



ARCAL

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



ARCAL

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

***“CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO
SOSTENIBLE”***

1984-2009

XXV ANIVERSARIO ACUERDO ARCAL

**X REUNIÓN DEL
ÓRGANO DE COORDINACIÓN TÉCNICA**

**MONTEVIDEO, URUGUAY
DEL 27 AL 31 DE JULIO DE 2009**

OCTA 2009-06

JULIO 2009

ARCAL

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



"CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO SOSTENIBLE"

1984-2009

XXV ANIVERSARIO

2009

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
EL ORIGEN Y SU PROPÓSITO.....	1
EL ROL DEL ORGANISMO.....	2
LOS PRIMEROS AÑOS.....	2
LA EVOLUCIÓN A UN ACUERDO.....	3
ORGANIZACIÓN Y COORDINACIÓN DE ARCAL.....	5
OBJETIVOS DE ARCAL.....	6
RECURSOS.....	7
DESPUES DE VEINTICINCO AÑOS.....	8
EL APORTE DE ARCAL.....	8
EL PROGRAMA 2009-2011.....	27
LOS DESAFÍOS.....	30

INTRODUCCIÓN

En el presente folleto se da una mirada a los hitos más relevantes de ARCAL y a los principales beneficios e impactos, a lo largo de sus veinticinco años de cooperación regional en el campo de las aplicaciones nucleares, enfocadas al desarrollo de los sectores socio económico prioritarios de sus Estados Parte

Es también la ocasión de rendir un homenaje y reconocimiento a aquellos hombres y mujeres de los Estados Miembros, del OIEA y otros organismos internacionales, como asimismo a los socios estratégicos y los países donantes, quienes han contribuido en ARCAL, desde su importante labor tanto en la ciencia como en su dirección, coordinación y administración en todos sus niveles.

EL ORIGEN Y SU PROPÓSITO

Su origen se remonta a comienzos de la década de los 80, cuando los cinco países del Grupo Andino, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, concordaron en buscar un mecanismo que les permitiera llevar a cabo actividades conjuntas, conducentes al desarrollo de las aplicaciones nucleares en áreas de mutuo interés, fundamentalmente en salud humana, agricultura, seguridad nuclear y otros.

Esta iniciativa fue presentada al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) quién otorgó su auspicio y patrocinio con la finalidad de extenderla en toda la región y de esta forma, promover la cooperación regional en el campo de la ciencia y tecnología nucleares.

En el año 1983 en una reunión efectuada en Caracas, los países identificaron los temas de mayor interés. Posteriormente, en una reunión efectuada en Bogotá, que contó con la participación del Organismo, se concretaron los primeros proyectos en las áreas de protección radiológica, instrumentación nuclear, reproducción animal y utilización de reactores de investigación.

En 1984, en una reunión celebrada en Viena, se unen Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay, y con la participación de estos diez países nace ARCAL, con el auspicio del OIEA, como un Programa regional en el marco de la cooperación técnica del OIEA, denominado "Arreglos Regionales Cooperativos para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina".

En los años siguientes se unen Guatemala (1985), Costa Rica (1986), Cuba (1987), México (1988), Panamá (1989), Jamaica (1990), República Dominicana (1991), Nicaragua (1993) y El Salvador (1995).

EL ROL DEL ORGANISMO

Una de las funciones estatutarias del Organismo ¹ consiste en "promover y facilitar la investigación, el desarrollo y la aplicación práctica de la energía nuclear con fines pacíficos, y ésta se puede potenciar mediante la cooperación entre sus Estados Miembros a través de la aplicación del concepto Asociados para el Desarrollo.

En este contexto, la cooperación técnica del Organismo ha sido fundamental en el desarrollo de las aplicaciones de la tecnología nuclear en América Latina y el Caribe y en especial en la realización de las actividades cooperativas regionales en ARCAL, mediante el patrocinio y apoyo a sus programas y proyectos. (Acuerdo ARCAL, Artículo I, 1 y Artículo V).

LOS PRIMEROS AÑOS

Junto con la creación de ARCAL se definió el alcance, finalidad y los procedimientos en las Directrices del Arreglo las cuales constituyeron la base legal para las acciones cooperativas conjuntas.

Desde su inicio el quehacer de ARCAL estuvo encauzado a hacer realidad en la región los conceptos de la cooperación entre países en desarrollo (CTPD), estableciendo entre sus principios fundamentales definir las áreas de interés y proyectos relacionados de común acuerdo y efectuar el mayor uso posible de las capacidades nucleares existentes en la región.

En la primera década (1984-1994) los esfuerzos se orientaron a establecer la infraestructura apropiada que permitiera a los países efectuar pleno uso de las técnicas nucleares en sus respectivos programas de desarrollo. En este aspecto, la asistencia del Organismo a través del Programa Nacional de Cooperación Técnica contribuyó de manera significativa de tal manera que ambos programas, nacional y regional fueran complementarios.

El programa se organizó en fases. **La Fase I** (1985-1989) comenzó con el proyecto RLA/0/009 "Información Nuclear", sin embargo, el primer proyecto de ARCAL fue el proyecto RLA/0/006 "Ciencia y Tecnología Nucleares" que apoyó las actividades preparatorias en 1983-1984 y duró hasta el año 1992.

Los proyectos que se llevaron a cabo en este período abarcaron diversos campos: Protección radiológica, salud humana agricultura (producción animal, mejoramiento de cereales, irradiación de alimentos), instrumentación nuclear, información nuclear e hidrología. Si bien los primeros lineamientos de los proyectos se originaron en los países, también coincidieron con las líneas de trabajo de interés en el Organismo.

¹ Estatuto Artículo II

"El Organismo procurará acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero. En la medida que sea posible se asegurará que la asistencia que preste o la que se preste a petición suya, o bajo su dirección o control no sea utilizada de modo que contribuya a fines militares"

Al concluir la primera fase se ejecutaron doce proyectos que comprendieron diversas actividades, principalmente, cursos de capacitación, talleres, reuniones técnicas y de coordinación, misiones de expertos y en menor grado suministro de equipamiento e insumos nucleares.

Como resultado, los países lograron un conocimiento adecuado de la infraestructura y tecnología nuclear existente en la región, lo que permitió establecer las bases para la cooperación regional al dar inicio a la transferencia de tecnología, desde los países con mayor desarrollo nuclear en temas específicos, a los países en etapa de desarrollo menos avanzado o incipiente en esas aplicaciones y conocimiento. Esta fase fue también el comienzo de redes de colaboración de los expertos de la región en diversas materias.

LA EVOLUCIÓN A UN ACUERDO...

Durante la **Fase II** (1990-1994) del Programa, continuaron varios de los temas iniciados anteriormente y se incluyeron otros, como las aplicaciones a la industria, radiofarmacia, nutrición de plantas y gestión de suelo y agua.

Con el progreso de las actividades, a comienzos de los 90 se observó la necesidad de iniciar acciones con el propósito de mejorar el programa (OIEA Evaluación Diez Años de ARCAL, 1992), especialmente en lo concerniente a una mejor definición de las prioridades regionales, la preparación de un plan estratégico con objetivos realistas y un mayor compromiso de los países participantes a través de un acuerdo intergubernamental que fue sugerido por el Organismo (1991).

En el ámbito organizacional, se actualizaron las Directrices lo que permitió definir con mayor claridad el rol de los Estados, las funciones de las reuniones anuales de planificación y coordinación (actual OCTA) y las reuniones de los representantes. Asimismo, se especificó la función del Coordinador Nacional de ARCAL (VIII OCTA 1991).

En 1993, los países instituyeron el cargo del Presidente de ARCAL (X OCTA 1993, Bariloche, Argentina y ORA 1993, Viena) con una duración en el ejercicio de un año. Este compromiso recayó en el Coordinador Nacional del país sede de la reunión técnica anual.

La **Fase III** (1995-1999), constituyó un verdadero reto para los países miembros de ARCAL, por una parte fue necesario consolidar los logros alcanzados en las fases anteriores así como fortalecer los vínculos de cooperación horizontal y por otra, a nivel interno de los países, lograr el apoyo gubernamental al Programa y ampliar el campo de acción a mayor número de instituciones (más allá de aquellas del sector nuclear) y sectores económicos, en especial aquellos relacionados con los planes de desarrollo económico y social de los países.

Todo lo anterior en un contexto de los cambios fundamentales en la política de cooperación técnica del OIEA que ocurrieron en este período con la introducción del concepto de Proyecto Modelo. Su finalidad principal fue resaltar los objetivos orientados a la solución de problemas prioritarios, con un

compromiso real de los gobiernos. Estos conceptos quedaron plasmados en la Estrategia de Cooperación Técnica ²aprobada en 1997, revisada en los años posteriores, plenamente vigentes en la actualidad y que se definen como *criterio central*.

Uno de los hitos más importantes de ARCAL fue la adopción del Acuerdo Intergubernamental en la reunión de las máximas autoridades de los países miembros, realizada del 3 al 7 de marzo de 1997, en La Habana, Cuba. De esta forma los arreglos pasan a denominarse "Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe"³ el cual se abrió a la firma en Septiembre de 1998. *(foto a insertar, abajo muestra*

Junto con la adopción el Acuerdo Intergubernamental en 1997, se decidió la elaboración de un Manual de Procedimientos constituyendo ambos los documentos normativos del Acuerdo.

La primera versión (Doc. 9905 del Manual de Procedimientos de ARCAL (se adoptó en 1999 (XVI Reunión del OCTA, Santiago, Chile) y se aprobó en la Reunión del Órgano de Representantes (ORA) de ese mismo año.

Este Manual reemplazó las Directrices originales de ARCAL y contribuyó a ordenar y transparentar de manera significativa la gestión de ARCAL.

Durante este período se elaboró el Plan de Cooperación Regional para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (PCR), herramienta básica de planificación del Programa, el cual establece las áreas y sectores prioritarios acordados por los Estados Miembros de ARCAL para la orientación del programa regional con sus respectivos objetivos y metas estratégicas y operacionales.

La **Fase IV** (2000-2004), fue un periodo de consolidación de los procesos de fortalecimiento de ARCAL reflejado en la ratificación del Acuerdo.

La primera actualización del Manual se llevó a cabo en el año 2002 tomado en consideración las disposiciones del Acuerdo. Este mismo marco legal es el que ha regido las revisiones posteriores que reflejan los cambios del entorno de ARCAL y que permiten un desempeño ordenado y transparente de sus actividades.

De igual manera en el año 2002 se actualizó el Plan de Cooperación Regional (PCR) y en la versión aprobada en Septiembre 2004 se incluyó la visión, misión y objetivos estratégicos, acordados en la Reunión Extraordinaria del OCTA y del ORA efectuada en Viena en Agosto de 2002.

En este período se publica el informe sobre los Centros Designados por ARCAL (OCTA, 2003) con una información detallada de 33 centros que prestan colaboración a los proyectos ARCAL y que se han designado luego de un proceso de evaluación.

² Estrategia de Cooperación Técnica GOV/INF/1997 824 24 octubre y GOV/INF/2002/8 6 junio

³ "Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe" INFCIRC/582 octubre 1999.

Durante la **Fase V** (2005-2009) se concreta la entrada en vigor del Acuerdo en el año 2005, con la ratificación de Haití como décimo Estado Miembro.

ACTUALMENTE LOS ESTADOS PARTE DE ARCAL SON: ARGENTINA, BOLIVIA, BRASIL, CHILE, COLOMBIA, COSTA RICA, CUBA, ECUADOR, EL SALVADOR, GUATEMALA, HAITÍ, MÉXICO, NICARAGUA, PANAMÁ, PARAGUAY, PERÚ, REPÚBLICA DOMINICANA, URUGUAY, VENEZUELA.

El proceso de ratificación está en vías de completarse en Colombia, Guatemala y Nicaragua. En Honduras y Belice que son los Estados Miembros del OIEA más recientes en América Latina, participan también en las actividades de ARCAL.

ORGANIZACIÓN Y COORDINACIÓN

Fig. 1 "Organización y coordinación de ARCAL"

Cada Estado Parte de ARCAL nombra un Representante Permanente ante ARCAL. Estos integran el Órgano de Representantes de ARCAL (ORA) máximo cuerpo decisorio del Acuerdo.

El ORA establece las políticas, estrategias y la norma jurídica necesaria para la logro de su objetivo. Aprueba anualmente el programa y proyectos y asignaciones presupuestarias, gestiona la captación de recursos financieros para el funcionamiento de ARCAL y fija las relaciones de ARCAL con otros Estados, organismos internacionales, ONGs y sector privado.

La Mesa Directiva del ORA⁴ está compuesta por un Presidente, un Vicepresidente y un Secretario con una duración en el cargo de un año.

La labor de los Representantes de ARCAL es apoyada por el Grupo de Trabajo del ORA (GT-ORA) integrado por un delegado designado por cada Representante y coordinado por la Mesa Directiva del ORA.

Asimismo, cada país designa un Coordinador Nacional de ARCAL quién actúa como punto focal para todas las cuestiones técnicas y administrativas del Programa en su país.

Los Coordinadores Nacionales de ARCAL (CNA) integran el Órgano de Coordinación Técnica (OCTA). Asesora técnicamente al ORA y ejecuta sus decisiones. Elabora el Programa y los proyectos que se presentan anualmente a la consideración del ORA.

El Grupo Directivo de ARCAL está compuesto por un Presidente, un Vicepresidente y un Secretario que permanecen en el ejercicio por el período de un año.

El Coordinador de Proyecto es el profesional altamente calificado en el área de competencia del proyecto, responsable de la ejecución del mismo en su país y de la coordinación técnica con las instituciones nacionales participantes en el proyecto

El Organismo actúa como Secretaría del Acuerdo. En esta función coordina las acciones entre los Estados Parte. Administra las contribuciones financieras efectuadas por otros Estados no parte, otros donantes, organismos internacionales y ONGs en conformidad con su Reglamento Financiero y normas aplicable y asigna estas contribuciones entre los proyectos de ARCAL y los países participantes en dichos proyectos, adopta las medidas necesarias para el funcionamiento de los proyectos y su seguimiento, prepara el Plan Anual de actividades para la ejecución de los proyectos, proporciona apoyo administrativo a las reuniones del ORA y OCTA, asiste en la organización, financiamiento y realización de de las reuniones de expertos incluidas en el Plan de Actividades.

OBJETIVOS DE ARCAL

El objetivo general de ARCAL es promover las aplicaciones de la ciencia y tecnología nucleares en América Latina y el Caribe así como la cooperación técnica entre los países en diferentes campos, en los sectores energía, salud, hidrología, agricultura, industria, seguridad nuclear y protección radiológica.

Los objetivos específicos son:

- Ampliar las relaciones de cooperación y asistencia recíproca entre las instituciones nucleares y otras, así como entre los especialistas de ambas.

⁴ El Representante del País que fue Sede de la Reunión Ordinaria del Órgano de Coordinación Técnica asumirá la función de Presidente del ORA; el Representante del País Sede de la próxima Reunión del OCTA asumirá la función de Vicepresidente del ORA y, el Presidente del ORA saliente asumirá la función de Secretario del ORA.

- Uso beneficioso de las instalaciones nucleares y otras así como de la infraestructura existente.
- Identificación de los problemas comunes a los países de la región que puedan ser resueltos mediante la cooperación mutua entre los Estados.
- Propiciar, fomentar, coordinar y ejecutar acciones de cooperación para la capacitación, la investigación, el desarrollo y las aplicaciones de la ciencia y tecnología nucleares.
- Capacitación de especialistas a través del uso de infraestructura existente en otros países por medio de cursos de entrenamiento tanto regional como nacional.
- Fomentar la producción conjunta de equipos nucleares con aquellos países que tienen la tecnología e infraestructura para ello o bien promoviendo el desarrollo conjunto entre ellos.
- Fomentar el intercambio de experiencias en el desarrollo de la energía nuclear.
- Ayudar a los Estados Parte a conseguir la capacidad de valerse por sí mismos en materia de aplicaciones de la ciencia y tecnología nucleares, a través de su participación en la ejecución de proyectos regionales, así como a compartir la infraestructura disponible incluyendo laboratorios, equipos y expertos, y estimulando el financiamiento regional de las actividades involucradas.

RECURSOS

Proviene de los Estados Parte de ARCAL ya que, cada país que participe en un proyecto adquiere el compromiso de aportar con recursos financieros y en especie, además de poner a disposición del proyecto sus instalaciones, equipos, materiales y conocimientos pertinentes.

El Organismo, según los recursos disponibles, apoya financieramente los proyectos a través del programa de cooperación técnica y otros, de acuerdo a su normativa y procedimientos. No obstante, cabe destacar que en la actualidad constituye la principal fuente de recursos de ARCAL.

Fig. 2 "Recursos de ARCAL"

Las contribuciones de los países donantes son otra fuente de financiamiento del Acuerdo. Su aporte ha sido importante desde los inicios de ARCAL, ya sea en áreas o proyectos específicos. Alemania, Francia, Estados Unidos de N. A., Suecia, Canadá, Bélgica, Italia, España. Entre los Estados Partes de ARCAL los principales países que apoyan el programa son Chile, Nicaragua, Haití y más recientemente Brasil.

Otros Organismos Internacionales tales como la OMS, WHO, FAO, forman el enlace natural con ARCAL. Éstos han brindado un valioso apoyo al Programa esencialmente a través de expertos.

DESPUES DE 25 AÑOS

Un fuerte impulso ha tenido ARCAL en los cinco últimos años, lo que se refleja en primer término, en la ratificación del Acuerdo, y en un decisivo esfuerzo en fortalecer el programa, mediante el mejoramiento de la gestión y en la formulación y realización de proyectos regionales de mayor calidad, tanto en los aspectos científicos como técnicos, y de manera especial en lograr resultados que verdaderamente contribuyan a la solución de problemas prioritarios de la región mediante la aplicación de la tecnología nuclear.

Se diseñó el Plan Estratégico de ARCAL y las bases para la alianza estratégica ARCAL OIEA (2006-2011) que fueron aprobadas en la reunión del Órgano de Representantes (ORA) en el año 2005. Al año siguiente se materializa el Plan de Acción para la Alianza Estratégica ORA 2006.

Este mismo año 2006 se concretó la incorporación de España como Socio de ARCAL y abre nuevas opciones a la relación con Estados no Parte de ARCAL en beneficio de la región.

En el marco de la Alianza Estratégica ARCAL –OIEA, se elaboró el Perfil Estratégico Regional para América Latina y el Caribe 2007-2013 (PER) el cual se aprobó en la Reunión Extraordinaria del ORA, efectuada en Viena, en el mes de junio de 2007.

El PER facilitó la identificación de los problemas prioritarios (52) en los sectores de Seguridad Alimentaria, Salud Humana, Medio Ambiente, Energía e Industria y Seguridad Radiológica. Estos sirvieron de base para la formulación del Programa Regional ARCAL 2009-2011.

La Alianza Estratégica ARCAL–OIEA también contempla una serie de acciones que se están llevando a cabo actualmente, encaminadas a lograr el Fortalecimiento Institucional de ARCAL (ORA, 2007).

Entre los años 1983 y 2009 se han completado en total de 72 proyectos que abarcan diferentes áreas.⁵

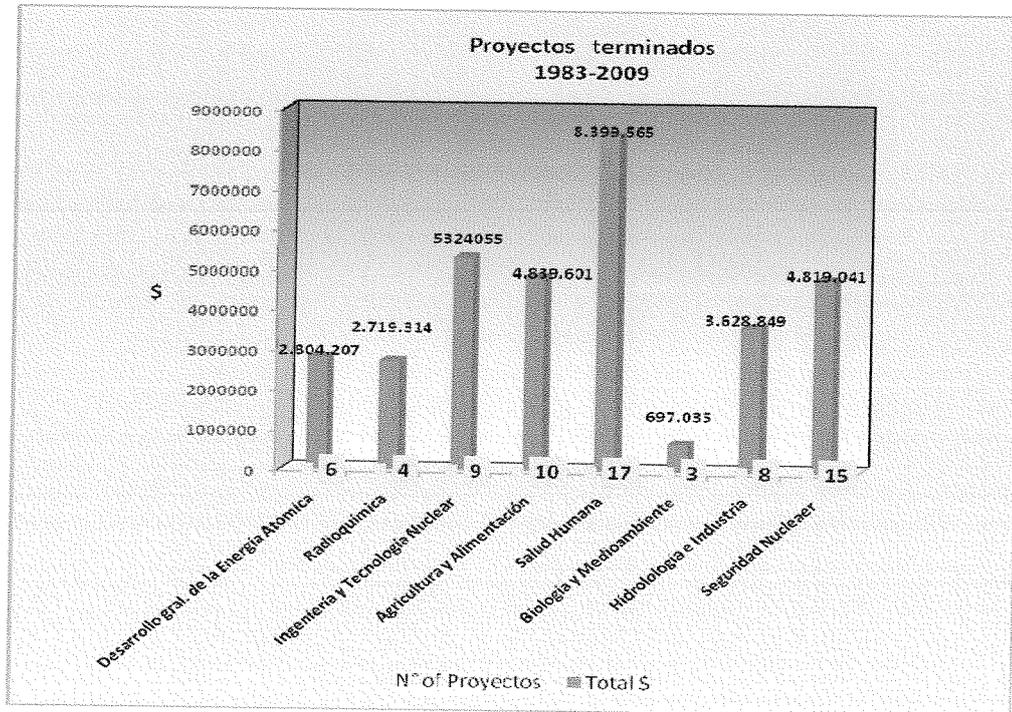


Gráfico 1. Proyectos terminados (1983-2009)

El mayor interés de la región se ha concentrado en Salud Humana, con un total de diecisiete proyectos y 25% de los recursos invertidos. En segundo lugar se sitúa Seguridad Nuclear con quince proyectos y 15% de los recursos, seguido de Agricultura y Alimentación, con diez proyectos y el área de Ingeniería y Tecnología con nueve proyectos, y un 15% y 16% de los recursos totales respectivamente.

⁵ Fuente TC-PRIDE OIEA.

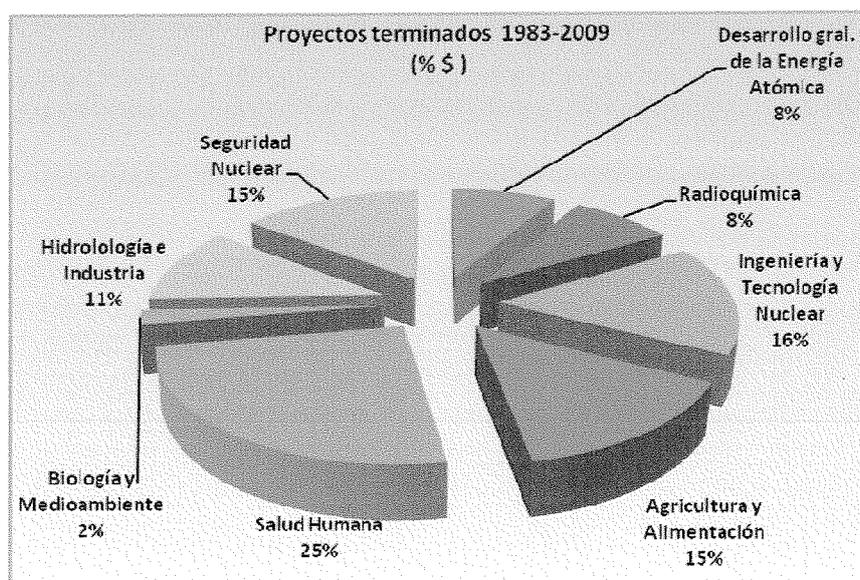


Fig.3. Recursos consumidos % (1983-2009)

PROYECTOS POR ÁREA Y CADA FASE DEL PROGRAMA

QUÍMICA NUCLEAR Y RADIOQUÍMICA

Tabla 1. Química nuclear y radioquímica. Participación en proyectos terminados (1984-2009)

PROYECTO	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	COS	CUB	DOM	ECU	ELS	GUA	HAI	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	URU	VEN
RLA/2/003 ARCAL IV	I		I	I		I	I		I		I					I	I	I	
RLA/2/007 ARCAL XV	II		II	II	II	II	II				II		II			II	II	II	II
RLA/2/010 ARCAL LII	IV		IV	IV	IV														
RLA/2/011 ARCAL LXXVI	IV	IV	IV	IV		IV	IV	IV		IV	IV		IV	IV		IV	IV	IV	IV

	Técnicas analíticas nucleares
	Producción y control de radiofármacos
	Control de calidad de radiofármacos
	Sistemas de calidad en laboratorios analíticos
	(técnicas nucleares y convencionales)

TÉCNICAS ANALÍTICAS NUCLEARES

El primer proyecto en *Técnicas analíticas nucleares (RLA/2/003)* aprobado en 1986 (Fase I de ARCAL) y finalizado en 1998, respondió a la necesidad de mejorar los laboratorios para análisis de elementos trazas de la región que les permitiera hacer frente a la creciente demanda de servicios analíticos rápidos y confiables. La extensa duración del proyecto permitió establecer y afianzar en la región las aplicaciones de técnicas analíticas nucleares y convencionales complementarias tales como análisis por activación neutrónica (AAN), fluorescencia por rayos X (RFX), espectrometría por plasma

inducido y espectrometría por absorción atómica en estudios medioambientales en agua y sedimentos, minería, análisis de productos agroindustriales. Un avance importante lo constituyó el establecimiento de un Sistema de Gestión de Calidad en laboratorios analíticos de varios de los países participantes, ello permitió mejorar la competitividad de estos laboratorios y ampliar el alcance de los servicios analíticos ofrecidos, así como también, su participación en estudios específicos e investigación.

Un progreso significativo se logró a través del proyecto *Sostenibilidad de los sistemas de calidad de laboratorios para el uso de técnicas analíticas nucleares (RLA/2/011)*, (2003-2006). Atendiendo la demanda del mercado exportador de alimentos y el mercado interno, como también, los requerimientos analíticos de sectores productivos y medioambientales, el proyecto permitió elevar los estándares de los laboratorios de ensayo que certifican productos de exportación.

Se estableció una red de aseguramiento y control de calidad entre los laboratorios de la región y capacidades para organizar ensayos de aptitud en tres países (Brasil, Chile y Perú).

La capacitación fue un componente importante mediante cursos regionales y en los aspectos de certificación de ensayos de aptitud, en métodos de validación y auditoría de acuerdo a la ISO17025 (18). Asimismo, se llevaron a cabo cursos nacionales en aseguramiento y control de calidad en Costa Rica, El Salvador, Nicaragua y Paraguay.

Este proyecto permitió consolidar los resultados alcanzados en el proyecto *Garantía de calidad en laboratorios analíticos RLA/4/013* (1997-2003) mediante el cual se implementaron Sistemas de Calidad basados en ISO/IEC 17025:1999, en treinta laboratorios de los once países participantes y se logró acreditación en seis laboratorios de Argentina, Chile, Cuba con tres laboratorios y México.

A través de RLA/2/011, un total de cincuenta y cuatro laboratorios implementaron sistemas de calidad: catorce en Argentina, diez en Brasil, uno en Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Nicaragua y Venezuela, siete en México, cinco en Paraguay, seis en Perú y dos en Uruguay. En Argentina, Cuba, Chile y México, ocho laboratorios, (dos en cada país) recibieron acreditación nacional o reacreditación. Sumado a lo anterior se creó una base de datos sobre las capacidades analíticas en la región que se encuentra disponible en la Web.

PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE RADIOFÁRMACOS

El proyecto *Producción y control de calidad de radiofármacos (RLA/2/007)* estuvo orientado a desarrollar y fortalecer la capacidad de producir localmente radiofármacos para su utilización en Medicina Nuclear. En la primera etapa (1992-1996) se dio primordial importancia a la formación de recursos humanos logrando capacitar a más de cien profesionales en diferentes aspectos de radiofarmacia que incluyeron, desarrollo de síntesis de compuestos para la preparación de radiofármacos modernos, técnicas avanzadas de radiomarcación, control de calidad, evaluación e investigación. En lo referente a la producción de radiofármacos, los centros locales fortalecieron sus programas con procedimientos internacionalmente aceptados y debidamente

reglamentados, alcanzando en varios de ellos un nivel de autosuficiencia. Por otra parte, la comunicación más efectiva favoreció el intercambio de información y experiencias.

En la segunda etapa del proyecto (1997-1998), se establecieron las técnicas de preparación y control de radiofármacos para la terapia paliativa del dolor basado en Samario-153 y Holmio-166, para cáncer de huesos y artritis reumatoide. Asimismo, se desarrollaron radiofármacos basados en la marcación de péptidos, proteínas y anticuerpos monoclonales para fines de diagnóstico en Medicina Nuclear. La elaboración y publicación del "Manual de buenas prácticas en radiofarmacia" dio un impulso importante a la calidad del servicio proporcionado por los laboratorios.

Un avance significativo en los servicios de diagnóstico se logró al pasar al desarrollo de radiofármacos de tercera generación mediante el proyecto *Preparación, control de calidad y validación de radiofármacos basados en anticuerpos monoclonales (RLA/2/011)* aprobado en el año 2001. El propósito fue fortalecer las destrezas regionales y capacidades de laboratorio para la preparación, control de calidad y validación de radiofármacos basados en anticuerpos monoclonales, marcados con tecnecio 99m, para estudios inmunocintigráficos.

Varios de los países participantes más avanzados en esta área habían adquirido conocimientos y experiencia en las aplicaciones de anticuerpos monoclonales para diagnóstico y terapia, a través de los Programas Coordinados de Investigación del OIEA lo cual favoreció la transferencia de tecnología hacia los países menos avanzados en estos temas.

El proyecto permitió la capacitación de profesionales y técnicos e incrementar experiencia en la realización independiente de la reducción, purificación, marcación y control de calidad de los anticuerpos monoclonales, Anti CEA 1 y Anti EGF/r3. Asimismo, se diseñó y aplicó el protocolo de marcación y de control de calidad de anticuerpos monoclonales para inmunocintigrafía y se dispuso de una formulación de juegos de reactivos para su potencial uso clínico.

Tabla 2. Ingeniería nuclear y tecnología (proyectos terminados 1983-2009)

PROYECTO	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	COS	CUB	DOM	ECU	ELS	GUA	HAI	JAM	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	URU	VEN	
RLA/4/006 ARCAL II	I	I	I	I	I	I	I		I		I		I								
RLA/4/007 ARCAL V	I		I		I	I			I					I					I	I	I
RLA/4/008 ARCALII	II	II	II	II	II	II			II		II		II								
RLA/4/011 ARCAL XIX	III		III	III				III													
RLA/4/013 ARCAL XXVI	III	III	III	III	III		III	III	III					III					III	III	III
RLA/4/014 ARCAL XXXIV	III		III			III	III			III	III			III	III				III	III	III
RLA/4/015 ARCAL XXXV	III			III																	
RLA/4/017 ARCAL LIII	IV																				
RLA/4/019 ARCAL LXXXI	V	V	V			V	V			V				V	V			V	V		

	Instrumentación nuclear		Calibración de instrumentación para dosimetría en radioterapia
	Reactores de investigación		Control de calidad en la reparación y mantenimiento de equipos médicos
	Aseguramiento de calidad en laboratorios analíticos		

INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR

Desde los inicios de ARCAL, los proyectos realizados en esta área, han constituido un soporte fundamental para establecimiento y sostenibilidad de servicios modernos de reparación y mantenimiento de instrumentación nuclear, en los países de la región, acordes con el desarrollo de las aplicaciones de la tecnología nuclear y la creciente demanda por estos servicios

En los primeros proyectos *Instrumentación nuclear (RLA/4/006)* aprobado en 1986 la *y Fase II (RLA/4/008)* en el año 1991, el propósito fue fortalecer las capacidades regionales para la reparación y mantenimiento de instrumentos electrónicos. Un aspecto prioritario fue la capacitación de profesionales y técnicos mediante cursos, becas y misiones de expertos en temas específicos, entre otros: análisis de multicanales e interfase, detectores de radiación, interfase en experimentos nucleares, espectrometría nuclear, mantenimiento de gamma cámaras. Otro asunto importante fue la instalación en cada país, de al menos un laboratorio especializado para la reparación y mantención de equipos nucleares y tres centros regionales para capacitación especializada: El Centro Regional de mantenimiento y reparación de analizadores multicanal en Río de Janeiro, Brasil, el Centro Regional de mantenimiento de equipos de medicina nuclear en Colombia y el Centro Regional de reparación y mantenimiento de detectores nucleares e instrumentación analógica en México. Además, se creó una base de datos de manuales de reparación en la región y se realizó la evaluación del servicio de piezas de repuesto.

A través del proyecto *Mantenimiento de instrumentación nuclear (RLA/4/011)* aprobado en 1995, se ampliaron las capacidades de los centros regionales de México y Brasil y se instalaron laboratorios nacionales de reparación y mantenimiento de instrumentación en aquellos países donde no había (Costa Rica, Nicaragua, Panamá y República Dominicana). La modalidad de capacitación de los entrenadores tuvo su efecto multiplicador a través de los cursos nacionales realizados en varios países, entre estos Uruguay y Cuba. La provisión de servicios de reparación de equipos resultó beneficiosa para los países (240 piezas de equipo y 8 gammacameras).

Un avance importante se logró con el proyecto *Reparación y mantenimiento de instrumentación nuclear (RLA/4/015)*, aprobado en 1999, en relación con la elaboración de documentos técnicos para la reparación y mantenimiento de instrumentación nuclear tales como equipos de centelleo líquido, de radioinmunoensayo (RIA) y equipos de rayos X. Se modernizaron las capacidades de varios laboratorios nacionales y de los centros regionales en Brasil y México. Asimismo, se establecieron otros tres centros regionales: el Centro Regional para la reparación y mantenimiento de instrumentación nuclear para RIA, radiografía y medicina nuclear en Perú, el Centro Regional para desarrollo de software en Cuba y el Centro Regional para la reparación de gammacameras en Venezuela. Se continuó con la capacitación de personal y se incrementaron significativamente los servicios de reparación de equipos (1439 equipos). Asimismo se estableció una base de datos de instrumentos nucleares en la región

Mediante el proyecto *Control de Calidad en la reparación y mantenimiento de instrumentos nucleares médicos (RLA/4/017)* aprobado en el año 2001, se introdujeron procedimientos de control de calidad utilizando equipos de control de calidad de bajo costo diseñados en la región. En la Universidad de Costa Rica se estableció una base de datos para la región sobre información de errores y fallas en los equipos, y las soluciones y procedimientos para su reparación. A través del el programa de piezas de repuestos de ARCAL se repararon un número considerable de equipos y a bajo costo, estimado alrededor del 16% del valor del equipo reparado. A fin de satisfacer la demanda de mantenimiento de equipos con control de calidad, se introdujeron las mejoras correspondientes en los dieciséis laboratorios nacionales que incluyen los centros regionales de Brasil, Cuba, México y Perú. Asimismo, se elaboraron nueve documentos técnicos, cinco para mantenimiento de equipos de bajo costo y cuatro para lectores de dosimetría termoluminiscente (TLD). Otro avance importante fue la capacitación del uso de LabView para el mantenimiento de equipos nucleares.

El proyecto *Mejoramiento de laboratorios de instrumentación nuclear (RLA/4/019)* aprobado en 2005 y finalizado en el año 2008, respondió a la necesidad de implementar en los laboratorios de instrumentación nuclear sistemas de gerencia de la calidad en base a la normativa ISO 9000 y 17025. Con esta finalidad se desarrollaron sistemas de automatización para la adquisición de datos para mejorar los equipos existentes en servicios de dosimetría y en instituciones que utilizan radiaciones ionizantes. Complementariamente, se llevó a cabo una extensa capacitación sobre mantenimiento de instrumentación nuclear y materias relacionadas como también en los sistemas de calidad basados en la normativa ISO, a través de cursos regionales, nacionales y becas. Varios equipos fueron modernizados y otros están en este proceso. En dos países se establecieron sistemas de

calidad ISO 9000 y otros cinco avanzaron en el proceso de acreditación ISO 17025.

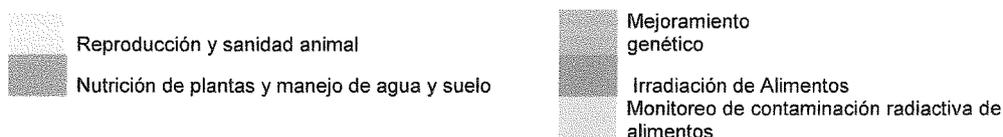
REACTORES NUCLEARES DE INVESTIGACIÓN

El proyecto *Utilización de reactores de investigación (RLA/4/019)* aprobado en 1986, contribuyó a desarrollar la cooperación regional en esta área. Mediante los cursos regionales, ciento veinte profesionales y técnicos se capacitaron en cálculos de reactores, operación y tecnología, y utilización. El programa coordinado de investigación realizado en el período del proyecto permitió mejorar las capacidades de cálculos de las instituciones.

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Tabla 3. Agricultura y Alimentación (proyectos 1984- 2009 terminados)

PROYECTO	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	COS	CUB	DOM	ECU	ELS	GUA	HAI	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	URU	VEN
RLA/5/019 ARCAL III	I	I	I	I	I	I			I		I					I	I		
RLA/5/020 ARCAL VI	I	I	I	I	I				I		I					I	I		
RLA/5/021 ARCAL VII	I	I	I	I	I				I		I					I	I		
RLA/5/023 ARCAL XI	I	I	I	I	I	I	I		I		I	I	I	I	I	I	I	I	I
RLA/5/028 ARCAL III	II	II	II	II	II			II			II					II	II		
RLA/5/035 ARCAL XXIa	III		III	III		III	III				III		III					III	
RLA/5/036 ARCAL XXII	III		III	III							III		III					III	
RLA/5/040 ARCAL XXIX	III		III	III												III		III	
RLA/5/043 ARCAL XXIII	III		III	III	III								III				III		III
RLA/5/048 ARCAL LXXIX	V		V			V	V	V	V	V	V	V	V			V		V	V



REPRODUCCIÓN Y SANIDAD ANIMAL

En el proyecto *Radioinmunoanálisis en reproducción animal (RLA/5/019)*. Se implementó la técnica de radioinmunoensayo (RIA), mediante el suministro de equipos, los kits estandarizados de RIA y la capacitación. Este ensayo se aplicó para la determinación de los factores incidentes en la baja eficacia de la reproducción en el ganado. En otro proyecto, *Inmunoanálisis en la producción y salud de los animales (RLA/5/028)*, se introdujo la técnica ELISA (inmunoensayo) lo que permitió estudiar mediante kits RIA/ELISA, los efectos de los factores de nutrición y de las enfermedades como, fiebre aftosa, babesiosis, leucosis y brucelosis bovina, en la productividad del ganado. En ambos proyectos se estableció una fuerte sinergia con los programas coordinados de investigación en estos temas, lo cual favoreció el intercambio de información científica y técnica entre los países y las instituciones participantes para establecer las mejores prácticas de manejo de ganado.

NUTRICIÓN DE PLANTAS Y GESTIÓN DE AGUA Y SUELO

El proyecto *Técnicas nucleares en agricultura (RLA/5/023)* iniciado en 1988, facilitó el intercambio de información sobre las aplicaciones de las técnicas isotópicas con Fósforo- 32 y con Nitrógeno-15 en el estudio de las relaciones suelo-agua-fertilizante. Más adelante, a través del proyecto *Gestión de la nutrición de plantas-suelo-agua (RLA/5/036)* iniciado en 1995, se avanzó de manera significativa en este tema a través de una red de cuarenta y dos ensayos de campo, realizados durante tres años consecutivos en tres ecosistemas agrícolas. Los resultados de estos estudios se difundieron a los agricultores como recomendaciones prácticas a través de diversos medios: días de campo, talleres, comunicados de prensa y otros. Se capacitaron más de doscientos profesionales y técnicos y se identificaron seis laboratorios isotópicos como laboratorios regionales dos de los cuales pasaron a ser centros designados por ARCAL.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

En el proyecto *Mejoramiento de cereales mediante fitotecnia por mutaciones (RLA/5/021)* aprobado en 1986, se establecieron las técnicas para la obtención de mutaciones mediante radiaciones ionizantes y cultivo de tejidos para lo cual se proveyó la capacitación y suministro de equipo. Como resultado se obtuvieron diversas líneas de mutantes con potencial para ser utilizadas en los programas nacionales de producción de cereales. El proyecto *Evaluación de mutantes en cultivos de cereales (RLA/5/035)* aprobado en 1995, se concibió desde el inicio con una duración de seis años a fin de consolidar los resultados obtenidos y promover la cooperación regional. Un grupo de trabajo integrado por Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Guatemala y Uruguay trabajó en arroz, y un segundo grupo, integrado por Argentina, Brasil y Chile se ocupó de trigo. Se identificaron mutantes de arroz y de trigo con una alta resistencia a las enfermedades prevalentes en los ecosistemas de la región, en particular a enfermedades ocasionadas por hongos patógenos. Asimismo, se identificaron mutantes de cebada con una amplia adaptabilidad y resistencia a enfermedades. En general, la introducción de cultivos genéticamente modificados contribuyó a disminuir los costos de producción debido al aumento de la productividad y reducción de las pérdidas ocasionadas por enfermedades.

IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS

En otro campo, el proyecto *Irradiación de alimentos (RLA/5/020)*, iniciado en 1987, abordó la factibilidad económica del proceso de irradiación de alimentos y la aplicación de este tratamiento a escala piloto en una selección de productos de importancia para la región. Como resultado se determinó que para la región, la desinfestación de frutas hortalizas para exportación mediante irradiación como tratamiento de control de plagas cuarentenarias, tiene futuro como una alternativa viable una vez establecidas la legislación y aspectos reglamentarios correspondientes. Argentina, Brasil, Chile y México lideraron las aplicaciones prácticas de la tecnología de irradiación.

A través del proyecto *Desarrollo de irradiación de alimentos en escala comercial (RLA/5/040)* aprobado en 1997, se avanzó en la demostración de la factibilidad de las aplicaciones comerciales de la irradiación de alimentos en los países del Cono Sur, mediante ensayos de intercambio comercial de productos. Asimismo, se logró un avance significativo en los aspectos legales, especialmente en lo referente a la armonización de la legislación sobre alimentos irradiados. En el proyecto *Reglamento cuarentenario armonizado para la*

irradiación de frutas (RLA/5/043) aprobado en 1999, se elaboraron las "Guías para la elaboración de protocolos de investigación en el uso de radiaciones ionizantes como tratamiento cuarentenario de frutas frescas" editado en Español, Inglés y Portugués y el "Protocolo de investigación en el uso de radiaciones ionizantes como tratamiento cuarentenario de frutas frescas". Este último se recomendó para ser adoptado por las autoridades sanitarias como parte de la documentación requerida para obtener el Certificado fitosanitario internacional para la exportación de frutas frescas"

MONITOREO DE CONTAMINACIÓN RADICATIVA EN ALIMENTOS

El incremento de la dispersión de radionúclidos liberados accidentalmente desde fuentes diversas ha traído consigo el problema de la contaminación radiactiva y por consiguiente, la posibilidad de comercializar alimentos contaminados.

La OMS, la FAO y el OIEA, han enfatizado la necesidad de "asegurar a los consumidores que los alimentos que llegan al mercado no superen niveles de actuación establecidos para radionucleidos en alimentos y por ende, no representen ningún daño para la salud".

En la última década la mayoría de los países de la región han ido estableciendo el marco legal y la infraestructura para el monitoreo de la contaminación radiactiva de alimentos importados, y varios de ellos han dado pasos hacia la certificación. El proyecto *Armonización regional de los requisitos técnicos y específicos de calidad para el control de la contaminación radiactiva de alimentos (RLA/5/048)* iniciado en el año 2005, nace de la necesidad de contar en la región con laboratorios capaces de llevar a cabo la certificación de la calidad radiológica de alimentos destinados a la exportación.

Teniendo en cuenta los requisitos del mercado exportador y en algunos casos, las legislaciones nacionales vigentes, se seleccionaron las matrices objetos de la armonización tales como, radionúclidos emisores gamma de origen artificial en alimentos y agua, Estroncio 89, Estroncio 90 en alimentos, plutonio 238 y plutonio 239 en alimentos, Iodo en leche, Tritio y Radio 226 en agua y la determinación de los índices de actividad alfa y beta total en agua.

El proyecto alcanzó resultados positivos, no obstante la heterogeneidad de los laboratorios participantes en cuanto a su capacidad analítica y competencia técnica, en los de menor competencia técnica se logró instalar al menos un procedimiento del total propuesto. Se creó una página web con el propósito de intercambiar la información generada en el proyecto de manera eficiente. Se elaboró y se implantó un Manual para el control de contaminantes radiactivos en alimentos con ocho procedimientos analíticos y se elaboró un documento con los requisitos específicos para el control de contaminantes en alimentos conforme a la Norma ISO/IEC 17025:2005 y se dejó establecida una red de laboratorios regionales capaces de llevar a cabo el control radiológico de los alimentos.

SALUD HUMANA

Tabla 4. Salud Humana (proyectos 1984- 2009 terminados)

PROYECTO	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	COS	CUB	DOM	ECU	ELS	GUA	HAI	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	URU	VEN
RLA/6/011 ARCAL VIII	I	I	I	I	I	I			I		I					I	I		
RLA/6/016 ARCAL VIII	II		II		I				I										
RLA/6/027 ARCAL XXIII	III	II	II	II	II		III		III		III								
RLA/6/029 ARCAL XXIV	III			III															
RLA/6/032 ARCAL XXX						III	III	III		III	III			III	III				
RLA/6/036 ARCAL XXXII	III		III		III	III	III	III	III										
RLA/6/037 ARCAL XXXVI	III	III	III	III	III		III		III				III				III	III	III
RLA/6/038 ARCAL XXXVIII	III				III		III			III	III	III	III						
RLA/6/039 ARCAL XI		III				III				III	III			III					
RLA/6/041 ARCAL L		III		III		III	III	III	III	III									
RLA/6/042 ARCAL LIV	IV		IV	IV	IV		IV		IV		IV		IV						
RLA/6/043 ARCAL LV		IV		IV	IV	IV		IV		IV	IV			IV	IV	IV	IV		IV
RLA/6/044 ARCAL LVI	IV	IV	IV	IV		IV	IV						IV				IV		IV
RLA/6/046 ARCAL LVII	IV		IV	IV	IV														
RLA/6/048 ARCAL LXXVIII	IV		IV			IV	IV	IV	IV										
RLA/6/049 ARCAL LXXIV	IV			IV															
RL/6/052 ARCAL LXXXIV		IV									IV				IV				IV

	RIA en control de hipotiroidismo neonatal		Diagnóstico de hepatitis
	Medicina Nuclear		Física Médica
	Radioterapia		Diagnóstico de Helicobacter pylori
	Nefrourología		Mamografía
	Calidad en Radiofarmacia		

MEDICINA NUCLEAR

En el campo de la medicina nuclear en ARCAL se han abordado diferentes aspectos de interés para la región. En las primera década, el proyecto en *Mejoramiento de las prácticas en medicina nuclear (RLA/6/027)* permitió la modernización de gamma cámaras mediante la instalación de más de cincuenta tarjetas de interfase instaladas en cuarenta y cinco centros de la región. Esta fue una solución particularmente exitosa en algunos países (Cuba, Chile, Perú y Paraguay) donde se pudo mejorar el servicio mientras se lograba el reemplazo por equipos modernos de medicina nuclear.

A través del proyecto *Control de calidad y optimización de protocolos clínicos SPECT (RLA/6/036)* (1999), se implementaron programas de aseguramiento de calidad que mejoraron la utilización de sistemas SPECT y gamma cámaras en la región. En otro proyecto, *Estandarización de técnicas de nefrourología nuclear (RLA/6/037)* (1999), se establecieron las normas y se estandarizaron los procedimientos para diagnóstico en nefrourología nuclear compilados en un manual.

En los últimos cinco años, mediante el proyecto *Desarrollo de una red regional de telemedicina (RLA/6/048)* aprobado en el 2001, se diseñó y se implementó una red regional de telemedicina nuclear que incluyó los centros periféricos seleccionados por los países. Para ello se proveyó el software Medic View y capacitación. Asimismo, se establecieron los protocolos operacionales, los estándares de seguridad y los procedimientos para asegurar confiabilidad, la integridad de los datos y control de acceso. El entrenamiento a distancia se vio favorecido, así como la interacción con los centros más avanzados. El proyecto contribuyó a que los pacientes en sitios remotos tengan acceso a la opinión de especialistas.

RADIOTERAPIA

El proyecto *Mejoramiento de la garantía de calidad en radioterapia (RLA/6/032)* aprobado en 1997, estuvo orientado principalmente a los centros de radioterapia de América Central y el Caribe. Se elaboró y se implementó el protocolo "Aspectos físicos de la garantía de calidad en radioterapia: Protocolo de control de calidad" (IAEA TECDOC 1151), se entrenaron físicos médicos en los aspectos físicos de la garantía de calidad relacionados con la dosimetría clínica y se llevaron a cabo auditorías de calidad a Servicio de Radioterapia de Panamá, Nicaragua, República Dominicana, Cuba, Guatemala y Costa Rica.

El proyecto *Mejoramiento de la garantía de calidad en radioterapia (RLA/6/046)* se aprobó en el año 2001, con la participación de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, El Salvador, Perú y Uruguay, posteriormente se unieron los demás países (ver tabla) y el proyecto se extendió hasta el año 2006. La extensa capacitación de médicos, físicos médicos y tecnólogos, enfocada a los diferentes aspectos de aseguramiento de calidad en radioterapia, calibración de equipos y cálculo de dosis en pacientes, le dio un gran impulso al proyecto. Algunos países organizaron internamente revisiones por pares en los aspectos físicos de la radioterapia. Varios centros hospitalarios (21) implementaron programas de aseguramiento y control de calidad basados en IAEA TECDOC 1151. Respecto a braquiterapia, un país inició el tratamiento de alta dosis aplicando los principios de aseguramiento de calidad y control de calidad publicados en IAEATECDOC 1151. Dos países realizaron el control de fuentes de cesio 137. En general los países avanzaron en los temas de su particular interés y los resultados se diseminaron en reuniones técnicas y publicaciones.

A través del proyecto *Mejoramiento del tratamiento radiante de cáncer de cuello uterino (RLA/6/49)* aprobado en el año 2003, se entrenaron médicos oncólogos, físicos médicos en radioterapia basada en evidencia, tratamiento de braquiterapia de alta dosis para el control de cáncer del cuello uterino y de próstata, auditoría en radioterapia y otros aspectos. Estas técnicas se adoptaron en un 60% de los centros de cáncer de la región lo que permitió elevar el nivel científico de los tratamientos, aumentar la interacción de los equipos multidisciplinarios, compartir los conocimientos adquiridos mediante el entrenamiento de residentes de oncología y física médica utilizando el material

de entrenamiento de los cursos regionales, se actualizaron los protocolos de tratamiento existentes en la región y se diseminó el concepto de control de calidad, se revisó y se implementó el procedimiento de auditorías junto con capacitar los equipos de auditores. Asimismo, se entrenaron becarios en los conocimientos actualizados sobre el tratamiento del cáncer de cérvix. También se elaboró una base de datos sobre los centros de radioterapia existentes en la región.

FÍSICA MÉDICA

El Proyecto *Física médica (RLA/6/041)* iniciado en 1999, contribuyó al reconocimiento de la importancia de la especialidad de Física Médica en la región. Se elaboró un informe sobre los programas de Física Médica ofrecidos en la región que identificaron catorce programas de nivel universitario en ocho países: Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, México, Perú y Venezuela. Asimismo, se obtuvo información acerca del número de profesionales activamente trabajando (126, año 2004) como físicos médicos y de las necesidades existentes (110 puestos vacantes año 2004). Treinta y dos estudiantes participaron en dos cursos del Programa de Maestría en Física Médica realizados en Venezuela, de estos dieciocho obtuvieron el grado de Maestría, uno de Brasil, Colombia, El Salvador, Nicaragua, Panamá y Paraguay, dos de Perú, tres de Venezuela y cuatro de Cuba y Ecuador.

DIAGNÓSTICO DE HELICOBACTER PYLORI

El Proyecto *Diagnóstico precoz de la infección por Helicobacter pylori (RLA/6/042)* se aprobó en el año 2001. La metodología estándar para la detección de este patógeno ha sido endoscopia y cultivo, sin embargo, la técnica de aire espirado con urea marcada con Carbono-13 UBTs (urea breath tests) es un método no invasivo y de rápido diagnóstico que se puede utilizar tanto en población infantil como en adultos, técnica que se estableció en la región a través de este proyecto. Perú también tuvo éxito con la técnica con carbono-14UBT y México con técnicas de biología molecular.

Con esta finalidad se apoyó el equipamiento de tres laboratorios en Argentina, Chile y México que proveyeron a los países del proyecto, los servicios analíticos (Argentina 10.264 análisis y México 3.084, libres de costo) y entrenamiento para el diagnóstico de Helicobacter pylori mediante la técnica carbono-13 UBTs. Un importante logro fue la elaboración de un Manual técnico sobre la aplicación de la técnica el que fue publicado en los Archivos Latinoamericanos de nutrición (ALAN) 2004 volumen 54, N° 2, 5-43.

MAMOGRAFÍA

Mediante el proyecto *Aseguramiento y control de calidad en estudios de mamografía (RLA/6/043)* se proporcionaron servicios de expertos, capacitación de físicos médicos y técnicos y algún equipamiento para la implementación del Protocolo para control de calidad en mamografía, en forma total o parcial, como parte del Programa de aseguramiento de calidad y control de calidad establecido en los centros piloto de los países participantes. En algunos casos, este protocolo fue adoptado oficialmente. La calidad de las imágenes de mamografías en los servicios de mamografía se vio mejorada como también la protección al paciente y las competencias de los profesionales y técnicos. Estas mejoras permiten incrementar la tasa de detección temprana de cáncer de mama y por consiguiente, disminuir la mortalidad por esta causa.

BIOLOGÍA Y MEDIOAMBIENTE

Tabla 5. Aplicaciones en biología y estudios medioambientales (proyectos 1984- 2009 terminados)

PROYECTO	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	COS	CUB	DOM	ECU	ELS	GUA	HAI	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	URU	VEN	
RLA/7/007 ARCAL XXIX	III		III	III			IV						III							
RLA/7/009 ARCAL LIX	IV		IV	IV			IV						IV					IV	IV	
RLA/7/010 ARCAL LX	IV	IV	IV	IV			IV		IV	IV	IV		IV				IV	IV	IV	IV

	Contaminación atmosférica
	Esterilización de tejidos para implantes
	Contaminación atmosférica

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Con el proyecto *Determinación del contenido de la contaminación atmosférica (RLA/7/007)* aprobado en el año 1999, se modernizaron y fortalecieron las capacidades de los laboratorios para la aplicación de la técnica de emisiones de rayos X inducidas por partículas (PIXE). En Brasil se estudió el efecto de aerosoles en la contaminación de zonas urbanas de Sao Paulo, en Argentina se realizó la identificación y cuantificación de determinó las fuentes de contaminación en la ciudad de Córdoba, en Chile se fortalecieron los mecanismos para el monitoreo de la contaminación atmosférica y en México se estudió la contaminación atmosférica en la ciudad de México, además, el laboratorio de México se recomendó como Centro designado por ARCAL para desarrollar las aplicaciones de técnicas nucleares en la contaminación atmosférica por partículas y provee servicios a la región.

A través del proyecto, *Aplicación de biomonitores y técnicas nucleares relacionada aplicadas a estudios de contaminación radiactiva (RLA/7/010)* aprobado en el año 2001, la provisión de equipos, software, materiales de referencia y reactivos contribuyó a mejorar los laboratorios. La capacitación a través de talleres y un curso regional, permitió adquirir los conocimientos en las aplicaciones de biomonitores, creación de mapas de distribución y evaluación e interpretación de datos. Cada país participante identificó el biomonitor apropiado, utilizando plantas (líquenes y bromeliáceas), como complemento a las técnicas nucleares y relacionadas disponibles. La calidad analítica de los biomonitores se determinó a través de dos ejercicios de intercomparación de laboratorios en líquenes y material biológico. Se llevaron a cabo campañas de biomonitoreo para elaborar los mapas de distribución de la contaminación atmosférica. Se desarrollaron los protocolos para muestreo, preparación de muestras y análisis, los cuales fueron posteriormente adoptados por los países. Cada país creó su base de datos y mapas de distribución de elementos traza en biomonitores lo que permitió obtener información sobre la contaminación tanto nacional como regional.

La interacción y cooperación entre las contrapartes y con las instituciones encargadas del medioambiente, salud y gestión de la información resultó fortalecida, tanto a nivel regional como nacional. El proyecto también generó diversas publicaciones y trabajos presentados en conferencias internacionales.

ESTERILIZACIÓN DE TEJIDOS PARA IMPLANTES

El proyecto *Sistemas de calidad para la producción de tejidos para injertos esterilizados por irradiación (RLA/7/009)* aprobado en el año 2001, creó una red muy efectiva entre los profesionales dedicados a bancos de tejidos lo que contribuyó a mejorar la efectividad en la operación de los bancos y las posibilidades de intercambio de injertos. Los médicos, personal de la salud y directores de bancos de tejidos, recibieron capacitación en administración de bancos de tejidos, operación de bancos de tejidos y sistemas de aseguramiento de la calidad. Así también, se programaron actividades destinadas a crear conciencia en el público acerca de la donación de órganos. Por otra parte, el reconocimiento del impacto de los bancos de tejidos por Autoridades de la Salud favoreció la obtención de recursos destinados a mejoramiento de infraestructura.

El proyecto realizó una contribución substancial con la preparación del borrador del "Código de práctica para la radioesterilización de tejidos para injertos: validación y controles rutinarios" el cual constituye una herramienta importante para asegurar la calidad del tejido irradiado en la región.

La existencia de sistemas de calidad promovió la producción y utilización de tejidos radioesterilizados en la región. Como resultado actualmente se dispone de tejidos para injertos de mejora calidad que permiten satisfacer la demanda de los usuarios.

HIDROLOGÍA E INDUSTRIA

Tabla 6. Hidrología e Industria (proyectos 1984-2009 terminados)

PROYECTO	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	COS	CUB	DOM	ECU	ELS	GUA	HAI	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	DOM	URU	VEN
RLA/8/014 ARCAL XIII	I		I	I		I	I				I		I		I				I	I
RLA/8/016 ARCAL XVI	II					II	II	II	II						II		II		II	II
RLA/8/018 ARCALXVIII	III					III	III	III	III		III	III								
RLA/8/ 023 ARCAL XXXI	III		III	III		III	III		III				III	III	III		III			III
RLA/8/024 ARCAL XLIII	IV		IV	IV	IV	IV	IV		IV		IV		IV		IV	IV	IV		IV	IV
RLA/8/028 ARCAL LXI	IV		IV		IV			IV	IV		IV	IV								
RLA/8/030 ARCAL LXIII	IV		IV	IV	IV		IV	IV					IV						IV	
RLA/8/037 ARCAL LXXVII						IV					IV		IV	IV	IV					

	Hidrología		Gestión de acuíferos
	Aplicaciones industriales		Geotermia
	Control de fugas en represas		

APLICACIONES INDUSTRIALES

A través de un primer proyecto en *Aplicaciones industriales de la tecnología nuclear (RLA/8/016)* aprobado en 1991, se realizó una fuerte

promoción de las tecnologías de trazadores y de radiaciones ionizantes para su introducción en las industrias de mayor interés en la región: petróleo, minería, celulosa, caucho, acero, carbón, manufactura de cables y revestimiento de superficies. Mediante el proyecto *Aplicaciones industriales de la tecnología de trazadores (TT) y sistemas de control nucleónico (RLA/8/024)* aprobado en 1999, se orientó a las aplicaciones más específicas de trazadores y sistemas de control nucleónicos en la industria del petróleo, petroquímica y diagnóstico de plantas de tratamiento de aguas. Se establecieron dos Centros Regionales, uno en Brasil, en sistemas de control nucleónico y otro en Venezuela, en perfilaje gamma en refinerías de petróleo y petroquímica. Se establecieron las capacidades técnicas en trazadores y sistemas de control nucleónico

El proyecto *Transferencia de tecnología de trazadores y sistemas de control nucleónico a sectores industriales de interés económico (RLA/8/028)* aprobado en el año 2001, contribuyó a fortalecer en la región las aplicaciones de trazadores y sistemas de control nucleónico en la industria de materias primas en general y en particular en la minería y la industria del cemento. Los centros participantes recibieron equipamiento básico y sus especialistas se entrenaron en las aplicaciones de la tecnología de trazadores (TT) en un amplio espectro industrial: petróleo, petroquímica, azúcar, cemento, cobre, carbón y tratamiento de aguas, y en sistemas de calidad aplicados a (TT) y sistemas de control nucleónico (SNC). Un grupo adquirió experiencia en las aplicaciones de técnicas con trazadores y con fuentes selladas aplicadas a la industria y medioambiente, en particular, la industria del azúcar y cemento, y plantas de tratamiento de agua. La capacitación incluyó además, tomografía gamma, análisis por activación "prompt gamma" y estudios de contaminación industrial. El proyecto generó diversas guías y manuales para las aplicaciones de las técnicas.

Los avances logrados permitieron la creación de cuatro Centros Regionales de entrenamiento en las aplicaciones de (TT) y (SCN) en diferentes industrias; en Cuba dirigido a la industria azucarera, en Chile a procesamiento de minerales y metalurgia, en Argentina para la industria del petróleo y en Perú para la industria del cemento. Las aplicaciones de estas técnicas en tratamiento de aguas se incorporaron en el Centro Regional establecido en Brasil para sistemas de control nucleónico.

En otro ámbito el proyecto *Armonización y optimización de la gestión y procedimientos operacionales en las plantas de irradiación industriales (RLA/8/030)* aprobado en el año 2001, ayudó a mejorar la gestión y operación de las plantas de irradiación, (industriales y piloto) existentes en la región que se emplean fundamentalmente para la radioesterilización de material de uso médico quirúrgico y en alimentos para conservación y tratamientos cuarentenario de fruta de exportación. Con este fin, se proporcionó capacitación y se armonizaron los procedimientos para la operación, control y validación. En lo referente a sistemas de calidad, se elaboraron guías y manuales sobre la base de la normativa ISO 9001:2000. Asimismo, se propuso establecer en Brasil, el Centro Regional entrenamiento de operadores de plantas.

SEGURIDAD NUCLEAR Y RADIOLÓGICA Y PROTECCIÓN FÍSICA

Tabla 7. Seguridad nuclear y radiológica (proyectos 1984- 2009 terminados)

PROYECTO	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	COS	CUB	DOM	ECU	ELS	GUA	HAI	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	URU	VEN
RLA/9/009 ARCAL I	I	I	I	I	I	I			I		I					I			
RLA/9/011 ARCAL I	I	I	I	I	I	I			I		I					I		I	
RLA/9/016 ARCAL XVII	II	II	II	II	II	II			II		II					II		II	
RLA/9/028 ARCAL XX	III		III	III	III		III		III				III				III	III	
RLA/9/031 ARCAL XXXVII	III		III	III			III												
RLA/9/032 ARCAL XLI		III	III						III	III					III	III		III	
RLA/9/033 ARCAL XLIV	III		III	III									III				III		
RLA/9/034 ARCAL XLVIII	III		III		III		III											III	
RLA/9/035 ARCAL XLIX			III	III	III		III						III				III		
RLA/9/042 ARCAL LXV	IV		IV	IV	IV								IV				IV	IV	IV
RLA/9/043 ARCAL LXVI	IV		IV	IV			IV						IV				IV	IV	IV
RLA/9/045 ARCAL LXVII	IV		IV	IV		IV	IV		IV				IV				IV	IV	IV
RLA/9/046 ARCAL LXVIII	IV		IV	IV	IV								IV				IV		
RLA/9/048 ARCAL LXXV	IV		IV	IV	IV	IV	IV						IV	IV			IV	IV	IV
RLA/9/049 ARCAL LXXVIII	IV		IV	IV	IV		IV						IV				IV	IV	

<ul style="list-style-type: none"> Protección Radiológica Legislación Control de fuentes radiactivas Respuesta médica ante emergencias radiológica Aseguramiento de calidad en servicios de protección radiológica Seguridad de reactores de investigación 	<ul style="list-style-type: none"> Protección física NBS en la práctica médica Transporte de materiales nucleares Gestión reguladora Emergencias radiológica Radiología intervencionista Dosimetría interna
--	---

A través del proyecto *Armonización regulatoria y desarrollo de programas de gestión de calidad para el transporte seguro de materiales radiactivos (RLA/9/042)* aprobado en el año 2001, se logró un significativo progreso en este campo a través de los servicios de experto y capacitación regional y nacional para lo cual se contó con las publicaciones especializadas del Organismo, material audiovisual y las Normas Básicas de Seguridad. Con el propósito de apoyar la capacitación nacional, se elaboró el Manual de entrenamiento sobre el transporte de materiales radiactivos.

Asimismo, Se elaboraron los documentos de aseguramiento de calidad para el transporte seguro de materiales radiactivos que incluyó; un estándar para el programa de aseguramiento de calidad para las autoridades competentes, un Estándar para usuarios que transportan material radiactivo, y procedimientos, guías y listas de verificación para consignatarios y transportistas.

El proyecto *Fortalecimiento y armonización de las capacidades nacionales para dar respuesta a emergencias radiológicas y nucleares (RLA/9/045)* aprobado en el año 2001, favoreció el avance en la elaboración e implementación de planes nacionales integrados de respuesta a emergencias radiológicas, consistentes con las convenciones internacionales y las normas de seguridad, en aquellos países donde se cuenta con un sistema nacional integrado de respuesta a emergencias, y en aquellos donde no existe, el proyecto contribuyó a la adopción de los mecanismos apropiados para crear este sistema.

El proyecto *Determinación de niveles orientativos para radiología para radiología convencional e intervencionista (RLA/9/048)* aprobado en el año 2003, permitió desarrollar y probar la metodología para determinar niveles orientativos en radiología y mamografía. Las actividades involucraron a 33 hospitales de la región y 72 equipos de radiodiagnóstico de los cuales el 74% correspondió a radiología convencional y 26% a mamografía. Mediante un estudio piloto se obtuvieron los datos sobre dosis en pacientes. Los servicios de experto apoyaron la introducción de la metodología que utiliza el criterio de calidad de imagen, basada en imágenes clínicas, para establecer los niveles guías; la preparación y aplicación de comparaciones de dosimetría termoluminiscente (TLD), y la metodología de recolección de datos y evaluación para establecer niveles guías mediante un procedimiento estándar. El proyecto proporcionó además, capacitación y el equipamiento necesario para determinar la exposición de pacientes y calidad de imágenes. Once países lograron determinar niveles guías.

A través del proyecto *Armonización de procesos de dosimetría interna (RLA/9/049)* aprobado en el año 2003, se desarrolló un software para la estimación de dosis interna mediante el cual se llevaron a cabo ejercicios de intercomparación entre los laboratorios participantes. Se logró uniformidad en las mediciones y en el cálculo de dosis interna lo que contribuyó a mejorar y armonizar los métodos dosimétricos. Asimismo, se armonizaron los procedimientos para medir la actividad y evaluar la ingesta de radionúclidos. Los programas nacionales de monitoreo se establecieron de acuerdo a las Normas Básicas de Seguridad (BSS). Los servicios dosimétricos se vieron mejorados mediante la implementaron con un sistema de gerencia de la calidad.

EL PROGRAMA ACTUAL

En el Programa 2009-2011, los proyectos nuevos se concentran tanto en número como en recursos asignados, en el sector Agricultura seguido por Salud Humana⁶.

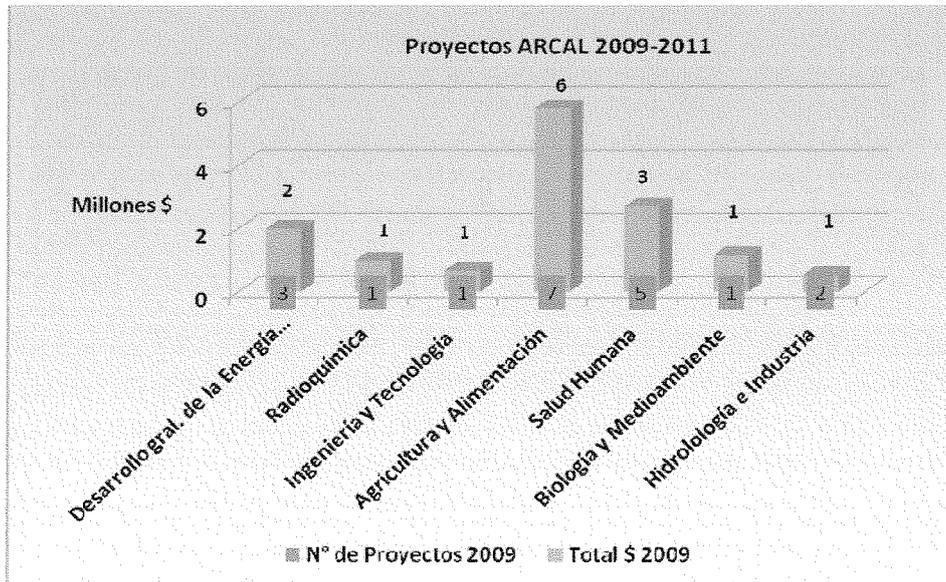


Gráfico 2. Programa ARCAL 2009-2011 (proyectos nuevos)

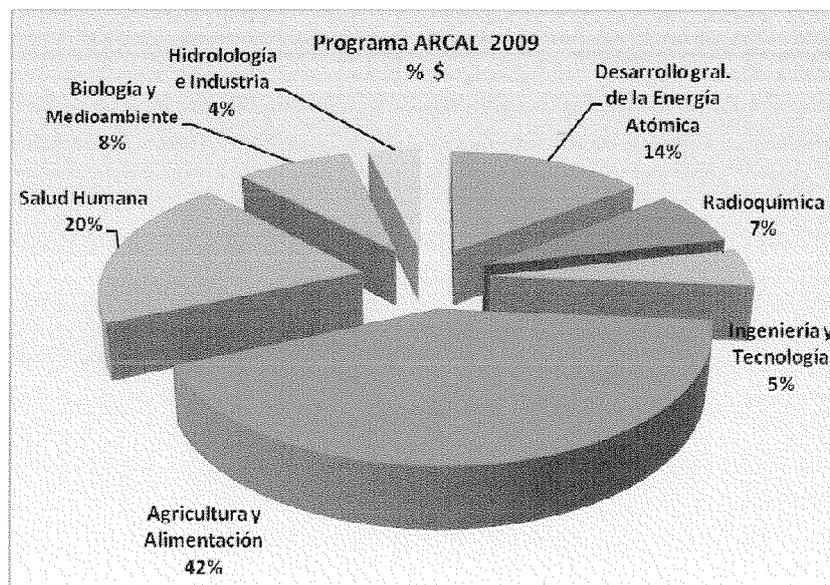


Fig.4. Programa ARCAL 2009-2011 % \$ por sector (proyectos nuevos)

⁶ Fuente : OIEA, TC-PRIDE 2009

El criterio básico de selección de los proyectos regionales ARCAL siguió las prioridades establecidas en el Perfil Estratégico Regional (PER), las prioridades asignadas por ARCAL a las propuesta de proyectos, y los criterios de calidad de proyecto de cooperación técnica del OIEA.

ARCAL reconoce la importancia del área de Seguridad Nuclear y Radiológica y Protección Física y no obstante de representar una alta prioridad para la región, no se incluye en los proyectos regionales ARCAL ya que se trata de manera extensa en los proyectos regionales del OIEA

El Programa 2009-2011 incluye también proyectos de ciclos anteriores hasta el año 2009.

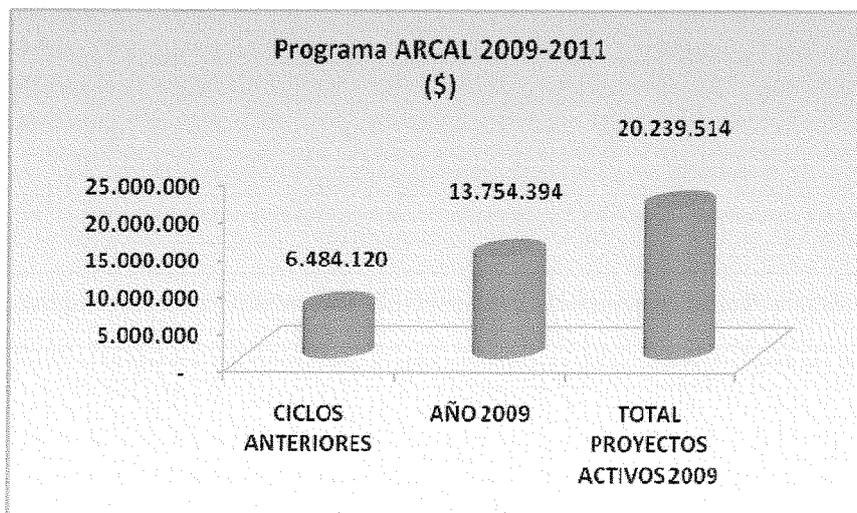


Gráfico 3. Programa ARCAL 2009-2011)

En las tablas 8, 9 y 10, y el gráfico 3, se puede apreciar la participación de los países en Programa ARCAL 2009-2011 en cada uno de los proyectos y participación de cada país en el total de los proyectos. El promedio de países por proyecto alcanza a 13.

Tabla 9. Agricultura y Alimentación. Participación de los países en los proyectos 2009-2011

PROYECTO	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	COS	CUB	DOM	ECU	ELS	GUA	HAI	JAM	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	URU	VEN	
RLA/5/051																					
RLA/5/052																					
RLA/5/053																					
RLA/5/054*																					
RLA/5/055																					
RLA/5/056																					
RLA/5/057																					

■ Participan Belice y Honduras

* RLA/5/054 Biomonitorio de contaminantes en moluscos y peces

Tabla 9. Salud Humana. Participación de los países en los proyectos 2009-2011

PROYECTO	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	COS	CUB	DOM	ECU	ELS	GUA	HAI	JAM	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	URU	VEN		
RLA/6/061																						
RLA/6/062																						
RLA/6/064																						
RLA/6/065																						
RLA/6/068																						

Tabla 10. Participación de los países en los proyectos 2009-2011

PROYECTO	ARG	BOL	BRA	CHI	COL	COS	CUB	DOM	ECU	ELS	GUA	HAI	JAM	MEX	NIC	PAN	PAR	PER	URU	VEN		
RLA/0/037																						
RLA/0/039																						
RLA/2/014																						
RLA/4/022																						
RLA/7/014																						
RLA/8/044																						
RLA/8/046																						

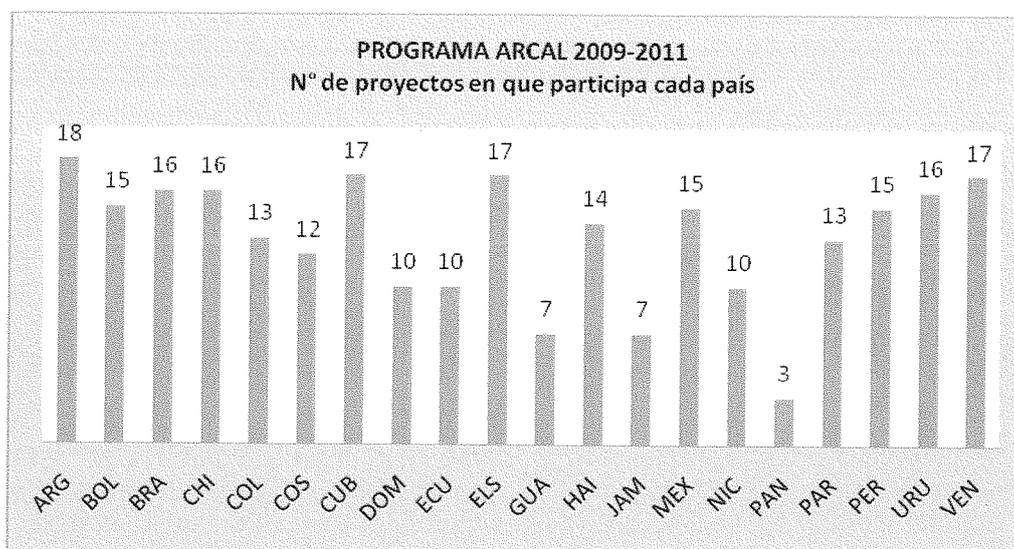
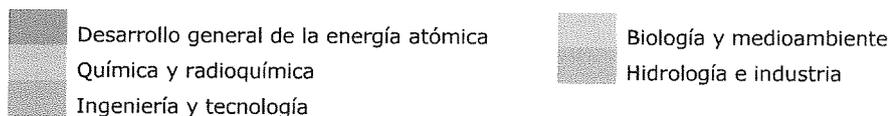


Gráfico 3. Proyectos por país.

Durante los últimos años ARCAL, especialmente desde la entrada en vigor del Acuerdo en el año 2005, ha venido realizando una serie de acciones, orientadas a fortalecer el Acuerdo, con miras a una mayor inserción en el desarrollo socioeconómico de los países, y de la región como un todo. En ello la asociación con el OIEA, y el plan estratégico ARCAL -OIEA, es un pilar fundamental de este emprendimiento, de igual manera con otros Estados fuera de la región, como es el caso reciente de la asociación con España.

Estas acciones se centran tanto en el plano estratégico como operacional, incluyendo, la realización del Perfil Estratégico Regional como elemento esencial para la formulación del programa ARCAL en curso, el fortalecimiento institucional y la actualización de los procedimientos operativos, entre otras actividades.

Reconociendo la relevancia que tiene para la región, como única entidad propiamente regional dedicada a la cooperación y promoción de la tecnología nuclear, ARCAL se enfrenta al desafío inmediato de consolidar su plan estratégico a fin de enfrentar una VI Fase con una estructura y planes modernos.