las prácticas agrícolas y de riego.

En esta tesis, se determinará las composiciones isotópicas estables en agua de ET, E, y T (δET , δE , y δT , respectivamente) del agua recuperada de la atmósfera, el suelo y los tejidos vasculares de la planta. Asimismo, se calibrará el modelo AQUACROP para el cultivo de frijol.

Con respecto a hidrología isotópica, el proyecto ARCAL RLA5077 contribuyó con conocimientos aplicados en la conclusión del proyecto 'Integración de métodos hidrodinámicos, hidroquímicos e isotópicos para precisar el funcionamiento y manejo sostenible del acuífero La Yarada, Tacna, Perú' y además en la publicación del artículo científico respectivo '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', en la revista Water – MDPI (Water 2021, 13, 3161. <https://doi.org/10.3390/w13223161>).

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, como por ejemplo en los cursos de 'Modelos Matemáticos en Hidrología' y 'Métodos de Análisis en Ingeniería de Recursos Hídricos'.



La UNALM conjuntamente con la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, participan en un nuevo proyecto titulado ‘Estudio de la recarga hidráulica y procesos de salinización en el acuífero Caplina, Tacna, Perú, para un manejo sostenible del agua subterránea’, en el cual también se hará uso de técnicas isotópicas. Dicho proyecto es financiado con fondos de canon, sobre canon y regalías mineras y constituye actividades de sostenibilidad del proyecto.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

Durante el 2022, tuvimos un problema de sobre tensión en el Laboratorio de Recursos Hídricos de la UNALM, que afectó el analizador isotópico. Sin embargo, este fue reparado y actualmente se encuentra totalmente operativo.

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

Coordinadores del proyecto: Jonathan Alfaro Jaucha, Instituto del Mar del Perú (IMARPE); y Jorge David Rojas Cárdenas, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

Resultados

Programación de colecta de muestras de agua y sedimento entre el mes de febrero y marzo del 2023 para el análisis de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) y Traza de Metales en las zonas de Ventanilla – Ancón debido al derrame de crudo ocurrido el 15 de enero del 2022 que afectó la zona marina costera de Lima norte.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

- Limitada coordinación con la DTM
- Presupuesto nacional no disponible para el desarrollo de las actividades.

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

Roxana Nohelia Ventocilla Reaño, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)

Impacto de las actividades de proyecto en el país

- Intercambio de información y experiencias entre los países participantes del proyecto.
- Generación de información técnica a través del Programa Oficial de Monitoreo de Contaminantes del SENASA – Perú que servirá como punto de partida para la base de datos a nivel regional.
- Mejora de la calidad de los datos mediante políticas basadas en la cooperación entre laboratorios de referencia de la región (actualmente Perú forma parte de este proyecto con laboratorios analíticos oficiales de 19 países, a través del UCCIRT-SENASA)
- El contar con metodologías armonizadas de monitoreo facilitarán la generación de una red de datos equivalentes y confiables.



- Contar con alimentos seguros e inocuos. A nivel de país se busca replicar durante el 2023 a través del Programa Anual de Contaminantes 2023 que ya se encuentra en ejecución.



Aprueban el "Plan anual de monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos para el año 2023"

RESOLUCIÓN DIRECTORAL

N° 0101-2022-MIDAGRI-SENASA-DIAIA

29 de diciembre de 2022

Resultados

1. Participación en la Red de Intercambio de Datos de Inocuidad Alimentaria que busca y promueve la gestión y el intercambio de datos a nivel regional, RALACA.
2. Las reuniones virtuales realizadas con los participantes de la región han permitido el intercambio de conocimientos y experiencias técnicas entre los profesionales participantes del proyecto RLA5080, sobre análisis de contaminantes en alimentos. Ello ha contribuido a incrementar nuevos métodos de análisis de contaminantes en alimentos. Ello ha contribuido a incrementar nuevos métodos de análisis con acreditación ISO 17025 para el desarrollo del programa de Monitoreo de Contaminantes durante el 2022.
3. En el marco del proyecto se le ha dado gran relevancia al cumplimiento de la estrategia de comunicación. A nivel país se realizó la difusión de la Hoja Informativa: Digitalizando la Inocuidad Alimentaria a las partes interesadas del SENASA, con el objetivo de informar acerca del proyecto, sus objetivos, alcances y buscar con esto posibles aliados y colaboradores.

Data Sharing within RLA5080
"Strengthening the Regional Collaboration of Official Laboratories to Address Emerging Challenges for Food Safety (ARCAL CLXV)"
Final Meeting and Report Release

Cooperando por la salud pública
Por qué disponer de una base de datos analíticos regional para la inocuidad alimentaria?

Cooperación regional para generar información y enfrentar desafíos emergentes en inocuidad alimentaria

EJEMPLOS MATERIAL DE COMUNICACIÓN

<https://www-pub.iaea.org/MTC/D/Publications/PDF/Newsletters/efp-23-2.pdf>

https://www.iaea.org/sites/default/files/20/08/digitalizando_la_inocuidad_alimentaria.pdf



Principales logros en el laboratorio UCCIRT-SENASA

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

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

RLA5081 (ext.) 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 Alberto Lucas Aguirre, Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)

Impacto de las actividades de proyecto en el país

Mejora en la competencia técnica del laboratorio del SENASA en análisis de residuos y contaminantes químicos para el control de la inocuidad agroalimentaria, incluyendo el método de análisis de MET-UCCIRT/Res-78 “Determinación simultánea de micotoxinas varias: Aflatoxina B1, B2, G1, G2 Aflatoxinas total, Fumonisina B1, B2 Ocratoxina A Deoxinivalenol y Zearalenona” en cereales por UPLC-MS/MS. Este método se aplica para el control oficial de la inocuidad agroalimentaria tanto de consumo local como para agroexportación.

Resultados

Validación y acreditación ISO 17025 del método de análisis MET-UCCIRT/Res-78 “Determinación simultánea de micotoxinas varias: Aflatoxina B1, B2, G1, G2 Aflatoxinas total, Fumonisina B1, B2 Ocratoxina A Deoxinivalenol y Zearalenona” en cereales por UPLC-MS/MS. Asimismo, este método se ha aplicado para el análisis de las muestras del Plan de monitoreo de la inocuidad agroalimentaria que realiza el SENASA.

El apoyo del OIEA a través de cursos y charlas online, y el constante intercambio de información entre los miembros de los proyectos ARCAL y expertos internacionales, que brindaron información sobre metodologías y sistemas de calidad de laboratorio, nos han ayudado a fortalecer las operaciones de control de la inocuidad alimentaria.



Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

La pandemia Covid19 originó 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.
- Demora en 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 Covid-19.

RLA6082 (ext.) 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)

Impacto de las actividades de proyecto en el país

Las Guías de Formación Académica y Entrenamiento Clínico para Físicos Médicos en América Latina fueron elaboradas por expertos como parte del proyecto RLA6082, y publicadas en español a principios de noviembre de 2021. Las guías contienen recomendaciones para la enseñanza académica de posgrado, seguida de un entrenamiento clínico estructurado en tres especialidades de física médica: radioncología, radiología de diagnóstico y medicina nuclear.

Resultados

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.

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”, que harán más sostenibles los programas de enseñanza dirigidos a los físicos médicos de la región. En 2022 se trabajó en la definición de una estrategia regional para la implementación de las mencionadas guías, con el objetivo de fomentar la creación de una formación clínica estructurada y supervisada como un esfuerzo de colaboración en la región.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

El profesional del INEN que participó en el Master en Radioterapia Avanzada, realizado en Santiago de Chile desde el 1 de abril de 2022, no logró concluir sus estudios.

**RLA6084 (ext.) Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a nivel regional en las diferentes ramas de la radiofarmacia (ARCAL CLXIX)****Coordinadores del proyecto: Guilmer Agurto Chávez y Eleazar Aliaga Rojas, Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)**

Las dificultades presentadas durante la marcha del proyecto impidieron el desarrollo del mismo.

- No se logró realizar las actividades planificadas para el 2022.
- Los objetivos y metas del proyecto RLA6084 no se cumplieron.
- Perú no cuenta con una estrategia regional y un programa de capacitación para superar las brechas en el desarrollo de recursos humanos de manera sostenible.
- Se realizó una conferencia nacional sobre “Herramientas para la gestión del conocimiento en el campo de la radiofarmacia”.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

- Debido a los efectos post-pandemia mundial por la Covid-19, las actividades del proyecto durante el año 2022 no se concluyeron de acuerdo a la actualización del plan de trabajo.
- No se extendió el periodo del proyecto más allá del 2022
- Por decisión del OIEA el presupuesto se recortó y solo autorizó financiar un curso piloto en Colombia el mismo que fue reprogramado para marzo del 2023.

RLA7023 (ext.) 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)**Impacto de las actividades de proyecto en el país

1. Se ha motivado a la comunidad científica nacional a que se continúe con la evaluación de componentes de aerosoles atmosféricos en otras áreas de Lima. Esto se manifiesta con la aprobación del proyecto, “Evaluación de componentes de aerosoles atmosféricos en la zona centro de Lima Metropolitana, estación de muestreo en el Campo de Marte del distrito de Jesús María”, por el Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados – PROCIENCIA, que contempla dar un estipendio a un egresado de universidad para ejecutar su trabajo de tesis.
2. Promoción de la participación de personal joven en el proyecto, a quienes se les está transfiriendo los conocimientos de preparación de muestras y análisis químico por técnicas analíticas nucleares y afines, de material particulado depositado en filtros de cuarzo.
3. La formación de un equipo de trabajo, estableciéndose un convenio con el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI), para realizar un trabajo interinstitucional y multidisciplinario, donde el SENAMHI, a través de la Dirección de



Ambiente, pone a disposición del proyecto sus estaciones de monitoreo; el IPEN realiza los análisis y ambas instituciones participan en la discusión de los resultados.

Resultados

Las actividades del proyecto han dado como resultado:

1. El Distrito de Carabaylo de Lima, Perú, el componente aire no es saludable, las principales fuentes de contaminación son el transporte público, la industria metalúrgica y el excesivo polvo atmosférico.
2. La sostenibilidad del proyecto se ha conseguido al incluirlo en el Plan Operativo Institucional y en el año 2023 se realizará la evaluación de componentes de aerosoles atmosféricos en la zona centro de Lima metropolitana.
3. La publicación del manuscrito “*Determination of atmospheric aerosol components in an urban area to evaluate the air quality and identify the sources of contamination*” en el Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry: DOI 10.1007/s10967-023-088058. https://trebuchet.public.springernature.app/get_content/b8a7156f-160b-4c0a-ad5a-6c54f6906803.
4. La difusión de los resultados a la comunidad científica internacional en el evento 8th International k0-Users’ Workshop, dando a conocer lo que se viene realizando en el tema de Medio Ambiente.
5. La difusión de los resultados a nivel nacional, a los tomadores de decisiones, la academia y a la sociedad, mediante el evento realizado en el Ministerio del Ambiente.

Dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto

La pandemia por la COVID-19 postergó las actividades experimentales y las actividades planificadas en el proyecto, sin embargo, se ha continuado avanzando con las actividades del proyecto.

4. ANEXOS

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

Código y Título de Proyecto	Coordinador del Proyecto	Aporte valorado EUR
RLA0070 Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXXXVI)	Susana Gonzáles Villalobos Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	27,000



ARCAL

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

RLA1020 Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con hincapié en la recuperación de residuos (ARCAL CLXXIX)	Javier Gago Campusano Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) Mary Flor Cesare Coral Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)	11,600
RLA1021 Fortalecimiento de las capacidades y promoción de nuevas tendencias en relación con las tecnologías de irradiación para fines de cuarentena (ARCAL CLXXXI)	Johnny Vargas Rodriguez Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	3,600
RLA1022 Mejora de la satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de reactores nucleares de investigación (ARCAL CLXXX)	Carlos Gayoso Caballero Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	2,000
RLA5085 Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV)	Katherine Portilla Jarufe Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)	840
RLA5086 Reducción de la tasa de mortalidad de la trucha arco iris asociada al virus de la necrosis pancreática infecciosa y a enfermedades emergentes mediante técnicas moleculares y ómicas (ARCAL CLXXV)	Nieves Sandoval Chaupe Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)	500
RLA5087 Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI)	Edgardo Ortiz Carpio Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)	1,700
RLA5089 Evaluación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropógeno y natural (ARCAL CLXXVII)	Patricia Bedregal Salas Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	4,300
RLA6085 Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII)	José Paez Apolinario Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	12,600



ARCAL

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

<p>RLA6086 Integración de técnicas de medicina nuclear en un enfoque multimodal con respecto a la cardiología para la detección temprana y la estratificación del riesgo de enfermedades cardiovasculares en las mujeres latinoamericanas (ARCAL CLXXXV)</p>	<p>Aurelio Mendoza Paulini Instituto Nacional Cardiovascular “Carlos Alberto Peschiera Carrillo” (INCOR)</p>	<p>500</p>
<p>RLA6089 Uso de isótopos estables para reducir los riesgos nutricionales en mujeres embarazadas y su impacto en los lactantes (ARCAL CLXXXIV)</p>	<p>Edith Rosana Huamán Guadalupe Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)</p>	<p>10,500</p>
<p>RLA6090 Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII)</p>	<p>Carla Cabrera Moreno Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) Centro</p>	<p>500</p>
<p>RLA7026 Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y de sus efectos en el riesgo de cianobacterias que producen cianotoxinas (ARCAL CLXXVIII)</p>	<p>Nilton Inga Infanzón Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) Elías Valdivia Roldá Autoridad Autónoma de Majes</p>	<p>500</p>
<p>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)</p>	<p>Susana Petrick Casagrande Susana Gonzáles Villalobos Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)</p>	<p>500</p>
<p>RLA1014 Fomento de las tecnologías de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales (ARCAL CLIX)</p>	<p>Jorge Condori Ccari Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)</p>	<p>1,000</p>
<p>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)</p>	<p>Paula Olivera de Lescano Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)</p>	<p>5,800</p>
<p>RLA5077 Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua</p>	<p>Eduardo Chávarri Velarde Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)</p>	<p>500</p>



ARCAL

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

vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVIII)		
RLA5079 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) Jorge Rojas Cárdenas Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	500
RLA5080 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
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)	Orlando Lucas Aguirre Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)	1,200
RLA6082 Fortalecimiento de las capacidades regionales para prestar servicios de calidad en radioterapia (ARCAL CLXVIII)	Gustavo Sarria Bardales Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN)	100
RLA6084 Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a nivel regional en las diferentes ramas de la radiofarmacia (ARCAL CLXIX)	Guilmer Agurto Chávez Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	500
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)	Patricia Bedregal Salas Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)	16,000
Total		105,740

**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)	9,000
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	800
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	3,000
5. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	3200
7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	100
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	2,000
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	18,000
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	9,900
13. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	20,300
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	10,440
15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none">• Viáticos interno/externo• Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	500
16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	28,500
TOTAL		105,740

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