



ARCAL

**ACUERDO REGIONAL DE COOPERACION PARA LA PROMOCION DE  
LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y  
EL CARIBE**

**INFORME SOBRE CENTROS DESIGNADOS**

**IV REUNION DEL ORGANO  
DE COORDINACION TECNICA**

**(XX REUNION  
DE COORDINACION TECNICA)**

**LA HABANA, CUBA  
23 AL 27 DE JUNIO DE 2003**

**OCTA 2003-09  
JUNIO 2003**

## CONTENIDO

### INSTRUMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO

No. de Orden de Aprobación	CENTRO	PAIS	INSTITUCION	PAGINA
1.	Centro para el Diseño, Desarrollo, Construcción, Montaje y Puesta en Marcha de Instrumentación Electrónica en Instalaciones Nucleares	Argentina	CAC/CNEA Buenos Aires	2
4.	Centro de Fabricación, Reparación y Mantenimiento de Instrumentación Nuclear	Brasil	IEN/Rio de Janeiro	24
8.	Centro de Calibración Eléctrica y Mantenimiento de Equipos Dosimétricos	Brasil	IRD/Rio de Janeiro	38
15.	Centro de Reparación, Mantenimiento e Instalación de Instrumentación Nuclear	Cuba	CEADEN/ La Habana	75
16.	Centro Regional para la Calibración Eléctrica y la Reparación y Mantenimiento de Equipos Dosimétricos Utilizados en Radioterapia	Cuba	CEADEN/AEN	75
17.	Centro para Mantenimiento, Reparación y Diseño de Instrumentación Nuclear	México	ININ/ Ciud. México	109
20.	Centro Regional para la Calibración Eléctrica y la Reparación y Mantenimiento de Equipos Dosimétricos Utilizados en Radioterapia	México	ININ	116
22.	Laboratorio de Ingeniería de Mantenimiento	Perú	Centro Nuclear RACSO/IPEN	121
24.	Centro Regional para el Mantenimiento y Reparación de Cámaras Gamma	Venezuela	Universidad Central	129

### ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

No. de Orden de Aprobación	CENTRO	PAIS	INSTITUCION	PAGINA
2.	Centro para Ensayos no Destructivos y Estructurales	Argentina	CAC/ENDE/CNEA Buenos Aires	6

**GESTION Y ALMACENAMIENTO DE FUENTES Y DESECHOS**

<b>No. de Orden de Aprobación</b>	<b>CENTRO</b>	<b>PAIS</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAGINA</b>
6.	Centro para Gestión y Almacenamiento de Fuentes Radiactivas	Brasil	CDTN/Belo Horizonte	31
10.	Centro de Gestión de Desechos Radiactivos de Baja y Mediana Actividad	Chile	CCHEN/Santiago	47

**MONITOREO AMBIENTAL**

<b>No. de Orden de Aprobación</b>	<b>CENTRO</b>	<b>PAIS</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAGINA</b>
3.	Centro para Monitoreo Ambiental	Argentina	Unidad de Actividad Química CAC/CNEA, Buenos Aires	9
18.	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados - Laboratorio de Microbiología Ambiental	México	IPN/Irapuato	111
19.	Laboratorio de Monitoreo Ambiental	México	ININ	114

**RADIOFARMACIA**

<b>No. de Orden de Aprobación</b>	<b>CENTRO</b>	<b>PAIS</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAGINA</b>
7.	Centro de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos	Brasil	IPEN/São Paulo	35
12.	Laboratorio de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos	Chile	CCHEN/Santiago	63
26.	División radiofarmacia	Argentina	Centro Atómico Ezeiza	11

**SERVICIOS ANALÍTICOS**

<b>No. de Orden de Aprobación</b>	<b>CENTRO</b>	<b>PAIS</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAGINA</b>
9.	Centro de Análisis Isotópico	Chile	CCHEN/Santiago	44
23.	Centro para Análisis de Nitrógeno	Uruguay	DNTN/ Montevideo	126
27.	Grupo Técnicas Analíticas Nucleares (CAE)	Argentina	CNEA	13
11.	Centro de Análisis Químicos	Chile	CCHEN/Santiago	49

**AGRICULTURA**

<b>No. de Orden de Aprobación</b>	<b>CENTRO</b>	<b>PAIS</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAGINA</b>
13.	Laboratorio de Técnicas Nucleares en Agricultura	Chile	CCHEN	65
30.	Grupo Agronómico	Argentina	Centro Atómico de Ezeiza	19

**MEDICINA**

<b>No. de Orden de Aprobación</b>	<b>CENTRO</b>	<b>PAIS</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAGINA</b>
14.	Centro de Diagnóstico en Enfermedades Infecciosas	Costa Rica	EMV-PIET/ San José	70
33.	33.Laboratorio de Ciencias Radiológicas	Brasil	Instituto de Biología Univ. Del Estado Rio de Janeiro	40

**PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS**

<b>No. de Orden de Aprobación</b>	<b>CENTRO</b>	<b>PAIS</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAGINA</b>
21.	Planta de Producción de Radioisótopos	Perú	Centro Nuclear RACSO/IPEN	119

**NUTRICION**

<b>No. de Orden de Aprobación.</b>	<b>CENTRO</b>	<b>PAIS</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAGINA</b>
25.	Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos	Chile	INTA/ Santiago	67

**IRRADIACION**

<b>No. de Orden de Aprobación</b>	<b>CENTRO</b>	<b>PAIS</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAGINA</b>
5.	Centro de Tecnología de las Radiaciones	Brasil	IPEN/São Paulo	27
28.	Grupo de irradiación de alimentos**	Argentina	CNEA	15
31.	División Aplicaciones Biológicas**	Argentina	Centro Atómico de Ezeiza	21

**OPERACIÓN DE INSTALACIONES NUCLEARES**

<b>No. de Orden de Aprobación</b>	<b>CENTRO</b>	<b>PAIS</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAGINA</b>
29.	Unidad de Actividad Operación de Instalaciones Nucleares**.	Argentina	Centro Atómico de Ezeiza	17

**PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

<b>No. de Orden de Aprobación</b>	<b>CENTRO</b>	<b>PAIS</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAGINA</b>
32.	Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones	Cuba	AEN	80

### CENTROS DESIGNADOS POR ARCAL

No. de Orden de Aprobación	CENTRO	PAIS	INSTITUCION	SERVICIOS Y CAPACITACION
1.	Centro para el Diseño, Desarrollo, Construcción, Montaje y Puesta en Marcha de Instrumentación Electrónica en Instalaciones Nucleares	Argentina	CAC/CNEA Buenos Aires	Servicios de diseño, desarrollo y construcción de equipos y sistemas especiales utilizados en instrumentación nuclear en instalaciones nucleares.
2.	Centro para Ensayos no Destructivos y Estructurales	Argentina	CAC/ENDE/CNEA Buenos Aires	Ensayos no destructivos y estructurales; servicios de inspecciones en plantas nucleares.
3.	Centro para Monitoreo Ambiental	Argentina	Unidad de Actividad Química CAC/CNEA Buenos Aires	Medición de contaminantes atmosféricos en fuentes fijas de emisión, medición de la calidad del aire mediante métodos activos, pasivos y continuos y evaluación del impacto ambiental atmosférico mediante el empleo de modelos.
4.	Centro de Fabricación, Reparación y Mantenimiento de Instrumentación Nuclear	Brasil	IEN/Rio de Janeiro	Fabricación, reparación y mantenimiento de instrumentación nuclear (analizadores multicanal en especial); capacitación y entrenamiento en reparación de equipos.
5.	Centro de Tecnología de las Radiaciones	Brasil	IPEN/São Paulo	Servicios de irradiación de materiales en aceleradores de electrones, ciclotrons y fuentes de Cobalto; capacitación y entrenamiento
6.	Centro para Gestión y Almacenamiento de Fuentes Radiactivas	Brasil	CDTN/Belo Horizonte	Gestión y almacenamiento de fuentes radiactivas y desechos de baja y mediana actividad.
7.	Centro de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos	Brasil	IPEN/São Paulo	Producción de radioisótopos y radiofármacos
8.	Centro de Calibración Eléctrica y Mantenimiento de Equipos Dosimétricos	Brasil	IRD/Rio de Janeiro	Calibración eléctrica y mantenimiento de equipos dosimétricos utilizados en radioterapia
9.	Centro de Análisis Isotópico	Chile	CCHEN/Santiago	Análisis de isótopos estables ( <sup>18</sup> O, Deuterio, <sup>13</sup> C) en agua, CO <sub>2</sub> , carbonatos, materia orgánica y fluidos biológicos, mediciones y muestreo en el terreno para estos isótopos más Tritio y <sup>14</sup> C.
10.	Centro de Gestión de Desechos Radiactivos de Baja y Mediana Actividad	Chile	CCHEN/Santiago	Gestión de desechos radiactivos de baja y mediana actividad.

11.	Centro de Análisis Químicos	Chile	CCHEN/Santiago	Análisis químicos en general y por fluorescencia de rayos X. <sup>(*)</sup>
12.	Laboratorio de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos	Chile	CCHEN/Santiago	Producción de radioisótopos y radiofármacos
13.	Laboratorio de Técnicas Nucleares en Agricultura	Chile	CCHEN	Técnicas nucleares en agricultura
14.	Centro de Diagnóstico en Enfermedades Infecciosas	Costa Rica	EMV-PIET/ San José	Servicios de diagnóstico en enfermedades infecciosas, centro de referencia para taxonomía, así como para el diagnóstico de enfermedades infecciosas.
15.	Centro de Reparación, Mantenimiento e Instalación de Instrumentación Nuclear	Cuba	CEADEN/ La Habana	Reparación de: equipos de protección radiológica, equipos para el uso en aplicaciones de técnicas nucleares en la industria y en la medicina; detectores semiconductores.
16.	Centro Regional para la Calibración Eléctrica y la Reparación y Mantenimiento de Equipos Dosimétricos Utilizados en Radioterapia	Cuba	CEADEN/AEN	Calibración eléctrica y reparación y mantenimiento de equipos dosimétricos utilizados en radioterapia
17.	Centro para Mantenimiento, Reparación y Diseño de Instrumentación Nuclear	México	ININ/ Ciud. México	Reparación, mantenimiento y diseño de instrumentación nuclear, en especial detectores de radiación y electrónica analógica.
18.	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados - Laboratorio de Microbiología Ambiental	México	IPN/Irapuato	Análisis de N-15 por espectrometría de emisión, control de calidad en el análisis de N-15, análisis de P-32 por centello, uso y manejo de sondas de neutrones.
19.	Laboratorio de Monitoreo Ambiental	México	ININ	Monitoreo ambiental
20.	Centro Regional para la Calibración Eléctrica y la Reparación y Mantenimiento de Equipos Dosimétricos Utilizados en Radioterapia	México	ININ	Calibración eléctrica y reparación y mantenimiento de equipos dosimétricos utilizados en radioterapia
21.	Planta de Producción de Radioisótopos	Perú	Centro Nuclear RACSO/IPEN	Producción de radioisótopos, radiofármacos y moléculas marcadas.
22.	Laboratorio de Ingeniería de Mantenimiento	Perú	Centro Nuclear RACSO/IPEN	Mantenimiento y reparación de equipos y de instalaciones nucleares (Rayos X, Cámaras Gamma, osciloscopios, multímetros, etc...)

23.	Centro para Análisis de Nitrógeno	Uruguay	DNTN/ Montevideo	Servicios analíticos y capacitación en la operación, calibración y mantenimiento de analizadores de N-15 por espectrometría de emisión óptica y por el método Kjeldahl.
24.	Centro Regional para el Mantenimiento y Reparación de Cámaras Gamma	Venezuela	Universidad Central	Mantenimiento y reparación de cámaras gamma
25.	Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos	Chile	INTA/ Santiago	Programa y Asistencia Técnica en Nutrición y Tecnología de Alimentos
26.	División radiofarmacia**	Argentina	Centro Atómico Ezeiza	Capacitación en desarrollo de obtención de radiofármacos
27.	Grupo Técnicas Analíticas Nucleares (CAE)**	Argentina	CNEA	Servicios y capacitación en AAN
28.	Grupo de irradiación de alimentos**	Argentina	CNEA	Servicios y capacitación en irradiación de alimentos.
29.	Unidad de Actividad Operación de Instalaciones Nucleares**.	Argentina	Centro Atómico de Ezeiza	Formación RH, ingeniería y mantenimiento en operación de instalaciones nucleares relevantes
30.	Grupo Agronómico**	Argentina	Centro Atómico de Ezeiza	Servicios de determinación de N15 y N total Capacitación en uso de N15 y P32
31.	División Aplicaciones Biológicas**	Argentina	Centro Atómico de Ezeiza	Servicios de capacitación y validación procesos de irradiación con énfasis en procesos biológicos
32.	Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones	Cuba	AEN	Servicios en área de protección radiológica.
33.	33.Laboratorio de Ciencias Radiológicas**	Brasil	Instituto de Biología Univ. Del Estado Rio de Janeiro	Servicios y capacitación en respuesta médico-hospitalaria en casos de accidentes.

<sup>(\*)</sup> Es imprescindible mejorar la infraestructura de procesamiento de datos y análisis

<sup>(\*\*)</sup> Aprobados como Centro Designado durante la III Reunión del Organismo de Representantes, 17 de septiembre de 2002, Viena, Austria.



# **ARGENTINA**

- 1. CENTRO PARA EL DISEÑO, DESARROLLO, CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA EN INSTALACIONES NUCLEARES**
- 2. CENTRO PARA ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES**
- 3. CENTRO PARA MONITOREO AMBIENTAL**
- 26. DIVISIÓN RADIOFARMACIA**
- 27. GRUPO TÉCNICAS ANALÍTICAS NUCLEARES (CAE)**
- 28. GRUPO DE IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS**
- 29. UNIDAD DE ACTIVIDAD OPERACIÓN DE INSTALACIONES NUCLEARES**
- 30. GRUPO AGRONOMICO**
- 31. DIVISIÓN APLICACIONES BIOLÓGICAS**

**1. CENTRO PARA EL DISEÑO, DESARROLLO, CONSTRUCCIÓN,  
MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE INSTRUMENTACIÓN  
ELECTRÓNICA EN INSTALACIONES NUCLEARES**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b></p> <p><b>Ingeniería y Desarrollo de Instrumentos Electrónicos para sistemas de Instrumentación en instalaciones Nucleares.</b> Sector de Ingeniería e Instrumentación y Control Unidad de Actividades de “Reactores y Centrales Nucleares” Centro Atómico Constituyentes Avenida General Paz 1499 (1650) Villa Maipú - San Martín Buenos Aires - Argentina</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b></p> <p>Ing. Carlos Germán HOFER - Ing Juan Carlos DEZZUTTI Comisión Nacional de Energía Atómica - C.A.C. Unidad de Actividades: “Reactores y Centrales Nucleares” Av. Del Libertador 8250 (1429) - Buenos Aires - Argentina Tel: (54) 11 4379-8323 Fax: (54) 11 4379-8433 E-mail: hofer@cae.cnea.gov.ar E-mail: dezzutti@cnea.gov.ar</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b></p> <p>Diseño, desarrollo y construcción de sistemas de instrumentación utilizados en reactores nucleares. Comprende el servicio de desarrollo de las ingenierías de los sistemas, los desarrollos especiales, la provisión de equipos, el asesoramiento en diseño y la capacitación de personal mediante pasantías. Esta última puede estar dirigida a temas puntuales mediante el dictado de cursos específicos tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sistemas de Instrumentación Nuclear</li><li>• Principios de Automatización mediante la utilización de dispositivos PLC.</li><li>• Diseño de circuitos electrónicos basados en Microprocesadores.</li><li>• Protocolos de comunicación en redes de computadoras.</li><li>• Técnicas e instrumentos de medición de sistemas y componentes de alto vacío.</li></ul>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b></p> <p>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</p> <p>1- Oficina de Ingeniería Formada por los Grupos de Ingeniería Electrónica y de Control, Ingeniería Electromecánica e Ingeniería de Procesos. Herramientas de software para el desarrollo de las ingenierías.</p> <p>2- Laboratorio de Detectores Taller de mecanizado , laboratorios de armado y caracterización para la construcción de detectores tipo cámara de ionización y autoenergizados. Herramientas de mecanizado, soldadura, vacío, tratamiento de superficies, electrómetros, preamplificadores, cadenas de espectroscopía, multicanales, fuentes de corrientes débiles,</p>

detector de fugas por helio.

3- Laboratorio de Electrónica

Laboratorio para desarrollo de equipos que utilizan técnicas analógicas, digitales y microprocesadores. Laboratorios de armado y ensayo de equipos.

Herramientas de armado, multímetros, osciloscopios, generadores de señal, multímetros RMS, grabadores de memoria EPROM y PROM, ensambladores, simuladores para PC's, herramientas de software para diseño de circuitos impresos, kits para desarrollo de DSP y CPLD.

4- Laboratorio de Software

Desarrollo de software para utilización sobre PC's con distintos sistemas operativos (DOS, Windows, QNX).

Compiladores "C", "C++", Pascal, Basic, Delfi, PLC's.

b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)

1- Ingeniería Electrónica y de Control

Profesionales

Electrónicos 2

Mecánicos 2

Eléctricos 1

2- Laboratorio de detectores

Profesionales

Físico Nuclear 1

Físico 3

Electrónico 1

Técnicos 3

3- Laboratorio de Electrónica

Profesionales

Electrónicos 7

Técnicos 4

4- Laboratorio de Software

Profesionales 1

**EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

El haber tenido la máxima responsabilidad en el diseño, desarrollo y construcción, dirección del montaje y puesta en marcha de los sistemas de instrumentación que hoy equipan a los reactores nucleares de investigación de la Argentina y Perú, ha permitido la adquisición de una vasta experiencia en estos temas. A esto deben agregarse los servicios de asistencia en servicios y desarrollos especiales brindados a las centrales nucleares en operación en la Argentina en temas de instrumentación y control.

Cuando los requerimientos así lo exigieron, se trabajó en el marco de programas de garantía de calidad tanto en el desarrollo de la ingeniería de los sistemas como en el desarrollo de sus componentes, (tal el caso de los desarrollos de equipos y detectores que participan de los sistemas de protección del reactor, tanto en reactores de investigación como en plantas nucleares de generación

<p>eléctrica).</p> <p>El haber desempeñado este tipo de tareas permite hoy disponer de un plantel profesional y técnico capacitado para encarar el diseño y desarrollo de cualquier sistema de instrumentación aplicando el estado del arte actual para reactores nucleares.</p>
<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS:</b></p> <p>Los servicios de ingeniería, diseño y mantenimiento de instrumentación dentro del país se realizan dentro de la Institución (C.N.E.A.), ya que de ella dependen los reactores RA-1, RA-3 y RA-6.</p> <p>Servicios de Ingeniería, Diseño y Desarrollos especiales de Instrumentación electrónica se continúa prestando a Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA), quién es la operadora de las plantas generadoras de energía a partir de reactores nucleares.</p>
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>La ingeniería de la instrumentación de los reactores RP-0 y RP-10 construídos por Argentina para la República del Perú fue integralmente desarrollada y dirigida por éstos Grupos, incluyendo el desarrollo de la instrumentación nuclear.</p> <p>Durante la ejecución de las ingenierías y de los desarrollos, numerosos profesionales del Perú fueron capacitados para operación y mantanimiento de esta instrumentación.</p> <p>El beneficio más relevante obtenido por el cliente es disponer del soporte técnico de un país de la región para la solución de cualquier inconveniente que se pudiese presentar en el tema de instrumentación.</p>
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>Otros países que fueron provistos con parte de la instrumentación nuclear diseñada y desarrollada por este grupo son Argelia y Egipto.</p>
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>La experiencia recogida por los Grupos participantes fue divulgada a través de Talleres realizados en el marco del Proyecto ARCAL II (taller sobre instrumentación de reactores nucleares en S.C. de Bariloche).</p>
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>La labor de estos grupos permitió facilitar las tareas de mantenimiento y de modernización parcial de los reactores de investigación que hacen uso de la instrumentación que planificaron, desarrollaron y construyeron, y permitir la capacitación continua del personal para su mantenimiento.</p> <p>Permitió solucionar problemas propios de la obsolescencia de la instrumentación en las centrales nucleares cubriendo la falta de repuestos debido a que su fabricación fue discontinuada.</p> <p>Permitió la capacitación de profesionales y técnicos en temas específicos mediante el dictado de cursos y ofrecimiento de pasantías.</p>
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b></p> <p>La relación se canaliza a través de distintos Proyectos ARCAL y de asistencias en el marco de acuerdos bilaterales con países de la región.</p>

**CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION**

En capacitación de personal:

Hacerse cargo de los recursos necesarios para cubrir las becas del personal a capacitar y el gasto en materiales que ello signifique.

En asistencia técnica:

Solventar el costo que ellas originen.

Nombre y firma Director

Fecha 12 de Mayo de 2003

## **2. CENTRO PARA ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Centro Atómico Constituyentes – Unidad de Actividad Ensayos No Destructivos y Estructurales Av. Gral. Paz 1499 (1659) San Martín Pcia. Buenos Aires Tel: 54 11 4754-7257 Fax: 54 11 4754-7355 Email: <a href="mailto:belinco@cnea.gov.ar">belinco@cnea.gov.ar</a> / <a href="mailto:Scopell@cnea.gov.ar">Scopell@cnea.gov.ar</a></p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Dra. Maria Cristina Cambiaggio</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> Asistencia técnica a la industria en las técnicas de Radiografía Industrial, Ultrasonido Automatizado, Ensayo Visual por medio de Videoscopia, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnetizables, Termografía Infrarroja digitalizada, Ensayo de Pérdidas por Espectrometría de Masa, Corrientes Inducidas en materiales conductores Ferromagnéticos. Dictado de Cursos de nivel para personal de END según Norma ISO 9712 Certificación de Personal en todas las técnicas de END bajo Norma ISO 9712 Construcción y diseño de dispositivos de inspección. Elaboración de procedimientos e informes según Códigos y Normas de referencias internacionales. Organización de Laboratorios de Ensayo – Diseño de salas de irradiación – Ensayos radiométricos para control de integridad de blindaje. Estudio, ensayo y análisis de componentes sometidos a vibraciones en general y bajo condiciones de fluidos. Análisis de tensiones mecánicas y tensiones residuales. Técnicas en extensometría Caracterización de circuitos hidráulicos. Cálculos de desgaste por “fretting”. Caracterización de emisión sonora en instalaciones y componentes.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b> a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO 2 salas de irradiación para Rayos X 1 bunker para Gammagrafía Industrial con Co60 e Ir192 Laboratorio de caracterización de transductores y equipos de Ultrasonido. Equipos multifrecuencia de Corrientes Inducidas 5 equipos de Rayos X portátiles (300kv. – 200kv. – 160kv.- 100.) 1 equipos de Rayos X para Radiografía en Arte (80kv) Equipos digitales de Ultrasonido para inspección en campo y entrenamiento Endoscopios y sistemas de videocámaras para ensayos visual. Banco fijo para ensayos por Partículas Magnetizables Equipos de magnetización portátiles (yugos articulado y equipo de puntas). Medidores de espesores por U.S. 2 equipos digitalizados de Termografía Infrarroja con sistema de registro para P.C. 2 equipos de Gammagrafía de Ir192 tipo Gammamat TI-F para 100Ci. 2 equipos de Co60 tipo Gammamat TK-100 para 100Ci. 1 equipo para Ensayo de Pérdida por espectrómetro de masa. Laboratorio de Optica Física y Emisión Acústica. Laboratorio para entrenamiento y fabricación de sondas de inspección para Corrientes Inducidas. Facilidad de ensayos para estudios hidrodinámicos de componentes (LOOP). Laboratorio con capacidad para: Instrumentación, Calibración, medición y análisis en técnicas de extensometría, presión, presión diferencial y aceleración. Mesa para Ensayos de Vibraciones en pequeños componentes. Equipamiento para el análisis, adquisición y procesamiento de vibraciones y niveles sonoros.</p>

<p><b>b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b>  22 Profesionales  16 Técnicos  3 Administrativos  7 Personal de Apoyo  3 Becarios</p> <p>6 Niveles III en distintas técnicas de END  6 Niveles II en distintas técnicas de END  4 Niveles I en distintas técnicas de END</p> <p>El resto de los Profesionales y Técnicos están especializados en técnicas de análisis que no tienen calificación de nivel y en el taller de mecanizado.</p>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b>  Personal altamente capacitado en las técnicas de END, calificados según Norma ISO 9712.  Equipamiento de última tecnología disponible para asistencia técnicas, Formación de recursos Humanos y laboratorios para desarrollos de dispositivos de inspección.  Permiten tener un centro de alta tecnología para cubrir las necesidades que la industria e instituciones requieran de formación académica.</p>
<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b>  Inspección de servicio en Centrales Nucleares (Atucha I, Embalse) por métodos de END en los componentes sometidos a esfuerzos que requieren una normativa de aplicación.  Inspección en servicio en Centrales Termoeléctricas (Central Costanera, Central Puerto, Piedra Buena, Argener, Patagonia, Tucumán, San Nicolás, etc.)  Inspección en servicio en Centrales Hidroeléctricas (Yacretá, Piedra del Aguila, Salto Grande)  Inspección en obras civiles (puente Zarate Brazo Largo, Chaco-Corrientes, Fate, Transportadora Gas del Norte, etc)  Trabajos de END en Petroquímicas, Destilerías y empresas Metalúrgicas.  Análisis de Patrimonios Culturales por medio de técnicas de END y Dimensionales para determinación de autenticidad, composición y origen (pinturas artísticas, piezas arqueológicas, esculturas, construcciones antiguas).</p>
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b>  Chile Uruguay, Costa Rica, Paraguay, Venezuela, Colombia, Perú, Ecuador, República Dominicana, Bolivia.</p> <p>a) Capacitación a personal de las instituciones locales y universidades.  b) Asistencia técnica por medio de servicios de END.  c) Asesoramiento técnico en Normativas de Inspección – Procedimientos de Ensayo y Organización de los Laboratorios de END.</p> <p>En todos los casos el mayor beneficio obtenido es el intercambio tecnológico y formación de especialistas y conocimiento en los recursos y las necesidades de la región.</p>
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p>
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b>  Proyecto Regional de END para América Latina y el Caribe – RLA/8/005 y RLA/8/013.  Proyecto de Cooperación Técnica en Autenticidad de Obras de Arte – ARG/8/013 (2000-2001)  Becas de Entrenamiento y capacitación para nuestro personal en el exterior.  Pasantías y Becas de formación de técnicos y profesionales latinoamericanos en nuestros laboratorios.  Contratos de Investigación para desarrollos de dispositivos de ensayo o diseños de sensores de</p>

inspección para ser utilizado en el país – ARG 10623 y ARG 16019 (1999).	
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>Argentina es el primer Centro de Calificación y Certificación de Personal de END para toda la Industria, según los requerimientos de las Normas ISO 9712 desde el año 1980.</p> <p>El nivel de calidad en los trabajos e informes elaborados permitieron al Centro ser un lugar de consultas técnicas de alto compromiso tecnológico en el área de Ensayos No Destructivos y Estructurales.</p> <p>Promociona permanentemente la formación de Recursos Humanos y la Tecnología de Punta.</p>	
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b></p> <p>Los Proyectos Regionales y Nacionales del OIEA en estos últimos 15 años permitieron crear distintos sub-centros en universidades, institutos o empresas para resolver los requerimientos de calidad de las industrias en el área de los END.</p> <p>La relación con centros extranjeros es fluida con países como Costa Rica, Brasil, Chile y países desarrollados como España, Estados Unidos, Italia, Alemania, Canadá y Francia.</p>	
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b></p> <p>Se requerirá un curriculum de la Institución solicitante y deberá contemplarse los tiempos y áreas de interés para definir los programas a desarrollar. Será muy importante el conocimiento de las instalaciones y nivel técnico del personal de los países de la Región, por parte de los especialistas del Centro, para realizar evaluaciones mas objetivas.</p>	
Nombre y firma Director	Fecha



### **3. CENTRO PARA MONITOREO AMBIENTAL**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Laboratorio de Metrología de Radioisótopos (LMR) Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Centro Atómico Ezeiza Av. del Libertador 8250 1429. Buenos Aires Argentina</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Responsable del LMR: Lic. Flora Amanda Igliski</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Preparación de fuentes radiactivas de emisores alfa, beta y gamma.</li><li>- Calibración de fuentes radiactivas con diferentes detectores.</li><li>- Determinación de actividades de radionucleidos naturales y artificiales en muestras de diferentes matrices (líquidas, sólidas).</li><li>- Calibración de instrumentos de medición de radiactividad: cámaras de ionización, activímetros para medicina nuclear, detectores de germanio hiperpuro, etc.</li><li>- Capacitación de recursos humanos en Metrología de Radioisótopos.</li></ul>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b></p> <p><b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b></p> <p><u>Instalaciones:</u> dos laboratorios inactivos de preparación de muestras inactivas y soluciones portadoras, 1 laboratorio activo de preparación de patrones y manipulación de material radiactivo, dos salas de mediciones y oficinas.</p> <p>Equipamiento: detectores de GeHP, detector de germanio planar, detectores de ion implantado, cámaras de ionización metrológicas, contador proporcional de simetría axial a presión normal, contador proporcional de área, sistemas de coincidencias Beta y Gamma con contador proporcional a presión normal y a alta presión, contador de centelleo líquido.</p> <p><b>b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b></p> <p>Seis profesionales, dos técnicos y una administrativa:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Responsable del LMR y de calidad: Licenciada en Química</li><li>- Responsable métodos absolutos y determinaciones beta: Licenciado en Física</li><li>- Responsable de determinaciones alfa: Licenciado en Física</li><li>- Responsable de determinaciones por centelleo líquido: Licenciada en Química</li><li>- Responsable de mediciones gamma y rayos X, preparación de patrones: Licenciada en Química</li><li>- Responsable de certificaciones y calibraciones en medicina nuclear: Licenciada en Química.</li><li>- Dos técnicos de laboratorio.</li><li>- Un administrativo.</li></ul>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>Fue creado en 1978. Desde 1984 prepara y certifica patrones radiactivos. Participa en ejercicios de intercomparación de determinación de actividad por métodos absolutos con el BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) (SIR). Calibra y certifica activímetros de uso en medicina nuclear. Desarrolla y construye sistemas de medición (contadores proporcionales a presión normal y alta presión, sistema alfa con ángulo sólido definido, intercambiador automático de muestras).</p>

<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Provee patrones radiactivos a otros laboratorios de CNEA, Centrales Nucleares, Universidades y empresas importadoras de equipos de medición.</li> <li>- Calibra y certifica equipos de medición a Hospitales, Centros de Medicina Nuclear y empresas privadas.</li> <li>- Organiza ejercicios nacionales de intercomparación de medición de actividad de fuentes radiactivas por métodos secundarios, entre otros laboratorios, de CNEA, Centrales Nucleares y Universidades.</li> <li>- Organiza ejercicios nacionales de intercomparación de medición de actividad entre centros de medicina nuclear.</li> <li>- Asesora y participa en capacitación a través de cursos.</li> <li>- Certifica la no-contaminación radiactiva en alimentos que se importan y exportan.</li> <li>- Analiza y determina actividad de radionucleidos naturales y artificiales para empresas privadas.</li> </ul>	
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b></p> <p>Se ha determinado ausencia de contaminación radiactiva en tres muestras de leche en polvo, solicitado por el gobierno de Colombia.</p> <p>Se ha capacitado a un becario cubano en el tema de metrología de radioisótopos, a través de una beca del OIEA.</p>	
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p>	
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>Capacitación del Sr. Rolando Serra Aguila del CENTIS, Cuba, a través de una beca del OIEA, en el marco del programa de cooperación técnica (CUB/2/013), código CUB/9903P, desde el 6 de marzo al 5 de mayo de 2000.</p>	
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>Mejoramiento en la capacidad de medición de actividad en centros de medicina nuclear por el constante control y calibración de activímetros, provisión de fuentes de control, asesoramiento y capacitación del personal a través de cursos específicos realizados.</p> <p>Mejoramiento en la capacidad de medición de actividad en las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse, a través de cursos específicos realizados.</p> <p>Mejoramiento en la capacidad metrológica de usuarios de detectores de GeHP, a través de ejercicios de intercomparación y al análisis de sus resultados, y provisión de patrones radiactivos.</p>	
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b></p> <p>El LMR se ha relacionado con el IRD del Brasil, con el ETL de Japon y con el BIPM de Francia, a través de intercomparaciones de actividad que realiza periódicamente.</p> <p>También está relacionado con BIPM y el CEA de Francia y el CIEMAT de España a través de la obtención de capacitación.</p> <p>Actualmente está relacionado con el NRC de Canadá, NIST de USA y el ININ de México, a través del SIM (Sistema Interamericano de Metrología)</p>	
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b></p> <p>Se debe tener en cuenta que el LMR realiza tareas de investigación, desarrollo y servicios.</p> <p>Para los casos de traslado de equipamiento o material radiactivo se debe cumplir con la reglamentación correspondiente.</p>	
Nombre y firma Director	Fecha

## 26. DIVISIÓN RADIOFARMACIA

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> División Radiofarmacia Departamento Radioquímica Centro Atómico Ezeiza Comisión Nacional de Energía Atómica Av. Libertador 8250. 1429. Buenos Aires Argentina.</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Responsable de Radiofarmacia: Lic. Silvia G. de Castiglia</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> Capacitación en desarrollo de obtención de radiofármacos basados en biomoléculas para diagnóstico y terapia. Otención de kits liofilizados. Control de Calidad. Ensayos in vivo e in vitro.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b></p> <p><b>e) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b></p> <p>5- Dos laboratorios equipados con campanas radioquímicas. Marcaciones con I131, Tc99m, Re188, Y90, Sm153, In111.</p> <p>6- Un laboratorio frío para ensayos in vitro e in vivo (gabinete biológico)</p> <p>7- Un laboratorio frío para pequeñas síntesis (rotavap, cromatografo)</p> <p>8- Un area de preparación de kits liofilizados (liofilizadoras, estufas, autoclave, lavadora)</p> <p>9- Laboratorios de equipos (2 HPLC con gradiente, contador automático gamma, centrífuga refrigerada, flujo laminar, elementos de laboratorio, etc)</p> <p><b>d) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b> <b>Responsable: Lic. Silvia G. de Castiglia. Lic. en Química.</b> Tres licenciados en Química: responsables de marcaciones de biomoléculas para diagnóstico y terapia. Pequeñas síntesis orgánicas. Dos técnicos: responsables de la producción de kits fríos.</p> <p>Un auxiliar de laboratorio</p>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b> Se han realizado cursos regionales de capacitación a través de ARCAL. Se han realizado capacitaciones a becarios regionales. Se realizan capacitaciones a becarios nacionales Alumnos de Maestría</p>
<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS:</b> Capacitación en Radiofarmacia en la Universidad de San Luis. Facultad de Farmacia, Bioquímica y Química. Capacitación en Radiofarmacia a Técnicos y Médicos de la carrera de Técnicos en medicina Nuclear y Médicos Nucleares. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Medicina. Capacitación en Radiofarmacia. Instituto Universitario de Estudios Nucleares. CNEA.</p>
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> <b>Capacitaciones en grupo a: Uruguay, Perú, México, Guatemala, Chile, Brasil, Bolivia.</b> Beneficios: obtener kits liofilizados de IgG y reproducir estas técnicas en sus países y poder aplicarlos en estudios de medicina nuclear.</p>
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p>

<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>Capacitación en grupo. Proyecto Arcal XV. Años 1996 ((2 cursos) año 1997 (2 cursos) Capacitación individual a través de becas de OIEA año 1998: becarios de Perú 2 (dos) año 1999 becario de Costa Rica, año 2001 becario de Perú.</p>
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>Las personas capacitadas han podido en su mayoría aplicar los conocimientos adquiridos, con beneficio para la comunidad.</p> <p>En el caso particular de nuestro país, en la Universidad de San Luis, se implementó la materia de grado Elementos de Radiofarmacia.</p>
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b></p> <p>Este Grupo de Trabajo está relacionado con los grupos de Radiofarmacia de los países de la Región, como así también con Centros tales como Departamento de Medicina Nuclear del St. Bartholomew's Londres, el Instituto Europeo de Oncología, Milan, Departamento de Medicina Nuclear de la Universidad de Massachussets, Departamento de Radiofarmacia de Budapest, Frederic Joliot, Hungría. etc.</p>
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b></p> <p>Tener en cuenta que este Grupo de Trabajo realiza actividades de desarrollo, llevando adelante Convenios Coordinados con el OIEA como así también Asistencia Técnica además de las líneas propias del Departamento y paralelamente estas actividades de capacitación.</p>
<p>Nombre y firma Director</p>
<p>Fecha</p>

## **27. GRUPO TÉCNICAS ANALÍTICAS NUCLEARES (CAE)**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Grupo Técnicas Analíticas Nucleares (CAE) Comisión Nacional de Energía Atómica Av. del Libertador 8250 Buenos Aires (1429) Argentina</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Rita R. Pla</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> Servicios de AAN de muestras geológicas, ambientales, biológicas y alimentos Capacitación en el análisis mediante AAN de las matrices antes detalladas Caracterización elemental de particulado atmosférico y utilización de biomonitores de contaminación atmosférica. Servicios y capacitación en todas las etapas del estudio: diseño del estudio, muestreo, análisis, evaluación de resultados.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b> <b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b> Cuartos de preparación de muestras biológico-ambientales y geológicas; laboratorio de manejo de muestras activas; laboratorio de medición; dos cuartos de balanzas; oficinas. Reactores RA-1 Y RA-3 Equipamiento convencional de laboratorio, balanzas (micro y ultramicro), liofilizadora, campana de flujo laminar, horno de microondas, estufas, freezer, heladera, tres líneas de medición gamma; intercambiador de muestras, computadoras personales, programas de cálculo y de manejo de datos.</p> <p><b>b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b> 3 Profesionales universitarios en Química, con amplia experiencia en la aplicación general del AAN y especialización en distintas áreas 1 Técnico analista 1 Auxiliar de laboratorio</p>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> El Grupo cuenta con aproximadamente treinta años de experiencia en la prestación de servicios de AAN y en la capacitación de becarios argentinos y extranjeros en la aplicación del AAN.</p>
<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b> Capacitación de becarios de la Facultad de Ciencias Básicas (Univ. de Rosario), INREMI (Univ. Nac. La Plata) Reactor RA-0 (Univ. Nac. Córdoba) Servicios analíticos a INREMI (Univ. Nac. La Plata), LAQUIGE, CIRGEO, SMN, Poder Judicial de la Nación, Univ. de Catamarca, Univ. de San Luis, INTA, Com.Nac. de Inv. Espaciales, OSN, OSPBA, entre otros.</p>
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>Brasil: capacitación de becarios Colombia: capacitación de becarios Cuba: servicio de análisis Ecuador: capacitación de becarios México: capacitación de becarios Paraguay: capacitación de becarios, dictado de curso de AAN y envío de experto Perú: capacitación de becarios, dictado de curso de AAN y servicio de análisis Uruguay: capacitación de becarios y envío de expertos.</p>

<b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b>	
<b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b> Misión como experto en Uruguay (DNTN) (Experto: Rita Pla) Capacitación de becarios OIEA de Brasil, Colombia, México, Perú y Paraguay	
<b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b> El laboratorio tiene una amplia y activa participación en Proyectos Arcal y en CRP del OIEA y en la capacitación de becarios argentinos y extranjeros. Mantiene fluidas relaciones con todos los laboratorios de AAN de la región y de otros países y también con laboratorios de otras técnicas analíticas en áreas de estudio comunes. Ha prestado servicios analíticos a países de la región que no cuentan con AAN.	
<b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b> Estrecha colaboración con los laboratorios de AAN de Brasil (IPEN) y de Chile (CchEN) y también con los de Holanda (IRI TU Delft), Italia (Universidad de Pavia), Portugal (ITN). Relación con CEADEN (Cuba), CNEA (Paraguay) y DNTN (Uruguay). Participación en Proyectos Arcal y en CRPs.	
<b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b> Según la agenda de actividades y compromisos habituales del laboratorio. Funcionamiento de los reactores RA-1 y RA-3. Provisión de insumos por parte del solicitante	
Nombre y firma Director	Fecha

## **28. GRUPO DE IRRADIACION DE ALIMENTOS**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Grupo Aplicaciones Industriales Sector Irradiación de Alimentos Unidad de Actividad Aplicaciones Tecnológicas y Agropecuarias Comisión Nacional de Energía Atómica Presbítero Juan Gonzalez y Aragón Nro 15 (B1802aya) Ezeiza – Provincia de Buenos Aires</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Lic. Patricia Narvaiz</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> Servicios de irradiación de muestras de alimentos para su control en laboratorio o para pruebas de transporte, de mercado y/o experiencias comerciales de alimentos irradiados. Capacitación teórico-práctica en el uso de las radiaciones ionizantes para el tratamiento de alimentos.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b> <b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b></p> <p>Laboratorios para trabajos correspondientes a: Análisis químicos Controles microbiológicos y dosimétricos Planta de Irradiación Semi-Industrial Gamma (Co-60)</p> <p><b>b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b></p> <p>4 profesionales 2 becarios profesionales 1 técnico 2 auxiliares de laboratorio</p>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Desde el año 1980 se realizan servicios de irradiación de alimentos para terceros. Hubo participación activa para tres pruebas de mercado de alimentos irradiados (papas, ajos y cebollas). Se capacitaron becarios nacionales y extranjeros, se realizaron transferencias de la metodología de irradiación a las industrias interesadas en su aplicación comercial. Se colaboró activamente en el ámbito legal nacional de la aprobación tecnológica para su posterior aplicación comercial.</p>
<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b> Servicios de irradiación de alimentos para su control por Universidades: U. Del Sur y U. Del Comahue. Servicios de irradiación de alimentos para su control por los Entes Nacionales de Regulación Alimentaria: SENASA Capacitación tecnológica: pasantías a alumnos de distintas Universidades y Entes del Control Regulatorio de los Alimentos locales.</p>
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Las tareas de capacitación y entrenamiento estuvieron dirigidas a becarios latinoamericanos enviados por el OIEA (México, Cuba, Brasil, Perú, Chile, Guatemala, Uruguay, entre otros)</p>
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p>

Ningún otro aparte de los ya señalados.	
<b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b>	
Además de los mencionados, la que suscribe fue contratada por el OIEA para realizar tareas de asesoramiento en: La Comisión Peruana de Energía Nuclear (Planta de Irradiación de Alimentos de Perú y aspectos legislativos de la tecnología). La Universidad Nacional de Montevideo (Aspectos tecnológicos relativos a la irradiación de ingredientes a ser empleados en la elaboración de embutidos).	
<b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b>	
Se produjo una mayor afluencia de usuarios de los servicios de irradiación ofrecidos por la planta de irradiación y una importante acción difusora de los beneficios aportados por la aplicación de la tecnología.	
<b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b>	
Se mantienen relaciones técnicas y de colaboración entre las partes con los Centros de la región latinoamericana, cuyas actividades son afines con las desarrolladas en la CNEA de Argentina.	
<b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b>	
Las especificadas por la CNEA y el OIEA en acuerdo con las experiencias legales del país (Argentina). Los programas de capacitación serán elaborados de común acuerdo con las partes ya citadas y de acuerdo con los antecedentes y necesidades del pasante. El material de consumo para los ensayos y la asistencia de los becarios deberá ser provisto por las partes, según se acuerde con antelación a la ejecución de la acción prevista.	
Nombre y firma Director	Fecha



## **29. UNIDAD DE ACTIVIDAD OPERACIÓN DE INSTALACIONES NUCLEARES**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b>          Comisión Nacional de Energía Atómica          Centro Atómico Ezeiza          Unidad de Actividad Operación de Instalaciones Nucleares</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b>          Ing. Alfredo J. Gonzalez</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b>          Formación de Recursos Humanos en operación de instalaciones nucleares relevantes.          Producción de radioisótopos primarios de reactor y ciclotron.          Ingeniería y mantenimiento de instalaciones nucleares.          Control de calidad de radioisótopos.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b>          a) <b>INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b></p> <p>Reactor de investigación de 10 MW de potencia – 120 horas semanales continuas de operación.          Planta de producción de radioisótopos con 20 facilidades radioquímicas blindadas y su equipamiento asociado, para el procesamiento de blancos irradiados.          Planta de producción de Mo-99 de fisión.          Ciclotrón de producción.          Laboratorios de control de calidad de radioisotopos.</p> <p>b) <b>PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b></p> <p>25 profesionales de química, física, mecánica, electrónica.          58 técnicos químicos, mecánicos, electromecánicos, electricistas.          22 auxiliares de laboratorio y personal de apoyo.          La mayoría de los profesionales y técnicos disponen de licencia de operación y autorización específica otorgada por la Autoridad Regulatoria Nuclear.</p>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b>          Mas de 20 años de experiencia en capacitación de recursos humanos y 30 años en la producción comercial de radioisótopos.</p>
<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b>          Capacitación de becarios          Producción de radioisótopos para hospitales nacionales, provinciales, centros médicos y universidades.</p>
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b>          Entrenamiento de Recursos Humanos en instalaciones de CNEA: Chile, Brasil, Ecuador, Venezuela, Colombia, Argelia, Egipto, México, en temas relacionados en la producción, ingeniería, mantenimiento y control de calidad de radioisótopos primarios y radiofarmacos.</p>
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b>          Perú: diseño y construcción de un reactor de investigación y planta de producción de radioisótopos.          Entrenamiento en CNEA y Perú de personal de operación y control de calidad. Puesta en marcha de las instalaciones.          Cuba: entrenamiento de personal para la producción y control de calidad de radioisótopos y</p>

<p>radiofármacos. Puesta en marcha de la Planta de Producción.  Argelia: entrenamiento de recursos humanos en producción de radioisótopos.  Egipto: entrenamiento de recursos humanos en operación de celdas radioquímicas y equipamiento de control de calidad.</p>
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b>  Entrenamiento de recursos humanos de Cuba, Brasil, Egipto, Ecuador, Chile, México.</p>
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b>  Han facilitado el intercambio de tecnologías entre países con intereses comunes.</p>
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b>  Se mantiene una comunicación fluida con pares profesionales y técnicos de Brasil, Chile, Perú, México, Cuba, etc.</p>
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b>  Teniendo en cuenta que las instalaciones y recursos humanos se encuentran afectados a programas de producción comercial, se deberá planificar las tareas a fin de evitar superposiciones.</p>
<p>Nombre y firma Director <span style="float: right;">Fecha</span></p>

### 30. GRUPO AGRONOMICO

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Grupo Agronómico – Unidad de Actividad Aplicaciones Tecnológicas y Agropecuarias Comisión Nacional de Energía Atómica (Centro Atómico Ezeiza) Avda. del Libertador 8250 1429 - Buenos Aires Argentina</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Lic. Silvia C. López</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> Determinación de contenido de Nitrógeno total y abundancia relativa de 15N en material vegetal y extractos de suelo. Capacitación en uso de trazadores (15N y 32P) en estudios de relación suelo-planta.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b> a) <b>INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b> Laboratorio equipado (balanzas, destiladores, mufla, etc.) Invernáculo Espectrómetro de emisión óptica N016PC Contador de centelleo líquido  b) <b>PERSONAL</b> (cantidad, calificación, etc.) Profesionales (Lic. en Cs. Biológicas, Ing. Agrónomo, y afines): 5 Técnicos: 2</p>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Pasantía becaria del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica (CONICET) - Universidad del Litoral: Tema “Evaluación de uso de sistema pantano para la eliminación de fósforo de aguas servidas” Trabajo final para obtención del título de Especialista en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear, Instituto Balseiro – Univ. de Cuyo-Univ. Buenos Aires; tema: “Uso de trazadores en investigaciones agronómicas” Pasantías para Ing. Agrónomos y Biólogos dentro del Curso de Metodología y Aplicación de Radioisótopos de CNEA.</p>
<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b> Determinaciones analíticas para: CERZOS (Univ.Nac. del Sur); Fac. Agronomía (Unv.Buenos Aires); Univ. Nac. Luján; INTA.</p>
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p>
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Pasantía doctorante Universidad de Santiago de Compostela, España. Tema de la pasantía “Uso de 32P para evaluar la capacidad de sorción de suelos gallegos” – Los resultados formaron parte de la tesis doctoral.</p>
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p>

<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>Capacitación de posgrado para profesionales de distintas disciplinas.</p>
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b></p> <p>El Centro mantiene relaciones de trabajo con distintas Universidades Nacionales (del Sur, Buenos Aires, Mar del Plata, Lomas de Zamora) y con el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). En el orden regional ha participado de Proyectos ARCAL. Fuera de la región, el Centro se ha vinculado con el OIEA a través de un Proyecto de Cooperación Técnica.</p>
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b></p>
<p>Nombre y firma Director <span style="float: right;">Fecha</span></p>

### **31. DIVISIÓN APLICACIONES BIOLÓGICAS**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Grupo Aplicaciones Biológicas Unidad de Actividad Aplicaciones Tecnológicas y Agropecuarias Centro Atómico Ezeiza Presbítero Juan Gonzalez y Aragón Nro. 15 (B1802AYA) Ezeiza, Pcia. Buenos Aires Argentina</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Eulogia Kairiyama</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> Servicios de Validación del proceso de irradiación: determinación de la dosis de tratamiento para la esterilización o descontaminación de productos de uso médico, farmacéuticos, cosméticos y alimentos y Determinación de la compatibilidad de los materiales y su envase con la radiación. Servicios de Validación del proceso de irradiación: determinación de la dosis de tratamiento para la esterilización de tejidos biológicos para injertos. Capacitación sobre las aplicaciones de las radiaciones ionizantes para la esterilización o descontaminación de productos de uso médico, farmacéuticos, cosméticos y alimentos. Validación del proceso de irradiación: ensayos para la determinación de la dosis de tratamiento según normas Internacionales y estudios del efecto de las radiaciones sobre los materiales. Capacitación para el procesamiento de hueso y piel para injerto para diversos métodos de conservación. Capacitación para el proceso de esterilización de tejidos biológicos por radiaciones ionizantes según normas internacionales.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b> <b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b> Laboratorio de Microbiología (Gabinete de flujo laminar, estufas de cultivos, Stomacher, agitador orbital y otros) Laboratorio de Dosimetría (espectrofotómetro y otros menores) Laboratorio de Ensayos mecánicos (Instron computadorizado, IR c/transformada de Fourier, Calorímetros, densitómetro, otros) Planta de Irradiación Semi-Industrial gamma (60 Co)  <b>b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b> 7 profesionales (1 bioquímico, 1 microbiólogo, 2 químicos, 2 médicos, 1 ingeniero) 3 auxiliares técnicos</p>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Se presta servicio de asesoramiento, de irradiación y de validación del proceso de esterilización a empresas sobre el proceso de esterilización y descontaminación de productos de uso médico, farmacéuticos, cosméticos y alimentos desde 1970 hasta la fecha. Se capacitaron individualmente a 14 profesionales nacionales y de la región en los temas de radioesterilización y bancos de tejidos. Se dirigieron 2 tesinas de grado y 3 de postgrado sobre temas de descontaminación de un producto alimenticio para terneros, acondicionador de ropa y producción y esterilización de hueso desmineralizado respectivamente. Se dirigieron 3 cursos nacionales de capacitación del OIEA sobre radioesterilización, 3 cursos regionales de capacitación para operadores de bancos de tejidos del OIEA y reconocido por la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires y 3 cursos regionales de capacitación sobre irradiación de alimentos del OIEA. Mediante los cursos del OIEA realizados en el país se logró afianzamiento y puesta al día en referencia a los temas específicos mediante los expertos provistos por el Organismo para tales fines, asimismo permitió estrechar la comunicación e intercambio técnico con los demás países de la</p>

región.	
<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b></p> <p>Colaboración con la Agencia Nacional de Alimentos, Medicamentos y Tecnología Médica (ANMAT) y el Instituto Nacional Central Unico Coordinador de Ablación e Implante (INCUCAI), ambas instituciones dependen del Ministerio de Salud de la Nación, para la elaboración de normativas sobre Esterilización de productos biomédicos y normativas para el funcionamiento de bancos de tejidos respectivamente.</p> <p>Colaboración con el Instituto Nacional de Racionalización de Materiales (IRAM) para la elaboración de normativas sobre diferentes productos estériles de uso médico.</p>	
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>Se han capacitado individualmente a profesionales de Cuba, Chile, Brasil, Perú y México becados por el OIEA sobre radioesterilización de productos de uso médico y tejidos para injerto; y descontaminación de alimentos.</p> <p>Capacitación grupal a través de cursos del OIEA dirigidos y realizados en Argentina a profesionales de Cuba, Chile, Brasil, Ecuador, Jamaica, Colombia, Costa Rica, Perú, Uruguay y México entre otros, sobre temas de radioesterilización de productos de uso médico y operación de tejidos por injerto.</p> <p>Estas actividades permitieron acrecentar el intercambio entre técnicos de la región.</p>	
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p>	
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>Además de los nombrados anteriormente (capacitación individual y colectiva) el OIEA ha contratado a profesionales del centro propuesto para asesorar sobre temas de esterilización por radiaciones ionizantes en Brasil, Perú y Uruguay.</p>	
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>Mejoramiento en la producción y la utilización de la metodología de irradiación.</p> <p>A nivel nacional mayor afluencia de fabricantes de productos de uso médico, farmacéuticos y cosméticos que utilizan este método para la esterilización o descontaminación de sus productos.</p> <p>El número de bancos de tejidos que utilizan las radiaciones para la esterilización de sus tejidos se ha incrementado.</p>	
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b></p> <p>Se mantienen relaciones de carácter técnico con los centros nacionales, de la región y fuera de la región (Europa, Asia) en materia de esterilización por radiación de diversos productos, principalmente de tejidos para injerto.</p>	
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b></p> <p><b>Deberán enmarcarse en los requisitos legales de cada uno de los países y del OIEA.</b></p> <p>El Centro receptor proveerá de las instalaciones y de los profesionales para la capacitación a profesionales de la región, los insumos que necesarios para el fin específico, el traslado y el estipendio de manutención deberán ser provistos por el país solicitante o por la entidad financiadora del candidato.</p> <p>Para los servicios de irradiación y validación del proceso de irradiación con fines de esterilización o descontaminación se cobrarán los aranceles de CNEA vigentes en el momento.</p>	
Nombre y firma Director	Fecha

# **BRASIL**

4. **CENTRO DE FABRICACIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR**
5. **CENTRO DE TECNOLOGÍA DE LAS RADIACIONES**
6. **CENTRO PARA GESTIÓN Y ALMACENAMIENTO DE FUENTES RADIATIVAS**
7. **CENTRO DE PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS Y RADIOFÁRMACOS**
8. **CENTRO DE CALIBRACIÓN ELÉCTRICA Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DOSIMÉTRICOS**
33. **LABORATORIO DE CIENCIAS RADIOLÓGICAS\*\***

#### **4. CENTRO DE FABRICACIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR**

**DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa):**

CENTRE OF DEVELOPMENT, MANUFACTURING AND MAINTENANCE OF NUCLEAR INSTRUMENTATION  
INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR - IEN  
CAIXA POSTAL 68550 CEP 21.945 / 970  
CIDADE UNIVERSITÁRIA / ILHA DO FUNDÃO / RIO DE JANEIRO / RJ / BRASIL  
TEL: + 55 21 280-6830 FAX: + 55 21 590-2692  
e-mail: isaac@cnen.gov.br

**DIRECTOR DEL CENTRO:**

ISAAC JOSÉ OBADIA

**SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS:**

1- Service of Repair and Maintenance of the Following Types of Nuclear Instrumentation:

Spectrometry: Multichannel Analyzers, NIM type Instrumentation (Preamplifiers, Amplifiers, High and Low Voltage Power Supplies, Single Channel Analyzers, Counters/Timers, etc.), Spectrometers

Radiation Protection: Portable Analog and Digital Survey Meters, Area Monitors, Superficial and Hand and Foot Contamination Meters, Dosimeters, etc.

Nuclear Medicine: Dose Calibrator, Thyroid Uptake Systems, Radioimmunoanalysis Systems, Gamma Cameras (Head), Electrometers.

Nuclear Reactors: Instrumentation and Control System and Process Instrumentation.

2- Service of Group Training on Repair and Maintenance of Nuclear Instrumentation

3- Service of Manufacturing of the Following Equipment:

Radiation Protection: Radiation Intelligent Monitor MIR 7026, Digital Area Monitoring System 7027, Superficial Contamination Probe SPQ 7026, Hand and Foot Contamination Monitor 7015 and Dosimeter 7022

Nuclear Medicine: Thyroid Uptake and Radioimmunoanalysis System 13S002 and Electrometer 13001 (for Clinical Dosimeter).

Spectrometry: Single Channel Spectrometer 4031

4- Service of Development of Nuclear Instrumentation for Specific Applications.

**INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:**

**A) INSTALLATIONS/EQUIPAMENT:**

Center total area: 826 m<sup>2</sup>, distributed in 163 m<sup>2</sup> for maintenance, 298 m<sup>2</sup> for manufacturing and 365 m<sup>2</sup> for development.

Installations: Repair and Maintenance Laboratory, Electrical Calibration Laboratory, Mechanical Workshop, Chemical and Photographic Laboratory, Assembling Laboratory, Tests Laboratory and Development Laboratory.

Equipment: US\$ 800,000 ( Scopes, Multi meters, Pulse Generators, Signal Generators, Frequency meters, Logic Analyzers, Computers, Printers, Software, Digital Tester, Environmental Chambers, Equipment for mechanical and for printed circuit board manufacturing, for photography, etc. )

**B) PERSONAL (CANTIDAD, CALIFICACION, ETC.):**



ACTIVITY	ENGINEERS	TECHNICIANS	TOTAL
Maintenance	5 (1 M. Sc.)	4	9
Manufacturing	2	16	18
Development	10 (6 M. Sc.)	6	16
TOTAL	17	26	43

**EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

A great experience has been reached in the repair and maintenance of nuclear instrumentation during these more than 15 years performing this activity, as well as in the training of personnel of several Latin American countries that has been provided by ARCAL II Project since 1989 and has been developed during these 10 years through the training of 2 people during 2 months for semester.

Equally in the development and manufacturing activities a great experience has been acquired. More than 50 types of equipment for radiological protection, nuclear spectrometry, research reactors and nuclear medicine have been developed and more than 350 units have been manufactured in the Center since 1992.

As fundamental benefits we can mention the know how acquired by the personnel of the center in the activities of maintenance, development and manufacturing of nuclear instrumentation, which has provided the enhancement and autonomy of the nuclear instrumentation area in the Country. More than 200 equipment are repaired each year and around 80 are manufactured per year, mostly the Radiation Intelligent Monitor MIR 7026, to attend to the needs of Nuclear Medicine Services in the Country.

The neutron flux instrumentation and control of 3 research reactors of the Country have been developed and manufactured by the Center. Several specific systems for Angra I Nuclear Power Plant have been developed, including systems under nuclear class 1E requirements.

**SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAIS:**

Repair and maintenance of several nuclear instruments (aprox. 200/year) for industries, institutions of the nuclear sector, universities, hospitals and nuclear medicine services of the country.

Supply of more than 350 instruments to industries, nuclear research and development institutions, hospitals and nuclear medicine services of the country.

Development of the instrumentation and control for 3 research reactors of the Country, of the radiological protection and nuclear medicine equipment which are manufactured for the several users, and of specific systems in operation at Angra I Nuclear Power Plant.

**PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

Costa Rica - Cuba – Guatemala –Panama – Peru – Dominican Republic - Uruguay - Venezuela

Repair of 12 multichannel analyzers for different countries corresponding to US\$40,000 and training of 18 technicians from these countries.

**OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

El Salvador

Purchase of one Radiation Intelligent Monitor MIR 7026

**UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:**

All services accomplished to the Latin American countries have been provided through IAEA Projects ARCAL II, ARCAL XIX and ARCAL XXXV.

**IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O**

<p><b>CAPACITACION OFRECIDOS:</b>  The Center is the most complete installation in the Country regarding know how and infrastructure for the maintenance, development and manufacturing of nuclear instrumentation. The activities performed by the Center have been able to attend to the basic needs of the Country in the nuclear instrumentation area.</p> <p>Regarding Latin America, the use of the center has helped to provide to the countries, through the training of 18 technicians and some experts missions, the basic conditions for the repair and maintenance of nuclear instrumentation, mainly multichannel analyzers, therefore assuring proper operation of the nuclear activities.</p>	
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON CENTROS DEL PAIS DE LA REGION Y DE FUERA DE LA REGION:</b>  Inside the Country (Brazil) the relationship with other centers of nuclear instrumentation is wide and total. The relationship with centers from other countries of the region is basically a function of ARCAL Projects. Lately the services of the center have been offered directly to the Latin American countries.</p> <p>There is no relationship with centers outside Latin America, except with IAEA that for 3 times has used experts of the Center to participate in Nuclear Instrumentation activities in Vienna/Seilbersdorf.</p>	
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION:</b>  The country interested in the services shall contact the center via FAX asking about the possibility of the center to perform the service requested and its conditions ( price and time of delivery).</p> <p>All expenses regarding round trip transport and customs will be of total responsibility of the country applicant.</p> <p>For an initial consultation (informal) the responsible technician for the requested service can contact the center by e-mail.</p>	
<p><b>AVAL CON QUE CUENTA LA INSTITUCION</b> (Acreditación, certificación, miembros de sociedades u organizaciones en la temática ofrecida):  The activities of the Center are regulated and controlled by its Quality Assurance System that was implemented in 1997. This System is based in the ISO 9001 standard. The certification ISO 9001 is a future goal of the Center.</p>	
<p>Institution Head (name and signature)  Sérgio Chaves Cabral  Superintendent</p>	<p>Date June, 1999</p>

## 5. CENTRO DE TECNOLOGÍA DE LAS RADIACIONES

### DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa):

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares-CNEN/SP  
Centro de Tecnologia das Radiações  
Av. Prof. Lineu Prestes, 2.242 - Cidade Universitária, Pinheiros - São Paulo  
Caixa Postal: 11049 - CEP: 05422-970  
TEL: 55 11 3816-9274 / 9289 - FAX: 55 11 3816-9186

### DIRECTOR DEL CENTRO:

Dr. Roberto Fúlfaro

### SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS:

- Desarrollo de procesos, productos y servicios para clientes;
- Capacitación y formación de recursos humanos (Grado y Pós-Grado) vinculadas a la Universidad de São Paulo – USP (además de la organización de seminarios, congresos, conferencias y cursos);
- Irradiación de cables eléctricos y espumas con Acelerador de Electrones (1,5 MeV y 65 mA);
- Esterilización de productos médicos y biológicos y servicios de irradiación para investigación y desarrollo con Irradiadores de  $^{60}\text{Co}$  tipo Panorámico (5.000 Ci), Gammacell (12.500 Ci) y Multipropósito (1MCi);
- Producción de fuentes herméticas de  $^{192}\text{Ir}$  y  $^{60}\text{Co}$  y servicios de fiscalización en irradiadores para gammagrafía industrial;
- Irradiación para investigación y desarrollo con Acelerador de Electrones (1,5 MeV y 25 mA);
- Irradiación para investigación y desarrollo y producción habitual de radioisótopos ( $^{123}\text{I}$ ,  $^{18}\text{F}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{201}\text{Tl}$  e  $^{111}\text{In}$ ) con Ciclotrones 24MeV y 30MeV;
- Hidrología: determinación de parámetros de aguas superficiales, con utilización de trazadores;
- Determinación de parámetros de procesos industriales (desgaste de revestimientos refractarios en altos hornos, masa de mercurio inmovilizada en células electrolíticas, entre otros.)

### INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:

#### A- EQUIPOS

##### 1. Acelerador de Electrones JOB 188

- especificación técnica: 0,1 mA a 25mA y 0,5 MeV a 1,5 MeV
- servicios de irradiación: tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos; fabricación de espumas de polietileno; curado de pinturas, barnices y revestimientos; fabricación de membranas hidrogel; curado de látex; mejoría de piedras preciosas; desinfección y preservación de alimentos y plantas ornamentales; esterilización de productos médicos y biológicos, entre otras aplicaciones.

##### 2. Acelerador de Electrones JOB 307

- especificación técnica: 1,5mA a 65 mA y 0,75 MeV a 1,5 MeV
- servicios de irradiación: polimerización de espumas y aislantes de cables eléctricos

##### 3. Ciclotrón CV-28

- especificación técnica: 2 a 28 MeV
- tolerancia:  $\pm 0,5$  MeV en  $E_{\min}$  y  $\pm 1$  MeV en  $E_{\max}$
- Resolución: 0,5% o 50 keV (lo que tenga mayor valor)
- servicios de irradiación y servicios y desarrollo: fuentes de calibración (Cobalto-57, Indio-111 y Cadmio-109); estudio de desgaste de materiales metálicos; dopado de semiconductores; creación de trazos en CR-39 (área de detectores nucleares) y estudio de la fragilización de aceros inoxidables

##### 4. Ciclotrón Cyclone-30

- especificación técnica: 15-30 MeV
- servicios de irradiación y producción habitual: radioisótopos de Ciclotrón, con energía de protones hasta 30 MeV: Talio-201, Yodo-123, Fluor-18, Indio-111 y generadores de Rb-81-Kr-81m

##### 5. Irradiadores Panorámico y GammaCell

- especificaciones técnicas: 5.000 Ci y 12.500 Ci, respectivamente

- servicios de irradiación y producción habitual: esterilización de los productos de los generadores de  $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$  y productos para laboratorio y biotério  
- investigación y desarrollo (determinación de las dosis ideal): curado de látex; mejoría de piedras preciosas; desinfección y preservación de alimentos y productos agrícolas; esterilización de productos médicos y biológicos; polimerización de PVC, polietileno y polipropileno; productos para banco de tejidos biológicos, entre otras aplicaciones.

#### 6. Irradiador Multipropósito de Cobalto-60

- especificaciones técnicas: 1 Mci;  
- capacidad: 16 cajas,  $4,32\text{ m}^3$ ;  
- servicios de irradiación y producción habitual: esterilización de los productos de los generadores de  $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$  y productos para laboratorio y biotério;  
- investigación y desarrollo: curado de látex; mejoría de piedras preciosas; desinfección y preservación de alimentos y productos agrícolas; esterilización de productos médicos y biológicos; polimerización de PVC, polietileno y polipropileno; productos para banco de tejidos biológicos, entre otras aplicaciones.

### B – LABORATORIOS

#### 1. Laboratorio de Análisis y Definición de Compuestos Orgánicos, Laboratorio de Biología Ambiental y Laboratorio de Análisis Físico-Químicas

Las principales actividades desarrolladas en estos laboratorios están relacionadas al Tratamiento de Aguas Residuales, Residuos Industriales y Lodos con Radiación Ionizante, utilizando los siguientes equipos:

- Planta Piloto conteniendo 2 (dos) tanques de transferencia, con capacidad de 1.200 L cada uno;  
- Cromatógrafo Gaseoso – CG-90 con detectores de captura electrónica (DCE) y ionización de llama (FID), con procesador de datos CR7 A de la Shimadzu;  
- Sistema de Toxidad Microtox, M500, Microbics Corporation Inc.;  
- Cromatógrafo gaseoso/Espectrómetro de Masa – Shimadzu – GCMS-QP 5000;  
- Cromatógrafo gaseoso, GC-17A, Ver 3, Shimadzu, cón detector de ionización de llama (FID);  
- Espectrómetro Infrarrojo, Shimadzu, FTIR-80001 PC;  
- Espectrofotómetro UV-VIS, Shimadzu UV-1601;  
- Analizador de Carbono Orgánico Total, Shimadzu, Model TOC 5000 A; para muestras líquidas y sólidas y  
- Cromatógrafo Líquido de Alta Resolución – HPLC – Shimadzu.

#### 2. Laboratório de Producción de Fuentes Herméticas de $^{192}\text{Ir}$ y $^{60}\text{Co}$

#### 3. Laboratorio de Braquiterapia (alambres de $^{192}\text{Ir}$ y semillas de $^{125}\text{I}$ )

#### 4. Laboratório de Medidas Espectrométricas

#### 5. Laboratório de Estudos Hidrológicos

#### 6. Laboratório de Definición de Detectores e Sensores Nucleares

#### 7. Laboratorio de Definición de Polímeros

- Termogravimetría (TG);  
- Calorimetría Exploratoria Diferencial (DSC);  
- Análisis termomecánica (TMA);  
- Espectrómetro de absorción en la región del infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR);  
- Viscosímetro capilar Ubbelohde con baño termostatzado y  
- Extractores Soxhlet.

#### 8. Laboratorio de Ensayos Mecánicos

- Dinamómetro (Analizador Universal Instron).

#### 9. Laboratorio de Definición de Gemas

- Sistema de espectrometría gamma marca CANBERRA consistente de un detector de NaI (TI);  
- Detector de germanio de alta pureza (HPGe), modelo GR 2519, con geometría coaxial y electrodo reverso, refrigerado con nitrógeno líquido, eficiencia relativa de 25% y resolución de 1,9 keV (FWHM) en 1,33 MeV con preamplificador acoplado al detector, también refrigerado;  
- Hornos de kantal, super kantal y RF – con temperaturas controladas hasta  $1200^\circ\text{C}$  y  $1700^\circ\text{C}$ ;  
- Espectrofotómetro UV-VIS.

10. Laboratorio para Preparación, Aplicación e Irradiación con UV de Pinturas, Barnices y Revestimientos.

- Equipo de laboratorio de curado UV, LabCure, de la Germetec Ind. Bras. de Máquinas Ltda., con una lámpara estándar de Hg de Media Presión y una lámpara de Hg dopada con Galio, con potencia variable de 125 W/in., 200W/in y 300 W/in. y estera transportadora de muestras con velocidad controlable entre 10 pés/min. y 100 pés/min;
- Radiómetro IL390 de la International Light Inc;
- Aplicador de pinturas y barnices K Control Coater modelo 101, de la RK Print-Coat Instruments Limited, con la velocidad ajustable y un conjunto de aplicadores con depósito entre 4  $\mu$  y 120 $\mu$  y
- Extensores tipo espiral para aplicación manual de revestimiento de 10 $\mu$ , 20 $\mu$  y 40 $\mu$ .

11. Laboratorio de Desarrollo de nuevos tipos de detectores de Radiación

- Fuentes de tensión estabilizada, marca FLUKE y ORTEC;
- Pré-amplificadores sensibles a carga y a tensión, marca OORTEC línea 142ª, PC;
- Amplificadores operacionales, marca OORTEC;
- Osciloscópio digital (300 mhz), TEKTRONIX;
- Analisador multicanal, marca OORTEC, Spectrum ace 8k;
- Scaler, marca ORTEC, mod. 994;
- Generador de pulsos, marca ORTEC mod. 448;
- Multímetro digital, marca TEKTRONIX, mod. DM2510;
- Sistema de refrigeración de los detectores (até - 30° C), marca MELCHOR;
- Computadora 486 DX 33MHz para adquisición y análisis de datos, marca FDIGITAL;
- Computadora ACERCAROS 810 CDX PENTIUM 100, 32 MB;
- Fuentes radioactivas;
- Sistema de alto vacío, marca EDWARDS mod. 63/difstac;
- Sistema mezclador de gases, marca EDWARDS mod. 1605;
- Estufa con temperatura controlada, marca FANEM y
- Generador de ultra-sonido, marca THORNTON mod. T1440.

12. Laboratorio de Preparación de Materiales Biológicos para Irradiación

- Viscosímetro Brookfield;
- Sistema de electroforesis y
- Estufas y agitador magnético.

13. Laboratorio de Dosimetría en Procesos Industriales

- Espectrofotómetro UV/Visible, Hitachi;
- Espectrofotómetro Visible, Farmacia;
- Multímetro digital, Sincler;
- Estufa y Manta calentadora.

14. Sala Limpia Clase 100

15. Laboratorios de Electrónica

16. Laboratorios de Solda, Desarrollo Mecánico y Mantenimiento de Dispositivos de Irradiación;

17. Laboratorios de Tratamiento Químico de Superficie, Crecimiento y Purificación de Cristales, Vacío y Purificación de Materia Prima para la Construcción de Detectores y Sensores Nucleares.

C – PERSONAL

Los diversos laboratorios cuentan con un grupo de investigaciones y técnicos de alto nivel, con reconocida capacidad y tradición en sus áreas técnico-científicas, operación y mantenimiento.

**EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

El Centro realiza, desde los años 60, importantes y estrechos programas de cooperación técnica con la industria, centros de investigación y académicos del país, involucrando los más variados sectores: papel, petroquímica, saneamiento, hidrología, electrónica, metalúrgia, biología, entre otras, en los cuales la

<p>aplicación de la radiación representa un salto técnico y económico considerable.</p>	
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b>  El centro ha mantenido contactos importantes con países de la región, tanto para capacitación de personal, como para visitas científicas y transferencia de tecnología. Entre estos se pueden considerar: Argentina, Chile, Uruguay, Perú, México, Rep. Dominicana y Venezuela.</p>	
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b>  Durante la implementación de varios proyectos de cooperación técnica patrocinados por el OIEA tiene sido posible mantener contacto permanente con varios países de Europa y Asia.</p>	
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:</b>  El Centro de Irradiación del IPEN ha sido utilizado por el OIEA desde fines de los años 80 para capacitación de investigaciones y técnicos de varias instituciones de países de la región en los temas de aplicaciones de la radiación en la industria.</p>	
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON CENTROS DEL PAIS DE LA REGION Y DE FUERA DE LA REGION:</b>  El Centro realiza un numero considerable de servicios de irradiación de cables eléctricos y esterilización de productos medico-cirúrgicos.</p>	
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION:</b>  Las solicitudes deben ser enviadas al Director del Centro para evaluación.</p>	
<p><b>AVAL CON QUE CUENTA LA INSTITUCION</b> (Acreditación, certificación, miembros de sociedades u organizaciones en la temática ofrecida):  El Centro cuenta cón la certificación ISO 9001:2000</p>	
<p>Jefe de la Institución (nombre y firma)  Claudio Rodríguez  Superintendente</p>	<p>Fecha Junio, 1999</p>

## **6. CENTRO PARA GESTION Y ALMACENAMIENTO DE FUENTES RADIOACTIVAS**

<p><b>DATOS DEL CENTRO</b> (nombre, dirección completa): Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN Comissão Nacional de Energia Nuclear Rua Prof. Mário Werneck, s/nº Cidade Universitária - Pampulha Caixa Postal 941, CEP 30123-970 Belo Horizonte – Minas Gerais Tel.: 55 31 3499.3261 Fax: 55 31 3499.3444</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO:</b> Dr. Silvestre Paiano Sobrino</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS:</b> Assistance on the development of waste management strategy and planning. Research and development of treatment/conditioning processes (chemical treatment, cementation and bituminisation) for low and intermediate level waste (LILW). Research and selection of national raw material suitable for waste treatment. Conditioning of spent radium sources. Waste form performance assessment. Preparation of specific procedures for the waste management steps. Development of waste inventory database. Design and specification of low level waste treatment facilities and components. Design, testing and qualification of Type A packaging. Waste packages performance assessment. Site characterization for LILW facilities. LILW repositories source term modeling. Environmental impact due to industrial/LILW disposal. Decision analysis on waste management and site restoration. Uncertainty analysis on LILW repositories safety assessment. Management of waste from accidents and incidents. Hands on training on different steps of low level waste treatment/conditioning such as:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>. establishment of administrative procedures for the waste control;</li><li>. waste segregation, collection and storage;</li><li>. development of methodologies for the precipitation process;</li><li>. development of methodologies for the cementation and bituminisation process;</li><li>. treatment of liquid waste by chemical precipitation;</li><li>. cementation of sludge;</li><li>. conditioning of spent sealed sources;</li><li>. immobilization of solid waste;</li><li>. compaction of solid waste;</li><li>. quality control of waste forms.</li></ul>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:</b></p> <p><b>A) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Interim waste storage;</li><li>- Chemical precipitation facility (200 l bath plant);</li><li>- Cementation facility (in tank mixing, 200 l bath plant);</li><li>- Bituminization pilot plant (3 –4 kg/h);</li><li>- Compaction facility (16 ton compact);</li><li>- Crushing facility (80 – 130 kg/h throughput shredder)</li><li>- Glove box for dismantling of lighting rods (under construction)</li></ul>

- Type A packaging testinf facility: drop test platform, water spray, penetration, stacking;
- Set up for sealed sources testing;
- Chemical precipitation laboratory for development and process control;
- Cementation laboratory: for development and process control and quality control of cemented waste products;
- Bituminization laboratory for development and process control and quality control of bituminized waste products.

There is also support from other areas from CDTN such as chemical and radiochemical laboratories, mechanical and electronics workshops as well as the Radioprotection Service.

**B) PERSONAL (CANTIDAD, CALIFICACION, ETC.):**

- 3 Chemical Engineer: 3 M.Sc.
- 3 Mechanical Engineer: 2 M.Sc.
- 2 Civil Engineer
- 1 Electrician Engineer: M.Sc.
- 2 Chemistry
- 1 Mathematician
- 2 Chemical Technician
- 3 Auxiliares

Eight university degree holders researchers are currently pursuing a higher academic degree (either PhD or MSc), as a part-time activity.

**EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

**SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAIS:**

- Collection, conditioning and storage of spent sealed sources from industries and hospitals.
- Collection, dismantling, conditioning and storage of radioactive lighting rods and fume detectors.
- Goiânia Radiological Accident: implementation of the strategy for waste management, organization, packaging design and manufacture supervision, waste conditioning for storing, elaboration of procedures, implementation of a computerized waste control database. Participation in the decontamination operations. Development of strategies, packages and procedures for the re-conditioning operations. Operation of the Goiânia disposal facilities.
- Participation in the remediation of radiological incidents: Sr-90 (Federal University), Cs-137 (Hospital), Cs-137 (Steel industry).
- Packaging qualification: testing and improvement of packages for conditioning and transportation of materials from the different steps of the nuclear fuel cycle (e.g.: low level wastes from NPP and from fuel production, yellow cake); spent sealed sources; radioisotopes for medical and industrial applications; industrial nuclear gauges.
- NUCLEMON (Monazite processing company):
  - . USAM: carried out a liquid effluent characterization program (identification of the contaminated effluents generation sources and their characterization; providing advice envisaging the minimization of the effluent contamination; checking the achievement of the previous objective). Classification of a mixed cake from USAM monazite processing for transport purposes.
  - . UPRA: management of waste from monazite milling, and design of a storage facility.
- Experience gained from works done inside NPP:
  - . Angra I NPP: responsible for the establishment of the Program of Process Control for the new cementation plant.
  - . Angra II NPP: responsible for the testing and qualification of a national bitumen for use in the bituminisation process.
- Experience gained from works done for teaching institutions:
  - . UFMG (Federal University): assistance to Radiobiological Laboratories waste management:
    - . Lectures for students from Universities and High Schools about waste management, stressing the importance of waste minimization, and its correct segregation for further management.
- Experience gained from works for industries:
  - . FIAT and PETROBRAS: research on the cementation of industrial wastes.
  - . Andrade Gutierrez: evaluation of ceramic products.



- Experience gained from participation in specific Committees:
  - . COPAGRESS Permanent Commission for the Assistance to the Management of Solid Waste from Health Centers in Belo Horizonte.
  - . IBRACON (Instituto Brasileiro de Concreto) – Environmental Committee.
  - . ABNT/COBREN – elaboration of a regulation proposal on radwaste management.

**PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

- Representatives from several Latin American countries attended the “Interregional Training Course on The Management of Spent Radiation Sources”, that was held at CDTN from 03 to 21 August 1992 (Argentina, Cuba, Ecuador, Mexico, Panama, Peru and Venezuela);
- Training of researches from Latin-American countries on low-level waste management:
  - . Peru (1 person): one month training;
  - . Venezuela (2 people): one Scientific Visit, and one 3-week training;
  - . Guatemala (2 people): one Scientific Visit, and one 4-week training;
  - . Ecuador (1 person): 2-week training.
- A team from CDTN has been conditioned spent radium sources throughout Latin America since 1996 in the scope of an IAEA hands-on assistance project. Visited countries so far are Uruguay, Nicaragua, Guatemala, Ecuador, Paraguay and Costa Rica. A conditioning operation is planned still this year for Jamaica. An estimated amount of 1,200 spent radium sources and three old cobalt teletherapy heads (Nicaragua) have been safely conditioned, enhancing the safety of spent sealed sources. CDTN has also sent to Peru and Chile the capsules and shielding devices used for the sources conditioning.
- Carried out IAEA expert mission:
  - . CUB/9/010: la Habana/Cuba, to advice the CPHR on handling of waste at the Waste Processing and Storage Facility and on the radiation protection involved;
  - . ECU/4/005-03: Quito/Ecuador, to provide the CEEA assistance in selecting waste treatment and conditioning technologies including processes appropriate for construction a centralized waste management facility to accommodate different types of waste, i.e. solid and liquid waste from radioisotope application in medicine, industry and research (it includes spent radiation sources).

**OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

**UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:**  
Please, see previous session.

**IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:**

- Enhancement of the interaction between Latin American countries.
- Improvement of CDTN waste management facilities and laboratories.
- Acknowledgement by the international and national scientific community having as a result a growing demand for technical assistance.

**NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON CENTROS DEL PAIS DE LA REGION Y DE FUERA DE LA REGION:**

Currently some joint projects are being development:

- Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares – IPEN/Brazil: development and design of a hot cell to handling and testing nuclear gauges. This facility will be also used for dismantling nuclear gauges envisaging the minimization of the waste to be stored.
- University of New Mexico at Albuquerque and Brookhaven National Laboratory/USA: Joint projects on application of fuzzy logic on decision making analysis for LILW facilities safety assessment and radioactive and industrial waste management;
- Brookhaven National Laboratory/USA: decision making on site restoration – a case study (Cs contaminated soil at BNL);

Close contacts with ENRESA/Spain, FZK/Germany, SANDIA/USA, although currently there are no specific projects going on.

<b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION:</b>	
<b>AVAL CON QUE CUENTA LA INSTITUCION</b> (Acreditación, certificación, miembros de sociedades u organizaciones en la temática ofrecida):	
Approved by the licensing sector of CNEN for Type A packaging testing.	
<b>Jefe de la Institución</b>	<b>Fecha</b>
(nombre y firma)	
Dr. Silvestre Paiano Sobrinho Belo Horizonte Superintendent	June, 1999

## **7. CENTRO DE PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS Y RADIOFÁRMACOS**

<p><b>DATOS DEL CENTRO</b> (nombre, dirección completa): Centro de Radiofarmácia - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares-CNEN/SP Travessa R, 400 - Cidade Universitária, Pinheiros - São Paulo Caixa Postal: 11049 - CEP: 05422-970 TEL: 55 11 816-9185 - FAX: 55 11 816-9257</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO:</b> Dr. Roberto Fúlfaro</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS:</b> Radiofarmácia</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Producción de Radionucleidos</li><li>• Producción de moléculas marcadas para diagnóstico y Terapia</li><li>• Producción de juegos de reactivos para marcar con <sup>99m</sup>Tc</li><li>• Control de Calidad de todos los Radiofármacos.</li></ul>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:</b></p> <p><u>A) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO:</u></p> <p><u>Instalaciones:</u></p> <p>Laboratorios de Producción con celdas calientes Laboratorios de Producción de productos no radioactivos Laboratorios de desarrollos Laboratorios de Control de Calidad</p> <p><u>Equipamentos:</u></p> <p>Liofilizador HPLC Contador gama Contador beta Radiocromatógrafo Gama Camara</p> <p>Contador a laser de partículas Equipamiento infrarojo Analizador multicanal Espectrometro de absorción atómica Espectrofotómetro UV-visible Calibrador de dosis Balanças PHmetros Microscópios Equipamiento para determinación de humedad Karl Fisher Purificador de água Destiladores Lacradores de frascos Autoclaves Computadores Estufa de despirogenización Estufa biológica Estufa comum</p>

Refrigeradores Flujo laminar Pipetadores automáticos <b>B) PERSONAL (CANTIDAD, CALIFICACION, ETC.):</b>  15 Nivel Superior:           6 doctores 5 maestría  Nivel medio 5 Becarios
<b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b> Producción y Control de Calidad de Radiofármacos en Escala industrial. Aumento de la oferta de Nuevos Radiofármacos para diagnóstico y terapia.
<b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAIS:</b> Se atiende a 139 Instituciones públicas 401 Instituciones privadas
<b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b> Cuba Guatemala Chile Ecuador Paraguay Perú Venezuela Bolivia
<b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b> Formación de Recursos Humanos Suministro de Radiofármacos
<b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:</b> Realización de cursos - talleres - Becas Suministro de expertos
<b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:</b> Aumento en 10% de la oferta de Radiofármacos en el país. Aumento en el atendimento de paciente, a cerca de 1.800.000, en 1999. Certificación ISO-9002 como inclusión de los requisitos de las Buenas Prácticas de Fabricación.
<b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON CENTROS DEL PAIS DE LA REGION Y DE FUERA DE LA REGION:</b> El nivel de relaciones como otros centros del país: 80% - fuera del país: 50%.
<b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION:</b> Totalmente abierto para cambios de informaciones, investigaciones, desarrollo, capacitación.
<b>AVAL CON QUE CUENTA LA INSTITUCION (Acreditación, certificación, miembros de sociedades u organizaciones en la temática ofrecida):</b> Miembro de ALASBIMN. Sociedad Brasileña de Biociencias Nucleares.

Certificado ISO-9002. SQ-575-1004/99 - Fundação Vanzolini.

Jefe de la Institución (nombre y firma)

Fecha Junio 1999

Claudio Rodrigues  
Superintendente

## **8. CENTRO DE CALIBRACIÓN ELÉCTRICA Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DOSIMÉTRICOS**

### **DATOS DEL CENTRO** (nombre, dirección completa):

Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD  
Comissão Nacional de Energia Nuclear  
Avenida Salvador Allende S/N – Barra da Tijuca  
Rio de Janeiro – RJ – Brasil  
CEP: 22780-160  
Tel. 55 21 2442 1926 – 55 21 3411 8157  
Fax: 55 21 2442 1950 – 55 21 2442 2605

### **DIRECTOR DEL CENTRO:**

Dra., Eliana Correa do Amaral

### **SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS:**

Servicios:

- Mantenimiento y reparación de equipos dosimétricos y de control de calidad empleados en la medicina (radioterapia, radiología, etc.) Esto incluye electrómetros, dosímetros y cámaras de ionización.
- Mantenimiento de lectoras de TLD.
- Calibración de dosímetros y monitores de radiación en general (radioterapia, radiología, protección radiológica, etc.)
- Calibración eléctrica de electrómetros
- Calibración de divisores de tensión Dynalysers
- Capacitación en el mantenimiento de equipos dosimétricos empleados en la medicina
- Capacitación en el mantenimiento de lectoras de TLD

### **INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:**

#### **A) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO:**

El instituto opera un laboratorio de calibración secundaria de la red del OIEA. Este laboratorio dispone de instalaciones e equipos necesarios para calibrar equipos de protección radiológica, equipos dosimétricos empleados en radioterapia y radiología, monitores de neutrones, monitores de contaminación superficial, etc.

Los principales equipos disponibles para estas actividades son:

- Sistema de irradiación con fuentes colimadas ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{243}\text{Am}$ )
- Sistema de irradiación con fuentes isotrópicas ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  y  $^{243}\text{Am}$ )
- Sistema de irradiación con fuentes isotrópicas para niveles ambientales
- Sistema de irradiación con fuentes de neutrones
- Aparato de rayos X industrial de 300 kV
- Aparato de rayos X industrial de 160 kV
- Aparato de rayos X industrial de 420 kV
- Aparato de rayos X convencional con divisor de tensión para calibración de equipos empleados en el control de calidad en radiología
- Fuentes planas patrones
- Baño de manganeso (patrón primario para calibración de fuentes de neutrones)

Para la calibración eléctrica de electrómetros.

#### **B) PERSONAL (CANTIDAD, CALIFICACION, ETC.):**

16 funcionarios, 6 doctores, 5 maestros y 6 técnicos.

### **EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

El centro es el laboratorio nacional de Brasil para metrología de las radiaciones ionizantes. Es la referencia para todo el país no que se relaciona con la metrología de las radiaciones ionizantes.

Con relación al mantenimiento, el centro brinda servicios de mantenimiento para todo el país para los equipos dosimétricos empleados en radioterapia y esta empezando también a brindar servicios para el área de

<p>radiología. El mantenimiento de las lectoras de TLD del IRD es hecho internamente y también se atiende a solicitudes externas.</p>	
<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAIS:</b> Calibración de equipos de medición y control de calidad de las radiaciones ionizantes en general. Mantenimiento de equipos dosimétricos empleados en radioterapia y radiología. Mantenimiento de lectoras de TLD. Ensayo y testes de equipos dosimétricos.</p>	
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b> Argentina, Bolivia, Costa Rica, Cuba, Guatemala, El Salvador, Paraguay, Perú, México, Nicaragua, Uruguay y Venezuela. Todos tuvieron capacitaciones en el mantenimiento de equipos de electrómetros y cámaras de ionización. Dos sobre lectoras de TLD y 5 sobre equipos dosimétricos y de control de calidad empleados en radiología. Fuera también reparados y calibrados equipos de países de la región.</p>	
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b> Filipinas, capacitación para el mantenimiento de instrumentación nuclear en general.</p>	
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:</b> El OIEA viene utilizando nuestro centro para capacitación de personal de países de la región. Tenemos también desarrollado herramientas de bajo costo para el mantenimiento. Estas herramientas son construidas e distribuidas para los países de la región. En los últimos tiempos estamos desarrollando.</p>	
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:</b> Los países que tuvieron capacitación ahora pueden mantener sus equipos dosimétricos y de control de calidad con su propio personal y con herramientas de bajo costo.</p>	
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON CENTROS DEL PAIS DE LA REGION Y DE FUERA DE LA REGION:</b> Las relaciones entre nuestro centro y los otros son muy buenas y constantemente estamos buscando desarrollar actividades en conjunto y nos ayudan mutuamente.</p>	
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION:</b> Solicitud con antelación de al menos 3 meses.</p>	
<p><b>AVAL CON QUE CUENTA LA INSTITUCION</b> (Acreditación, certificación, miembros de sociedades u organizaciones en la temática ofrecida): El centro es miembro de la red de laboratorios secundarios de la OIEA. Actualmente estamos buscando acreditación según la norma ISO 17025.</p>	
Jefe de la Institución Eliana Correa do Amaral Superintendente	(nombre y firma)  Fecha Junio, 1999

### **33. LABORATORIO DE CIENCIAS RADIOLÓGICAS**

<p><b>DATOS DEL CENTRO</b> (nombre, dirección completa): LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS RADIOLÓGICAS Subordinación: Departamento de Biofísica y Biometria Instituto de Biologia Universidad del Estado de Rio de Janeiro Rua São Francisco Xavier 524, sala 136 – Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha Maracanã – Rio de Janeiro – RJ Brasil – CEP 20550-013 Tel: 55-21-5877793 Fax: 55-21-5877794 e-mail: cea@lcr.uerj.br</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Prof. Carlos Eduardo V. de Almeida</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> <b>RESPOSTA MÉDICO-HOSPITALARIA EN CASOS DE ACCIDENTES</b> Desarrollo de planes de respuesta médico-hospitalaria en casos de accidentes con exposición a las radiaciones ionizantes; Programas de entrenamiento teórico-práctico (incluyendo simulacros) para personal de salud, defensa civil, bomberos y otros, involucrados en la respuesta médico-hospitalaria en casos de accidentes con exposición a las radiaciones ionizantes; Asesoría y consultoría para la evaluación y seguimiento de personas accidentalmente expuestas a las radiaciones ionizantes; Reconstrucción matemática de dosis de exposición.</p> <p><b>B. POSGRADO</b> En Física Médica</p> <p><b>C. OTROS SERVICIOS</b> Monitoreo de personas ocupacionalmente expuestas a las radiaciones ionizantes, por TLD; Estudios ambientales sobre el impacto de la precipitación radiactiva; Calibración de detectores de radiación; Estudios de calidad en radioterapia y radiodiagnóstico.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b></p> <p><b>INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b> Área Total del Laboratorio y Instalaciones: 484,80 m<sup>2</sup>, distribuída entre los laboratórios Ambiental, TLD, Física Médica, Respuesta Médica, Calibración, Radiodiagnóstico (control de calidad) y servicios administrativos y biblioteca.</p> <p>Equipamientos: alrededor de US\$ 350.000,00 (detectores, cintiladores, kit de simulación de heridas para simulacros, computadoras, impresoras, scanners, softwares diversos, fuentes de calibración).</p> <p><b>PERSONAL (CANTIDAD, CALIFICACION)</b> profesores/físicos – 4 químicos – 2 médicos – 2 personal de oficina – 3 enfermeros – 2 tecnicos diversos – 6 becarios – 9 contratados – 6 otros – 4</p>



**EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

Se ha alcanzado una gran experiencia en programas de entrenamiento para la respuesta médico-hospitalaria en casos de accidentes de radiación. Desde el año de 1996, el Laboratório de Ciências Radiológicas, aisladamente o en conjunción con el Instituto de Radioprotección y Dosimetría – IRD de la Comisión Nacional de Energía Nuclear – CNEN, impartió diversos cursos en diferentes ciudades de Brasil, como Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Angra dos Reis, Resende, São Paulo, São Luís, Florianópolis y Brasília. Los alumnos de esos cursos se constituyeron en profesionales médicos y de salud y otros, como de la Defensa Civil y bomberos, todos potencialmente involucrados en la atención a víctimas de exposiciones accidentales a las radiaciones. Un total aproximado de 500 personas fueron entrenadas.

La experiencia de ese programa, fue transmitida por el médico responsable por la área de respuesta médica del LCR a alumnos del curso patrocinado por el OIEA en el Centro Atómico de Brabha, Mumbai, India – “IAEA Regional Basic Professional Training Course on Radiation Protection” en el año de 1998. LCR desarrolló un sistema de respuesta en casos de accidentes de radiación con tres niveles distintos de acción. Este sistema, en Estado de Rio de Janeiro, tiene como hospital terciario de referencia, el Centro de Médula Ósea, del Instituto Nacional de Cáncer. Su estructura tiene como base, la experiencia obtenida por el médico responsable por la área de respuesta y por otros profesionales del LCR en la asistencia que prestaron a las víctimas del accidente de Goiânia.

**SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAIS**

Evaluación médica y orientación de víctimas de exposiciones accidentales a las radiaciones ionizantes, de instituciones particulares y públicas - cuatro sucesos con 8 pacientes (no incluyendo un caso de evaluación física de un accidente con radioterapia).

Programas de entrenamiento en la respuesta médica-hospitalaria – diversas instituciones privadas y públicas.

Evaluación de riesgos ocupacionales y ambientales – Industrias Nucleares de Brasil, INB.

Programa de apoyo específico – Central Nuclear de Angra dos Reis.

**PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

Cuba – visita técnica del médico responsable del Centro de Higiene y Medicina de Radiaciones de Cuba, dr. Juan Cárdenas Herrera (2 al 13 de Octubre de 2000):

Discusión sobre accidentes recientes y sus consecuencias médicas;

Suministro de material didáctico para el Dr. Cárdenas (fotos de lesiones en accidentados, videos, material bibliográfico, etc) para programas y cursos en Cuba;

Participación del visitante en un curso para médicos en la plantas nucleares de Angra (4 al 6 de octubre);

Visitación a la planta nuclear II de Angra, con enfoque en los procedimientos de seguridad y de respuesta en caso de accidentes laborales;

Visitación al Instituto de Ingeniería Nuclear – IEN, con presentación de procedimientos operacionales actuales y futuros para la producción de fluor 18 y otros radionucleidos para PET; presentación de procedimientos de seguridad ocupacional;

Visitación al Centro de Trasplante de Médula Ósea, hospital terciario para la asistencia de personas con la síndrome aguda de radiación.

Además, Argentina, Cuba y Chile, con Brasil, desarrollaron el Proyecto ARCAL XXXVII – Tratamiento Médico de Radioaccidentados – durante los años 1999/2000. Todos esos países se beneficiaron con un Manual de Asistencia a Radioaccidentados (documento de amplio enfoque clínico y práctico y exclusivo en idioma español), como también de una red de cooperación para apoyo en accidentes en la región. Estos beneficios, en la dependencia de actitudes regionales, podrán tornarse extensivos a todos los países de la región.

OBS: otros países de la región han utilizado los servicios del LCR, en áreas distintas, como Física Médica y otras (Argentina, Chile, Colombia y Cuba)

**OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

Alemania

Intercambio de experiencias en áreas de protección radiológica, física médica y medio ambiente.	
<b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b>	
Potencialmente, los servicios que podrán ser ofrecidos a los países de la región y otros, son originarios del Proyecto ARCAL XXXVII, como ya descrito.	
<b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b>	
Los beneficios obtenidos por Argentina, Brasil, Chile y Cuba, originarios de los productos del proyecto ARCAL XXXVII ya fueran descritos. Además, los demás países de la región podrán beneficiarse de la siguiente manera:	
Padronización de procedimientos para el diagnóstico, evaluación y tratamiento de lesiones radioinducidas;	
Desarrollo de planes de respuesta médico-hospitalaria en casos de accidentes de radiación (prevención secundaria);	
Utilización de un manual clínico y de característica práctica como guía en accidentes con exposición a las radiaciones ionizantes;	
Intercambio de experiencias;	
Entrenamiento de profesionales de salud y otros involucrados en la respuesta en casos de accidentes de esa naturaleza.	
<b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON CENTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y DE FUERA D ELA REGION</b>	
Dentro de Brasil, específicamente en respecto a la respuesta médico-hospitalaria en accidentes de radiación, mantenemos relaciones formales, principalmente con la Comisión Nacional de Energía Nuclear y su Instituto de Radioprotección y Dosimetría – CNEN/IRD, con el Hospital del Cáncer y su centro de Trasplante de Médula Ósea, con las Industrias Nucleares de Brasil y con la operadora de las plantas nucleares de Brasil (Eletronuclear y su Fundación de Asistencia Médica).	
Hay también un intercambio con la Autoridad Regulatoria Nuclear de Argentina, con el Centro de Higiene y Medicina de las Radiaciones de Cuba y con el sector de Radiomedicina de la Comisión Atómica de Chile. Establecemos también relaciones estrechas con el Radiation Emergency Assistance Center/Training Site – REAC/TS, de Oak Ridge, EEUU.	
<b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b>	
El país interesado en los servicios debe de contactar el LCR por fax o e-mail, haciendo una consulta sobre la posibilidad del LCR ejecutar el servicio deseado y las condiciones para su ejecución (precio y plazo).	
Los gastos con transporte y de aduana, serán de responsabilidad del país solicitante.	
<b>AVAL CON QUE CUENTA LA INSTITUICION</b>	
La coordinación de la respuesta médica y hospitalaria en casos de accidentes de radiación en Brasil, fué delegada al LCR por CNEN/IRD, institución colaboradora perteneciente a REMPAN, con el aval del OMS.	
Jefe de la Institución (nombre y firma) Prof. Carlos Eduardo V. de Almeida Coordinador Laboratorio de Ciencias Radiológicas	Fecha Junio, 1999

# CHILE

- 9. CENTRO DE ANÁLISIS ISOTÓPICO
- 10. CENTRO DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS DE BAJA Y MEDIANA ACTIVIDAD
- 11. CENTRO DE ANÁLISIS QUÍMICOS
- 12. LABORATORIO DE PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS Y RADIOFÁRMACOS
- 13. LABORATORIO DE TÉCNICAS NUCLEARES EN AGRICULTURA
- 25. INSTITUTO DE NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

## **9. CENTRO DE ANALISIS ISOTOPICO**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> <b>“ CENTRO DE ANALISIS ISOTOPICO”</b> Laboratorio de Isótopos Ambientales Departamento de Aplicaciones Nucleares Comisión Chilena de Energía Nuclear Centro Nuclear La Reina Amunátegui 95 Santiago, Chile</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Evelyn Aguirre Dueñas. Fono: 56 2 3646113 Fax : 56 2 3646277 Email: <a href="mailto:eaguirre@cchen.cl">eaguirre@cchen.cl</a></p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> Análisis de Isótopos Estables: Deuterio en aguas y fluidos biológicos Oxígeno-18 en aguas Carbono-13 y Oxígeno -18 en carbonatos Carbono-13 en materia orgánica Nitrógeno-15 y Oxígeno-18 en aguas Capacitación y servicio, en las técnicas mencionadas toma de muestra, preparación Medición por Espectrometría de Masas Mantenimiento de sistemas de Vacío.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b> <b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b> <b>INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO</b> <b>Equipamiento para la Toma de Muestra en campo:</b> Muestreadores de Pozos Ph metro Conductivímetro GPS Reactivos (son adquiridos de acuerdo a la necesidad)</p> <p><b>Instalaciones</b> .- Laboratorio de preparación de muestras .- Laboratorio de Medición .- Líneas de vacío para la preparación de muestras: Para análisis de Deuterio en aguas por reducción con Zinc. .-Oxígeno-18 en aguas por método de equilibrio. .- Carbono-13 en carbonatos disueltos. .-Carbono-13 en materia inorgánica .- Carbono-13 en materia orgánica .-Nitrógeno-15 y Oxígeno -18 en Nitratos en aguas Materiales e Insumos requeridos para la preparación de la muestra de cada isótopo.</p> <p><b>Equipamiento</b> .- Espectrómetro de Masas VG 602 para la medición de Deuterio .- Espectrómetro de Masas FINNIGAN MAT 252 para la medición de Deuterio, Oxígeno-18 Carbono-13 y Nitrógeno-15. .- Sistema automático para la preparación de Deuterio y Oxígeno-18 por sistema de equilibrio en línea con Espectrómetro. .- Liofilizador</p>

- .- Balanza
- .- Computadores

**b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)**

Personal 3 personas

1. - Químico Laboratorista U.de Chile con especialidad en técnicas de muestreo, preparación, medición aplicación y uso de isótopos estables.

Medición por Espectrometría de Masas

Mantenimiento de sistemas de vacío (24 años)

2. - Licenciado en Química U.de Chile especialista en técnicas de muestreo, preparación medición y aplicación de Isótopos estables por Espectrometría de Masas mantenimiento de sistemas de vacío (8 años)

3. - Técnico Químico U.Federico Santa María especializado en técnicas de muestreo, preparación, medición por Espectrometría de Masas mantenimiento de sistemas de vacío. (4 años)

**EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

El Laboratorio de Isótopos Ambientales tiene aproximadamente 30 años de existencia desde este tiempo se ha recibido capacitación en el área de Hidrología, Medio Ambiente, Aplicación de Técnicas Isotópicas e Instrumentación.

Los integrantes actuales han participado en cursos de entrenamiento y visitas científicas patrocinados por el OIEA y la CCHEN. En los tópicos:

Uso y aplicación de técnicas isotópicas en hidrología.

Aseguramiento de calidad en técnicas isotópicas

Aplicaciones de isótopos estables en nutrición

Preparación y medición de N-15 y O-18 en aguas,

Hidrología en aguas subterráneas

Geoquímica e Hidrogeoquímica. etc.

La capacitación adquirida ha permitido la participación y colaboración en proyectos y estudios relacionados con el recurso hídrico y medio ambiente además en estudios de aplicaciones de los isótopos en el área de la salud etc.

Trabajos con expertos. en tópicos del área de Hidrogeología, Medio Ambiente , Geoquímica, Espectrometría de Masas. etc.

Participar como coautores en publicaciones sobre aplicación de isótopos estables en hidrogeología y nutrición.

Participación en rondas de intercomparación organizada cada 4 años por la Sección de Hidrología del OIEA obteniendo óptimos resultados.

El laboratorio participa actualmente en un programa institucional de aseguramiento de la calidad, confeccionando procedimientos de las técnicas que ha desarrollado el laboratorio.

**SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS**

Actualmente el Laboratorio de Isótopos Ambientales de la Comisión Chilena de Energía Nuclear es contraparte del proyecto RLA 8/031 sobre "Manejo Integrado y Sostenible de Aguas Subterráneas" realizando los análisis isotópicos requeridos para abordar el estudio.

El laboratorio con sus profesionales y técnicas isotópicas que ha desarrollado participa como contraparte en estudios relacionados con el manejo y gestión del recurso hídrico con instituciones estatales como:

Dirección General de Aguas (DGA)

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)

Empresas de Agua potable

Universidades como por ejemplo Depto. de Ecofisiología de la Universidad de La Serena, en el área de la Minería etc.

Otorga igualmente servicios de muestreo y de análisis isotópicos a empresas y consultoras del área privada.

Ha participado en proyecto con el Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile en estudios relacionados con la aplicación de técnicas isotópicas el área de la nutrición.

**PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION**

<p><b>OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>El Laboratorio ha estado realizando servicios en análisis isotópicos para estudios en el área de Hidrogeología y Medio Ambiente a varios países de la región como Argentina, Bolivia, Perú, Venezuela</p> <p>Como Centro Designado actualmente presta los servicios de análisis isotópicos de Deuterio, Oxígeno-18 Carbono-13 Nitrógeno-15 y Oxígeno-18 a los países participantes de la región :Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Paraguay, y Uruguay para sus estudios en el marco del proyecto RLA 8/031.</p> <p>El beneficio fundamental que el laboratorio ha obtenido ha sido demostrar que como Centro Designado Regional ha sido de gran apoyo a los estudios que realizan los países de la región relacionados con el manejo y gestión de los recursos Hídricos. .</p>
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>Sólo Países de la región.</p>
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS.</b></p> <p>El Centro ha sido reconocido como laboratorio de apoyo en análisis de isótopos estables para los países de la región en los estudios relacionados con los recursos hídricos que son patrocinados por el OIEA.</p> <p>Los profesionales del CENTRO han participado como expositores tanto en la parte teórica como práctica en Cursos, Seminarios o Talleres patrocinados por el OIEA y realizados en el país.</p> <p>“Cursos de aplicación de trazadores y técnicas de isótopos estables en Hidráulica y Empresas Sanitarias”. “Taller de Hidrogeoquímica”</p>
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>El reconocimiento y confianza que se ha logrado, por parte de los países de la región y el OIEA, seleccionando a este CENTRO como apoyo en los análisis isotópicos para sus estudios y proyectos.</p>
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b></p> <p>Buen nivel de relación del CENTRO con los países con los cuales trabaja tanto en el ámbito técnico - profesional como humano.</p>
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b></p> <p>Solo contactarse con el Director de Centro del país que solicita el servicio o capacitación para definir las posibilidades y capacidades del momento.</p>
<p>Nombre y firma Director Evelyn Aguirre D.</p> <p>Fecha 11-03-2003</p>

## **10. CENTRO DE GESTION DE DESECHOS RADIOACTIVOS DE BAJA Y MEDIANA ACTIVIDAD**

<p><b>DATOS DEL CENTRO</b> “Centro de Demostración de Gestión de Desechos Radiactivos procedentes de Aplicaciones Nucleares (Media y baja actividad)”</p> <p>Unidad Gestión Desechos Radiactivos, Comisión Chilena de Energía Nuclear Casilla 188-D Santiago, Chile</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Ing. Azucena Sanhueza Mir Jefa Unidad Gestión Desechos Radiactivos</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Cursos Regionales en Gestión de desechos radiactivos procedentes de aplicaciones nucleares</li><li>✓ Cursos prácticos de procesamiento de desechos radiactivos sólidos y fuentes de radiación selladas</li><li>✓ Entrenamiento en pre-tratamiento, tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento de desechos radiactivos de media y baja actividad</li><li>✓ Entrenamiento dirigido a Autoridades Regulatorias, a usuarios de instalaciones radiactivas en sistemas de gestión de desechos radiactivos</li><li>✓ Garantía de calidad para la gestión de desechos radiactivos</li></ul>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b></p> <p><b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b> Planta de Tratamiento de Desechos Radiactivos sólidos, líquidos Laboratorios anexos de caracterización, segregación, experimentación, control de calidad de procesos. Equipamiento: Idem al informado previamente.</p> <p><b>b) PERSONAL</b> Un Ingeniero Civil Químico , experta OIEA, ) Un Ingeniero Civil Químico, investigador, 1Un Técnico universitario Analista Químico y Protección Radiológica Un Operador de Planta</p>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>Desde punto de vista CCHEN: La experiencia ha servido para mejorar nuestras instalaciones y procesos</p> <p>Desde punto de vista de la región: Uso de materiales reales, desechos radiactivos, equipamiento para confinamiento de desechos radiactivos, por quienes están encargados en los distintos países participantes, y por quienes tienen la responsabilidad de autorizar prácticas de procesamiento de desechos</p>

<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b>  Servicios de:  Capacitación para la gestión de desechos del área medicina, industria e investigación  Asesoría a generadores de desechos en universidades, Hospitales, Industrias.  Evaluación y recolección de desechos radiactivos  Caracterización , procesamiento y confinamiento de desechos radiactivos en Instalaciones CCHEN  Convenios de cooperación con Universidades del país, en materia de desechos radiactivos  Contratos de prestación de servicios para gestionar desechos radiactivos</p>
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b>  Se han beneficiado con Cursos prácticos en Métodos y Procesamiento previos a la evacuación en la la Gestión de desechos radiactivos procedentes de aplicaciones nucleares, los siguientes países: Guatemala, Uruguay, Paraguay, Bolivia, Perú, Ecuador, Nicaragua, Venezuela, Colombia, Cuba, Panamá, El Salvador, Costa Rica  Entrenamiento en el trabajo: Procesamiento de desechos radiactivos: Guatemala, Costa Rica, Cuba  Reglamentación en Gestión de desechos radiactivos: Colombia, Guatemala</p>
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b>  La Planta de tratamiento de Desechos radiactivos del Centro de Demostración fue escenario, y el personal, guía de la práctica de de Inspección de una Planta de tratamiento, en Curso Regional de Seguridad de Gestión de desechos radiactivos, (Agosto 2002)</p>
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p>
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p>
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b></p>
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b>  Solicitud de asistencia técnica con 3 meses de antelación, para preparación de programas y materiales  Acuerdo para destinar presupuesto  Incentivo al personal del Centro  Respaldo de la institución CCHEN</p>
<p>Nombre y firma Director ç</p> <p>Azucena Sanhueza Mir</p>
<p>Fecha 4 Abril 2003</p>



## **11. CENTRO DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

<p><b>DATOS DEL CENTRO</b> (nombre, dirección completa) CENTRO DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO EN ANALISIS QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS-X Y ESPECTROMETRÍA ATÓMICA Centro Nuclear Lo Aguirre Amunátegui 95 Santiago, Chile Teléfono: (56 2) 6554249-6554320 Fax : (56 2)6721703 Email : <a href="mailto:vpoblete@cchen.cl">vpoblete@cchen.cl</a> : <a href="mailto:smarin@cchen.cl">smarin@cchen.cl</a></p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> VICTOR POBLETE (Titular – Fluorescencia de RX) SERGIO MARÍN (adjunto – Espectrometría Atómica)</p>
<p><b>I FLUORESCENCIA DE RAYOS-X</b> <b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.- Técnicas de preparación de muestras, para fluorescencia de rayos-X</li><li>2.- Fluorescencia de rayos-X con fuentes radioactivas: teoría, experimentos y aplicaciones</li><li>3.- Fluorescencia de rayos-X con generador de rayos-X convencional: teoría, experimentos y aplicaciones.</li><li>4.- Fluorescencia de rayos-X por reflexión total: teoría, experimentos y aplicaciones</li><li>5.- Instrumentación nuclear aplicada a fluorescencia de rayos-X</li><li>6.- Métodos del análisis cuantitativo para fluorescencia de rayos-X, tratamiento de espectros y software de reducción de datos, con aplicación al análisis multielemental de muestras en diferentes matrices, en rangos de concentración desde ppb hasta porcentajes.</li><li>7.- Aseguramiento de la calidad y buenas prácticas de laboratorio en fluorescencia de rayos-X</li></ol>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:</b></p> <p><b><u>A) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1: Laboratorio de medición, sistema de fluorescencia de rayos-X con fuentes radioactivas<ul style="list-style-type: none"><li>• Rack Nim marca Ortec, modelo 401-A</li><li>• H.V.Power marca Ortec, modelo 459, 0-5 Kv</li><li>• Amplificador marca Tennelec TC-244</li><li>• Detector Si(Li) marca Canberra, modelo SL30170 (-500 V)</li><li>• Trajeta ADC Nucleus, PCA-II</li><li>• Fuentes de Cd-109, Fe-55, Am-241, con blancos secundarios de Sn, Mo, Dy</li><li>• Intercambiador automático de muestras (diseñado y construido por el laboratorio)</li><li>• Computador FAST 386, 20 Mb</li></ul></li><li>2: Laboratorio de medición con generador de rayos-X<ol style="list-style-type: none"><li>2.1 Sistema de rayos-X con geometría de 45°</li></ol></li></ol>

- Rack NIM marca Ortec, modelo 401-A
- H.V. Power marca Ortec, modelo 459, 0-5 Kv
- Amplificador Ortec, modelo 572
- Detecor Si(Li) marca Canberra, modelo SL30170 (-500V)
- Blancos secundarios
- Tarjeta MCA Canberra, S-100
- Fast ADC Canberra 8077
- Computador ASHFORD, 200 Mb, 100 MHz, 16 (RAM)

## 2.2 Sistema de rayos-X por Reflexión Total

- Rack NIM marca Canberra, modelo 2000
- H.V. Power marca Canberra, modelo 3102, 0-5 kV
- Amplificador marca Canberra modelo 2020
- Fast ADC marca Canberra, modelo 8077
- Tarjeta MCA Canberra, S-100
- Computador GET, 66MHz, 320 Mb, 8 Mb (RAM)
- Módulo de reflexión total (OIEA)

## 3: Laboratorio de preparación de muestras

Se cuenta con infraestructura, equipos, materiales y reactivos necesarios para la preparación de muestras sólidas, líquidas y estándares, apropiados para el desarrollo de esta actividad aplicada a fluorescencia de rayos-X.

## **B) PERSONAL (CANTIDAD, CALIFICACION, ETC.)**

El laboratorio FRX, cuenta con el siguiente personal:

- Un Doctor en Ciencias de la Ingeniería, cuya función es la dirección del laboratorio. Doce años de experiencia, abarcando aspectos de instrumentación nuclear, teoría y aplicaciones de la técnica FRX convencional y por reflexión total, técnicas de preparación de muestras, métodos del análisis cuantitativo, tratamiento de espectros, métodos de reducción de datos y diseño de sistemas y accesorios complementarios a la técnica FRX (Sistemas de análisis en línea, intercambiadores de muestras, módulos de reflexión, etc.).
- Un Ingeniero de Ejecución en Química, con doce años de experiencia en aspectos de instrumentación nuclear, teoría y aplicaciones de la técnica FRX con fuentes radioactivas, técnicas de preparación de muestras, métodos del análisis cuantitativo, tratamiento de espectros, métodos de reducción de datos y diseño de sistemas de análisis en línea e intercambiadores de muestra.
- Un auxiliar técnico con quince años de experiencia en preparación y tratamiento de muestras sólidas, tamizado, granulometría y tratamiento de datos.

## **EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

La asistencia de expertos, el patrocinio y financiamiento de proyectos, asistencia a cursos, entrenamientos y becas por parte del OIEA en sus diversos programas regionales, ha permitido el desarrollo sostenido del laboratorio y la capacitación de sus integrantes, obteniéndose un alto nivel de eficiencia en los diferentes tópicos relacionados con esta herramienta analítica.

### **1: Visitas de expertos**

- Año 1990: Dr. Ivica Orlic, dos meses, proyecto de asistencia técnica CHI/02/010. Entrenamiento en software AXIL y COREX, para análisis cuantitativo por FRX convencional.
- Año 1992: Dr. Piet Van Espen, un mes, proyecto de asistencia técnica CHI/02/010. Entrenamiento en software y aplicaciones analíticas de la técnica FRX.
- Año 1993: Dr. Peter Wobrauschek, una semana, proyecto de asistencia técnica CHI/02/010.

Pruebas de funcionamiento, calibración y visado del sistema de reflexión total que fué modificado, instalado y puesto en marcha por los profesionales del laboratorio FRX, significando el reconocimiento explícito del OIEA, a través del informe IAEA-RU-3946, del experto citado.

## **2: Capacitación**

- “Curso Avanzado en FRX”, Universidad Nacional de San Lorenzo, Asunción-Paraguay, Noviembre-Diciembre de 1986.
- “Desarrollo de Soportes Lógicos para Pequeñas Computadoras”. Asunción-Paraguay, Mayo de 1988.
- “Entrenamiento en Software y Reducción de Datos para Análisis Cuantitativo por FRX”. Montevideo-Uruguay, Agosto-Septiembre de 1989.
- “Preparación de Blancos y Muestras, Ensayos con Técnicas Analíticas Nucleares y Medición”. Instituto Khlopin, San Petersburgo, Rusia. Mayo-Junio de 1991.
- “Segundo Cuso Regional Avanzado sobre Técnicas Analíticas Nucleares y Convencionales Aplicadas a Alimentos y Productos Agroindustriales”. Sao-Paulo, Brasil. Octubre de 1991.
- “Curso Interregionasl de Capacitación sobre Técnicas Analíticas Nucleares y Convencionales Aplicadas a Estudios y Vigilancia de la Contaminación Ambiental”. Karlsruhe-Alemania, Seibersdorf-Austria, Septiembre-Octubre de 1993.

## **3: Publicaciones: Se adjunta ANEXO**

### **SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAIS**

- **Comisión Chilena de Energía Nuclear** (Usuarios de diferentes proyectos): Análisis multielemental de muestras, en diferentes matrices (líquidas, sólidas, biológicas) y control de calidad analítico de Uranio en Muestras de elementos combustibles (frotis en filtros).
- **Asociación Chilena de Seguridad (ACHS)**: Análisis multielemental de elementos pesados en humos ambientales, soportados en filtros.
- **Universidad de Chile** (Instituto de Investigación y Ensayes de Materiales, IDIEM): Análisis de elementos pesados en pigmentos y polímeros.
- **Ecológicos Integrados (ECOGROUP)**: Análisis de impurezas en aluminios.
- **Universidad de la Frontera Temuco (UFRO)**: Instalación y puesta en marcha de un laboratorio FRX con fuentes radioactivas, en el Departamento de física, incluyendo adiestramiento y formación en FRX, técnicas de preparación de muestras y métodos y aplicaciones del análisis multielemental cuantitativo, para tres profesionales de esa entidad. Esta actividad fue auspiciada por la UFRO y el Consejo de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), durante el año 1994.
- **Universidad de Chile**: Trabajo de investigación alumno memorista de Magister en Ciencias. Tema: Fluorescencia de rayos-X aplicada a estudios en contaminación atmosférica”. 1995.
- **Universidad Diego Portales**: Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial. Tema: Sistemas de Análisis en Línea de procesos Hidrometalúrgicos, por Fluorescencia de rayos-X. 1996.
- **Universidad Tecnológica Metropolitana**: Memoria para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Química. Tema: Espectrometría de fluorescencia de rayos-X aplicada a la caracterización elemental de materiales. 1997.
- **Instituto Nacional de Capacitación Profesional (INACAP)**: Memoria para optar l título de Técnico Superior en Química Analítica. Tema: Desarrollo de técnicas de preparación de muestras, para la Técnica de Fluorescencia de rayos-X. 1998.

### **PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

#### **Alumnos Becarios:**

- **Bolivia**: Entrenamiento en fluorescencia de rayos-X con fuentes radioactivas y técnicas de preparación de muestras, para el alumno (becario del OIEA) señor Luis Cuevas del Instituto Boliviano de Energía y Tecnología Nuclear, **Agosto a Septiembre de 1987**.

- **Guatemala:** Entrenamiento en fluorescencia de rayos-X por reflexión total, preparación y análisis de muestras ambientales y FRX con fuentes radioactivas, con aplicación a diversos tipos de muestras, para el alumno (becario OIEA) señor Ariel Gutierrez, del Instituto de Energía Nuclear de Guatemala. **21 de Octubre al 22 de Noviembre de 1996.**
- **Ecuador:** Entrenamiento en tópicos avanzado en fluorescencia de rayos-X por reflexión total, para la alumna (becaria OIEA) Ana María Garzón, de la Comisión de Energía Nuclear del Ecuador. **Mayo de 1997.**
- **Perú:** Entrenamiento en FRX por reflexión total, considerando aspectos de calibración, instalación y puesta en marcha del módulo de reflexión y tópicos de preparación de muestras (métodos de preconcentración), tratamiento de espectros y conceptos de garantía de calidad y preparación de manuales de procedimiento. Alumna (becaria OIEA) Paula Olivera, del Instituto Peruano de Energía Nuclear. Abril-Mayo de 1998.
- **Brasil:** Se efectúa una misión académica en el Centro de Energía Nuclear de Agricultura, de la Universidad de Sao Paulo-Brasil (CENA/USP), laboratorio de instrumentación nuclear. Durante el período comprendido entre el 28/07/98 y 02/08/98, se instala, calibra y pone en funcionamiento, un módulo de doble reflexión total, financiado por el estado de Sao-Paulo (FAPESP). Se entrena al personal de ese laboratorio y se entregan algunos conocimientos de aplicación y métodos del análisis cuantitativo.

**OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

**UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:**

**Docencia:**

- Año 1985: Curso latinoamericano Regional sobre la Técnica FRX, con la participación de profesionales de diversos países de la región. Centro de Estudios Nucleares “La Reina”
- Junio de 1988: Curso Regional Arcal en Técnicas Nucleares en los Recursos Minerales. Tema: Aplicaciones de la Técnica FRX.
- Mayo de 1989: Curso Regional Arcal en Técnicas Isotópicas en Estudios de fertilidad de Suelos y Fertilizantes” en el CEN “La Reina”. Tema: Contadores de Centelleo Líquido.
- Marzo-Abril de 1992. Curso Regional OIEA/FAO: “Uso de Isótopos y Técnicas de Radiación en Estudios de Productividad de Suelos y Plantas”. CEN “La Reina”. Tema: Análisis Cuantitativo de Emisores-Beta.
- Mayo de 1995: “Curso Regional de Entrenamiento en Muestreo, Preparación y Evaluación de datos para Análisis Multielemental y Radionuclidos por Métodos Nucleares e Instrumentales”. Tema: Preparación de Muestras por la Técnica de Fluorescencia de Rayos-X. CEN “La Reina”.

**Evaluación de equipos:**

- Entre el 19 y 30 de Octubre de 1998, un profesional del laboratorio FRX, participa en un workshop en Seibersdorf-Austria, con objeto de evaluar sistemas portátiles de espectroscopía de rayos-X y rayos-gamma, estaba financiada por el OIEA.

**IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:**

La experiencia acumulada ha permitido al laboratorio FRX de la CCHEN, apoyar a otras instituciones en el desarrollo de sus actividades, formar nuevos profesionales en esta área del conocimiento, participar con la técnica y sus profesionales en proyectos de investigación de mayor envergadura y transferir tecnología a otras Instituciones de nivel superior, tanto en el país (Universidad de la Frontera-Temuco, Universidad de Chile-IDIEM), como del extranjero (CENA-BRASIL).

**NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON CENTROS DEL PAIS DE LA REGION Y DE FUERA DE LA REGION:**

Las actividades desarrolladas, han permitido posicionar al laboratorio tanto por sus resultados analíticos en lo relacionado con prestación de servicios, como por la capacitación entregada a diversos alumnos, de diversas instituciones, lográndose intensas relaciones con los siguientes Centros:

- Laboratorio FRX del Departamento de Física de la Universidad de la Frontera-Temuco.
- Laboratorio de Instrumentación Nuclear, del Centro de Energía Nuclear de Agricultura CENA/USP, Brasil (Piracicaba).
- Instituto de Investigación y Ensayo de Materiales IDIEM-Universidad de Chile.
- Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile, participación en proyecto fondecyt 1981207, como apoyo al análisis de materiales.

## ANEXO I

### PUBLICACIONES EFECTUADAS

#### I Manuales técnicos (OIEA) del área FRX

1: S.Fazinic, V.H.Poblete, S.K.Kataria, P.Kump. "Performance of Portable XRF and Gamma Spectroscopy Systems". Technique Manual. International Atomic Energy Agency. Austria, en preparación (Workshop Seibersdorf, 19-30 de Octubre de 1998).

2: A. D'Lorenzi, V. Poblete, G.Bernasconi, Piet Van Espen. "Quantitative X-Ray Fluorescence Analysis". Edited by P.Van Espen, Antwerp University, Belgium. 1991.

3: M. Soares, V. Poblete, J. Rodriguez, O. Escobar, M. Psez: "Multichannel Analyzer add-on Cards". Technique Manual. International Atomic Energy Agency. Austria, (workshop Asunción-Paraguay), 1988.

#### II Artículos diversos, área FRX

4: V.Poblete, G.Navarro, V.Martín, M.Alvarez. Synthesis and Structural Characterization of Luminescent Materials. The Elpasolite  $Cs_2NaTbCl_6$ . **Powder Diffraction**, Vol. 17, N<sup>o</sup>1, pp. 10-12 (2002). (0,479)

5: C. M. Romo-Kröger, J.R. Morales, V. H. Poblete, A. Goldschmidt, A. Trier, R. Vera and R. Figueroa. An overview on x-ray spectrometry at research centers in Chile. **X-Ray Spectrometry**. Vol. 31, N<sup>o</sup>2, pp. 128-131 (2002). (1,478)

5: V.F.Nascimento Filho, V.H.Poblete, P.S.Parreira, E.Matsumoto, S.M.Simabuco, E.P.Espinoza, A.A.Navarro. "Limits of Detection of an X-ray Total Reflection X-Ray Fluorescence System with Double Reflection Module". Intern. Conf. on Nuclear Analytical Methods in the Life Sciences (NAMLS'98), Beijing, 26-30 de Octubre de 1998.

6: V.F.Nascimento, V.H.Poblete, P.S.Parreira, E.P.Espinoza, A.A.Navarro. "Calibración y límites de detección de un sistema de fluorescencia de rayos-X por reflexión total, con módulo reflector múltiple". VIII Workshop anual de usuarios de LNLS (Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón). Campinas-Brasil, 10 al 14 de Noviembre de 1997.

7: R.Figueroa, D.Caro, V.Poblete. "The Origin of Archeological Samples Analyzed by XRF and Compared by Polygonal Graphic Representation". **J. of Rad. and Nucl. Chem.** **198** (2), 311 (1995).

8: V.H.Poblete, O.Hurtado, P.Toro. Método Experimental Aplicado al Análisis Multielemental No-Destructivo de Elementos Traza en Aerosoles Atmosféricos por la Técnica de Fluorescencia de Rayos-X. "III Simposio Centro Americano y del Caribe en Química del Medio Ambiente y Sanitaria". Costa Rica, Febrero de 1995.

9: V.Poblete, P.Castillo, J.Gálvez. Aplicaciones de la Técnica FRX Orientadas al Análisis de Elementos Traza en Muestras Ambientales. "III Simposio Centro Americano y del Caribe en Química del Medio Ambiente y Sanitaria". Costa Rica, Febrero/95.

10: R.Figueroa, A.Vargas, V.Poblete. "Atmospheric Aerosol XRF Analysis With Fe-55 Radioactive Source by Reconstruction of Peaks. "Applications of X-Ray Analysis". Advances in X-Ray Analysis, Vo. 38, 1994. (43rd Annual Denver X-Ray Conference. August 1-5, 1994. Steamboat Springs, USA).

- 11: V. Poblete, P. Castillo, J. Gálvez. "Analysis of Impurities in Semiconductors Thin Films Through X-Ray Fluorescence Spectrometry by Total Reflection". *Advances in X-Ray Analysis*, Vol. 37. 1993. (42nd Annual Denver X-Ray Conference. August 4-7, 1993. Denver, Colorado, USA).
- 12: V. Poblete, C. Henríquez, J. Klein, G. Navarro. "Diseño y Construcción de una Facilidad de Espectrometría Prompt-Gamma Aplicada a la Determinación de Boro". VI Simposio Nacional de Física Experimental y Aplicada. Universidad de la Frontera, Temuco, 9 al 12 de Enero de 1996.
- 13: V. Poblete, P. Castillo, J. Gálvez. "Aplicaciones de la Técnica FRX por Reflexión Total en la Región de los Nanogramos". V Simposio Chileno de Física Experimental, Antofagasta, Enero de 1994.
- 14: V. Poblete, G. Bernasconi, G. Lientschnig. "Explorando la Región de los Picogramos con la Técnica FRX por Reflexión Total Utilizando Doble Reflexión". V Simposio Chileno de Física Experimental, Antofagasta, Enero de 1994.
- 15: V.H. Poblete, P. Castillo, J. Gálvez. "Estudio de la Radiación de Scattering y su Aplicación a la Determinación de Ultratrazas Utilizando Espectroscopía de FRX por Reflexión Total". Presentado al IX Simposio Chileno de Física, Noviembre/94.
- 16: V.H. Poblete, P. Castillo, J. Gálvez. Análisis No Destructivo de Aerosoles Atmosféricos Por Espectrometría FRX. IV Seminario Latinoamericano de Análisis por técnicas de rayos-X, SARX/94, 24 y 27 de Octubre de 1994, Punta de Tralca Chile.
- 17: V. Poblete, P. Castillo, J. Gálvez. Implementación y Desarrollo de una Metodología Adaptada a la Determinación de Elementos traza en Muestras Ambientales Utilizando Espectrometría FRX por Reflexión Total. IV Seminario Latinoamericano de Análisis por técnicas de rayos-X, SARX/94, 24 y 27 de Octubre de 1994, Punta de Tralca Chile.
- 18: V.H. Poblete, G. Bernasconi, G. Lientschnig. Avances y Tendencias de la Espectrometría de Rayos-X por Reflexión Total al Análisis de Ultratrazas. IV Seminario Latinoamericano de Análisis por técnicas de rayos-X, SARX/94, 24 y 27 de Octubre de 1994, Punta de Tralca Chile.
- 19: V. Poblete, P. Castillo, R. Figueroa, J. Gálvez. "Análisis de Aerosoles Atmosféricos Mediante la Técnica de Fluorescencia de Rayos-X por Reflexión". Seminario Regional Sobre Aplicaciones Ambientales de los Isótopos y las Radiaciones, Chile, 9 al 13 de Agosto de 1993 (ARCAL XVI RLA/8/016).
- 20: V. Poblete, P. Castillo, J. Gálvez, O. Hurtado. "Espectroscopia de FRX por Reflexión Total Aplicada a la Determinación de Elementos Traza en Aerosoles Atmosféricos". XX Jornadas Chilenas de Química, Octubre de 1993.
- 21: V. Poblete. "Determinación de Impurezas en Películas Delgadas Mediante la Técnica FRX por Reflexión Total". XX Jornadas Chilenas de Química, Octubre de 1993.
- 22: P. Castillo, V. Poblete, J. Gálvez. "Análisis de Materiales Cerámicos Industriales por FRX, con Fuente de Cadmio-109". XX Jornadas Chilenas de Química, Octubre de 1993.
- 23: J. Gálvez, P. Castillo, V. Poblete. "Desarrollo de un Sistema de Análisis de Cobre para Línea de Procesos mediante la Aplicación de la Técnica FRX". XX Jornadas Chilenas de Química, Octubre de 1993.
- 24: R. Figueroa, R. Morales, V. Poblete. "Técnicas Analíticas Nucleares Aplicadas a Problemas de Polución Atmosférica". III Congreso Internacional Sobre Recursos Naturales. Pucón-Chile, 15 al 20 de Noviembre de 1993.
- 25: V. Poblete, P. Castillo y G. Steinman: "Análisis Multielemental Cuantitativo de Trazas Aplicado a Muestras Biológicas, por la Técnica FRX. Diciembre-1992, Revista Nucleotécnica.

## II ESPECTROMETRIA ATOMICA

### **SERVICIOS O CAPACITACIONES CONCRETAS OFRECIDAS**

#### Entrenamiento Práctico Sobre:

- Preparación química de las muestras mediante sistemas de digestión abierto y a presión
- Los cuidados que se deben tener durante la manipulación de las muestras.
- Definir condiciones instrumentales operacionales
- Aplicación de la Espectroscopía Atómica en el análisis de diferentes tipos de materiales
- Determinación de elementos traza
- Control de Calidad de los Análisis
- Expresión de resultados y estudio estadístico.
- Uso de técnicas de análisis químico complementarias

### **INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:**

#### A) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO:

El laboratorio dispone de las instalaciones, infraestructura y equipamiento adecuado, para sostener el desarrollo del trabajo propuesto. Se indican los equipos principales.

- Espectrofotómetros de absorción atómica
- Espectrómetro de emisión atómica con plasma de acople inductivo
- Cromatógrafo líquido (HPLC)
- Potenciometro de redisolución
- Polarógrafo

**Ver información adjunta**

#### B) PERSONAL (CANTIDAD, CALIFICACIONES, ETC.):

El laboratorio cuenta con 5 profesionales de nivel de Licenciado en Química, con experiencia en química analítica instrumental. Dos de ellos con más de 12 años de experiencia y los otros tres con más de 20. También se cuenta con 2 técnicos de laboratorio que trabajan en labores de apoyo

**Ver información adjunta**

### **EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

La asistencia de expertos del OIEA en las áreas en química analítica instrumental, ha permitido capacitar a profesionales del laboratorio e implementar diferentes métodos de análisis en las áreas mencionadas.

- Control analítico de materiales nucleares y materiales de interés nuclear, mediante técnicas de espectrometría de emisión atómica.
- Análisis de elementos naturales y antropogénicos, en filtros conteniendo material particulado atmosférico, mediante espectrofotometría de absorción atómica.
- Análisis de metales pesados en agua mediante la técnica de Voltametría

**Ver capacitación personal y publicaciones en hoja adjunta**

### **SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAIS**

Se ha dado apoyo a diferentes instituciones nacionales en las siguientes áreas :

- Análisis de materiales nucleares y de interés nuclear mediante diferentes técnicas de análisis químico
- Puesta en operación y capacitación de personal, para la aplicación de la técnica de espectrometría de absorción atómica con llama y generador hidruros, en la determinación de arsénico y otros elementos en aguas y suelos.
- Determinación de elementos tóxicos y contaminantes en muestras mediambientales, mediante espectrometría atómica, HPLC y voltametría
- Preparación de soluciones calibradas para el control de resultados



<b>Ver información en hoja adjunta</b>
<p><b>PAISES DE LA REGIÓN QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS DE CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b></p> <p>El laboratorio, desde 1978 a la fecha, ha apoyado a países tales como Paraguay, Ecuador, Guatemala y Cuba, capacitando profesionales en las siguientes áreas de química analítica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de las técnicas analíticas adecuadas, para los fines requeridos</li> <li>• Instalaciones de laboratorio, necesidades específicas e instrumentación</li> <li>• Metodologías de análisis químico, apropiadas para el análisis de diferentes materiales (materiales geológicos, de interés nuclear, medioambientales y otros.)</li> <li>• Tratamiento estadístico de resultados.</li> <li>• Gestión del laboratorio</li> </ul> <p><b>Ver información en hoja adjunta</b></p>
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACIONES OFRECIDAS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b></p>
<p><b>UTILIZACIÓN POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACIONES OFRECIDOS</b></p> <p><b>Se apoyó al</b> Curso Regional avanzado para América latina en aplicaciones de técnicas analítica en recursos minerales. (ARCAL IV), <b>realizado en Santiago - Chile (Jul.1989)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Experiencias prácticas de laboratorio en la aplicación de la técnicas de EAA y EEA-ICP a muestra geológicas.</b></li> <li>• <b>Se dictaron tres charlas relacionadas con</b> Espectrometría de Absorción Atómica; Aplicación a Materiales Geológicos.</li> </ul>

#### SERVICIOS O CAPACITACIONES CONCRETAS OFRECIDAS (continuación)

##### Técnicas

###### Espectrometría de absorción atómica

- con llama
- con generador de hidruros
- con horno de grafito

###### **Espectrometría de emisión atómica con plasma de acople inductivo**

- con nebulización neumática
- con nebulización ultrasónica
- con generador de hidruros

##### Tipos de Material

###### Nucleares.

- uranio metálico
- siliciuros de uranio
- tetrafluoruro de uranio (relación oxígeno - uranio)
- otros compuestos de uranio

###### De Interés Nuclear

- Cerámicos avanzados
- aceros y aleaciones
- aluminio de alta pureza

### Medioambientales

- aguas naturales
- suelos y sedimentos
- rocas
- moluscos
- vegetales
- aerosoles atmosféricos

## **OTRAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS**

### Voltametría

- polarografía
- redisolución anódica y catódica
- redisolución potenciométrica
- ion selectivo

### Cromatografía líquida de alta resolución

- con conductividad iónica

### Espectrofotometría UV-Vis

## **INFRAESTRUCTURA EXISTENTE (continuación)**

### **INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO:**

#### Espectrofotómetro de absorción atómica Perkin - Elmer (P-E), 2380.

con las siguientes opciones:

- llama: aire - acetileno y óxido nítrico - acetileno.
- horno de grafito P-E modelo HG 400
- Generador de hidruros P-E modelo MHS 10 con fuente de poder System 2.

#### Espectrofotómetro de absorción atómica P-E, Analyst.

con programa operativo Winlab y las siguientes opciones:

- llama: aire - acetileno y óxido nítrico - acetileno.
- Generador de hidruros P-E modelo MHS 10 con fuente de poder System 2.

#### Espectrómetro de emisión atómica con plasma de acople inductivo J-Y 38

con monocromador VHR: 120 x 140 mm 3.600 g/mm, con programa operativo J-YESS 4.03 y las siguientes opciones.

- nebulizador concéntrico tipo Meinhardt
- nebulizador recíclico
- nebulizador ultrasónico Cetac U - 5.000 AT
- Generador de hidruros.

#### Cromatógrafo líquido (HPLC) Waters 600

con programa operativo Millennium 32 y las siguientes opciones :

- detector de conductividad iónica
- detector de arreglo de diodos

## Electroforesis Capilar waters

### Potenciómetro de redisolución Radiometer Tracelab 20, PSU22

con programa operativo TAP 2 Trace Talk y porta electrodo modelo SAM 20

#### **PERSONAL (CANTIDAD, CALIFICACIONES, ETC.)**

- Químico/Licenciado en Química con 25 años de experiencia en análisis químico y 10 años en espectrometría de emisión de plasma acoplado inductivamente.
- Profesora de Química con 25 años de experiencia en análisis químico, 20 años en espectrometría de absorción atómica y 5 en espectrometría de emisión de plasma acoplado inductivamente.
- Egresado de Licenciatura en Química con 23 años de experiencia en análisis químico y 15 años en técnicas electroanalíticas.
- Químico/Licenciado en Química con 14 años de experiencia en análisis químico, 5 años espectrometría de absorción atómica y 3 en cromatografía líquida de alta resolución.
- Químico Laboratorista/Licenciado en Química con 14 años de experiencia en análisis químico y 12 años en espectrometría de absorción atómica.
- Técnico auxiliar de laboratorio con 30 años de experiencia en cortes petrográficos

#### **EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS (continuación)**

##### Expertos que apoyaron al laboratorio en el desarrollo e implementación de diferentes técnicas de análisis químico:

- Dr. R. Barnes de la universidad de Massachusetts, permitió la implementaron el análisis de impurezas en concentrados de uranio por la técnica de espectrometría de emisión de plasma inductivo (Proyecto OIEA CHI-3/08 1989).
- Dr. D. Klockow del instituto ISAS de Dortmund - Alemania apoyó la capacitación de un profesional en el área de análisis de material particulado en filtro ambientales (Proyecto OIEA RLA 1994).
- Dr. J. Magallanes de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina, apoyó la capacitación de un profesional, en el análisis de elementos pesados por la técnica de Voltametría (Proyecto OIEA CHI-3/08 1989).

##### Capacitación realizada por funcionarios del laboratorio, con el apoyo del OIEA dentro de los últimos 10 años :

- OSCAR ARLEGUI realizó una capacitación de siete meses sobre determinación de elementos trazas en aguas naturales por técnicas Voltamperométricas en CNEA., Argentina (1990).
- JUAN VILLALOBOS realizó un curso de un mes sobre Técnicas analíticas para análisis en muestras en la agro industria y alimentos, IPEN, Brasil. (1992)
- SILVIA CORNEJO, realizó una capacitación de dos meses sobre digestión de filtros de policarbonato para análisis de material particulado. ISAS, Dormundt, Alemania (1994)
- OSCAR ARLEGUI realizó una capacitación de dos meses sobre fabricación y aplicación de microelectrodos en la determinación de elementos traza. CNEA., Argentina (1994).
- SERGIO MARÍN realizó una capacitación de dos meses sobre, análisis de materiales refractarios, mediante espectrometría de emisión de plasma acoplado con nebulización Slurrys. Universidad. Dormundt, Alemania (1995).

#### **SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAIS (continuación)**

- Comisión Chilena de Energía Nuclear. Determinación de impurezas en compuestos de uranio (siliciuros, uranio metálico, diuranatos, oxidos), mediante espectrometría de absorción y emisión atómica. Determinación de tierras raras mediante espectrometría de emisión con plasma inductivo, en materiales

geológicos y soluciones provenientes de procesos metalúrgicos. Determinación de elementos tóxicos en aguas, moluscos, vegetales, suelos y sedimentos, mediante espectrometría de absorción y emisión atómica.

- Servicio Salud de Antofagasta Se apoyó en la puesta a punto de la técnica de EAA, para la determinación de arsénico y otros elementos en aguas y suelos. Se capacitó a personal en la aplicación de estas metodologías.
- Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Se ha apoyado en la determinación de metales pesados mediante EAA/Horno de grafito y de aniones mediante HPLC, en contaminantes atmosféricos.
- Instituto de Salud Pública (ISP). Análisis de elementos tóxicos en materiales medioambientales mediante espectrometría de absorción y emisión atómica.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SSS). Preparación de soluciones calibradas, utilizadas para controlar la calidad de los resultados entregado por diferentes laboratorios.
- Servicio Agrícola Ganadero (SAG). Análisis de muestras de aguas naturales
- Universidades. Análisis de materiales especiales Tales como aguas de precipitación, óxidos mixtos, etc.
- Empresas mineras. Determinación de elementos tóxicos en material particulado sedimentable, mediante la técnica de espectrometría de emisión de plasma acoplado.

## **PUBLICACIONES**

### REVISTAS PERIÓDICAS

COMPARISON OF ANALYTICAL TECHNIQUES FOR THE DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN RAIN WATER.

Intern.J. Environ. Anal. Chem. Vol.52, 127-136 (1993)

*S.R.María, S.G.Olave, O.E.Andonie and O.G.Arlegui.*

SPECTRAL LINE SELECTION FOR DETERMINATION OF ZIRCONIUM, CERIUM, THORIUM AND TITANIUM BY ICP-AES, IN ZIRCONIA-BASED CERAMICS MATERIALS

J. Anal. At. Spectrom. 9 (2), 93 (1994)

*S.R.María, S.G.Cornejo and L.Arriagada.*

DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN AEROSOL SAMPLES COLLECTED ON POLYCARBONATE FILTERS BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY.

Intern. J. Environ. Anal. Chem. Vol 60, pp 377-387, 1995.

*S. Cornejo, S. María, S. Olave and C. Urrutia*

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL ATMOSFÉRICO EN SUSPENSIÓN EN STGO. CHILE  
PARTE III. ANÁLISIS POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON ATOMIZACIÓN ELECTROTÉRMICA Y VOLTAMETRÍA DE REDISOLUCIÓN ANÓDICA.

Nucleotécnica N°28. Junio 1995 pag 29-32, Junio de 1995,

*S.Olave, O.Arlegui, S.Cornejo, S.María y J.Villalobos.*

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO ATMOSFÉRICO EN SUSPENSIÓN EN SANTIAGO DE CHILE.

PARTE IV: DETERMINACIÓN DE ESPECIES IÓNICAS.

Nucleotécnica. Año 15, N°28, PAG.33-36, Junio de 1995,

*C. Aguila, X. Videla, P. Toro.*

DETERMINATION OF TRACE LEVEL IMPURITIES IN URANIUM COMPOUNDS BY ICP-AES AFTER ORGANIC EXTRACTION

Fresenius J. Anal. Chem. 1996, 355, 680-683, March 1996

*Sergio María, Silvia Cornejo, C. Jara. y N. Duran.*

### CONGRESOS

DIFFERENT TECHNIQUE OF CHEMICAL ANALYSIS IN THE DETERMINATION OF POLLUTANTS IN RAIN WATER OF EASTER ISLAND.

S. Marín, S. Olave, O. Andonie, O. Arlegui.

22nd International Roland W. Frei Memorial Symposium on Environmental Analytical Chemistry. Dortmund, Alemania, Junio 1992.

DETERMINATION OF ZIRCONIUM, CERIUM, THORIUM AND TITANIUM BY ICP-AES, IN CERAMIC MATERIALS BASED ON ZIRCONIUM OXIDE.

Sergio R. Marín, Silvia G. Cornejo and Lorna Arriagada.

1993 European winter Conference on Plasma Spectrochemistry. Granada, España, Enero 1993.

DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN AEROSOLS SAMPLES COLLECTED ON POLYCARBONATE FILTERS BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY.

S.G. Cornejo, S.R. Marín, S.G. Olave and C. Urrutia

24<sup>th</sup> International Symposium on Environmental Analytical Chemistry. Ottawa, Ontario, Canada, mayo 1994

TRACE LEVEL IMPURITIES DETERMINATION IN URANIUM COMPOUNDS BY ICP-AES, AFTER ORGANIC EXTRACTION

*S. Marín, S.G. Cornejo, N. Durán and C. Jara.*

XXV Colloquium Spectroscopicum International, Leipzig-Alemania, Agosto.1995.

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL ATMOSFÉRICO EN SUSPENSIÓN DE SANTIAGO DE CHILE, PARTE III: ANÁLISIS POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON ATOMIZACIÓN ELECTROTERMICA Y VOLTAMETRÍA DE REDISOLUCIÓN ANÓDICA.

*S. Olave, O. Arlegui, S. Cornejo, S. Marín y J. Villalobos.*

Third Central American and Caribbean Symposium on Analytical, Environmental and Sanitary Chemistry, Universidad de Costa Rica- Costa Rica. Febrero 1995.

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL ATMOSFÉRICO EN SUSPENSIÓN DE SANTIAGO DE CHILE, PARTE IV: DETERMINACIÓN DE ESPECIES IÓNICAS.

*C. Aguila, X. Videla, P. Toro.*

Third Central American and Caribbean Symposium on Analytical, Environmental and Sanitary Chemistry, Universidad de Costa Rica- Costa Rica. Febrero 1995.

#### **PAISES DE LA REGIÓN QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS DE CAPACITACIÓN (continuación)**

- El Sr. Acosta Cabello becario de la Comisión de Energía Atómica de Paraguay realizó un entrenamiento de una semana en determinación de uranio en material geoquímico, experiencias realizada con muestras traídas por el mismo becario (Marzo 1978).
- El Sr. Victor Novoa, becario del Organismo de Energía Atómica de Ecuador, realizó un entrenamiento de un mes, en todos los aspectos relacionados con la gestión de un laboratorio dirigido a apoyar los programas geológicos de uranio (Nov.1980).
- El Sr. Alex Gutierrez becario del Organismo de Energía Atómica de Ecuador realizó un entrenamiento en análisis de elementos pesados en aguas por voltametría, también hizo algunas experiencias en la determinación de uranio por polarografía (Oct. 1996).
- La Sra. Esperanza Pérez del Organismo de Energía Atómica realizó una práctica en espectrometría de absorción atómica, con la finalidad de determinar los elementos liberados después de una digestión selectiva (Abril de 1998).

**IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACIÓN DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS:**

Los servicios entregados a instituciones del país, les ha permitido a estas avanzar en el desarrollo de sus actividades. El apoyo ha estado dirigido principalmente hacia las siguientes labores:

- Control de materias primas y productos finales en los procesos de fabricación de elementos combustibles para reactores.
- Control de los minerales de entrada, de las soluciones, de los precipitados y de los residuos, provenientes de los procesos de investigación sobre recuperación de tierras raras.
- Medir el grado de contaminación que produce en los terrenos agrícolas, la plantas de tratamiento de minerales.
- Determinar la confiabilidad de los resultados entregados por laboratorios que realizan análisis de agua..
- Aplicación del conocimiento adquirido, en la creación de nuevos laboratorios y en la actualización de metodologías de análisis químico en laboratorios ya formados.

**NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON CENTROS DEL PAIS DE LA REGION Y DE FUERA DE LA REGION:**

Las actividades desarrolladas, ha permitido al centro una eficaz relación con otros centros de desarrollo:

- Organismo Mundial de Meteorología. Se participa todos los años en los programas de medición de la calidad de resultados, en la determinación de metales traza, aniones y elementos naturales, presentes en precipitaciones ácidas.
- OIEA. Se ha participado en las rondas de intercomparación organizadas por este organismo.
- IMEP. Se ha estado participando estos últimos años, en las intercomparaciones de los resultados obtenidos en la determinación de elementos metálicos presentes en aguas naturales.
- Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. Se participa en proyecto Fondicyt, apoyando en el análisis de materiales de intercalación de litio.

**CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION:**

En consideración a las actividades comprometidas, las fechas de la capacitación a realizarse deben ser solicitadas con una debida anticipación, considerando los siguientes aspectos:

- 1: Número de participantes
- 2: Areas de especialización
- 3: Nivel de especialización (básico, avanzado, específico)

**Nombre y firma Director:****Fecha: Abril 07 de 2003**

Víctor Hugo Poblete P.

## **12. LABORATORIO DE PRODUCCIÓN DE RADIOISOTOPICOS Y RADIOFARMACOS**

<b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Centro de Estudios Nucleares "LaReina" Comisión Chilena de Energía Nuclear. Av. Nueva de Bilbao 12501. Las Condes
<b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Rosemarie Schrader F.
<b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Producción de Radioisotopos: 99mTc, 131-I, 153-Sm, 64-Cu, 32-P, 86-Rb, 192Ir, 18F</li><li>- Producción de Juegos de Reactivos: MDP, DMSA, DISIDA, FITATO, DTPA, Glóbulos Rojos In Vivo, Glóbulos Rojos In Vitro</li><li>- Moléculas Marcadas: 131-I-MIBG, 153-Sm-EDTMP, 18F-FDG, 99mTc-DMSA, 99mTc-DTPA.</li></ul>
<b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b> <p>a) <b>INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Reactor de Investigación de 5MW</li><li>-Ciclotrón 18/9 MeV</li><li>-Laboratorio de Producción de Radioisotopos, con 8 celdas de producción</li><li>-Laboratorio para la Producción de Juegos de Reactivos. Equipado con Liofilizador FTS Systems</li><li>-Laboratorio para síntesis Orgánica</li><li>-Laboratorio de Control de Calidad</li><li>-Bioterio</li></ul> <p>Equipos: Liofilizador FST Systems HPLC Watwrs 600E, equipado con detector UV y Radiactivo Contador Gamma Minaxi Campanas de Flujo Laminar Criomicrotomo Polycut</p> <p>b) <b>PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b></p> <p>14 personas componen la Unidad de Producción de Radioisotopos Y Radiofarmacos: 1 Dr. en Radioquímica 3 Licenciados en Química 4 Técnicos Químicos 6 Administrativo y auxiliares</p> <p>El personal de esta unidad tiene una basta experiencia en la Producción de Radioisotopos, Radiofarmacos y Moléculas Marcadas. Además experiencia en el desarrollo de proyectos de investigación</p>
<b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b>
<b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b> Se realiza un curso de capacitación en aspectos básicos respecto del manejo de radioisotopos y radiofarmacos para Médicos que optan a la especialización como Médicos Nucleares. Se abastece de Radioisotopos, Radiofarmacos y Moléculas marcadas a Hospitales y Clínicas.
<b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Dos Médicos Nucleares de Bolivia, se abastecen esporádicamente con nuestro I-131. No se ha solicitado capacitación en este Centro
<b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b>

Se ha irradiado muestras de 153-Sm, para IPEN Brasil, en periodos de mantención.
<b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b>
<b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b>
<b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b>
<b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION.</b> Sólo se debe coordinar las disponibilidades de ambas partes
Nombre y firma Director Nelson Godoy Sánchez Jefe, Unidad de Producción de Radioisotopos y Radiofarmacos Fecha: 11 de Abril de 2003.



### **13. LABORATORIO DE TÉCNICAS NUCLEARES EN AGRICULTURA**

<b>DATOS DEL CENTRO</b> (Comisión Chilena de Energía Nuclear. Casilla 188-D. Centro Nuclear La Reina. Avenida Nueva Bilbao 12501. La Reina, Santiago de Chile. Chile)
<b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Inés Pino N.
<b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> Análisis de <sup>15</sup> N por Espectrometría de Emisión (EE), N total por Kjeldahl, en Suelos, Vegetales y Agua. Control de Calidad en análisis de <sup>15</sup> N y N total. Uso de Espectrómetro de Emisión (EE), Contador de Centelleo y FIA. Preparación de muestras para <sup>12</sup> C/ <sup>13</sup> C. Análisis de <sup>32</sup> P en suelos y vegetales. Cinética de intercambio con <sup>32</sup> P. Técnica de MIT (Mineralization-Inmovilization-Turnover). Determinación de biomasa C y N, Carbono Orgánico, Calidad de Materia Orgánica y Fraccionamiento. Laboratorio Acreditado en Técnicas Convencionales en Suelos y Vegetales. Capacitación en todas las áreas mencionadas.
<b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b>  a) <b>INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b> 1.- Instalaciones: 1 Lab. para N total. 2 Lab. para EE. 1 Lab. para isótopos radiactivos. 1 invernadero. 1 sala de preparación de muestras. 2.- Equipamiento: 2 Espectrómetros de emisión, 1 Analizador de flujo (FIA), 2 sondas de neutrones, Diviner, Contador de Centelleo Líquido, Espectrómetro UV VIS., molinos, incubadora, muflas, estufa de secado, digestores, destiladores, balanzas, centrifugas, estufas de aire controlado para muestras vegetales y de suelo, agitadores, otros equipos convencionales.  b) <b>PERSONAL</b> (cantidad, calificación, etc.) 5 profesionales, 1 Auxiliar de Lab: 1 Ingeniero Agrónomo MSc, 1 Ingeniero Agrónomo, 3 Químicos Laboratoristas, 1 Auxiliar de Laboratorio.
<b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDO</b> Se cuenta con profesionales capacitados en todas las áreas. Garantía de calidad de análisis de <sup>15</sup> N y N total otorgada por el OIEA. Acreditación Nacional por la Comisión de Normalización y Acreditación (CNA) en análisis convencionales en suelos y vegetales. El apoyo del OIEA ha permitido la capacitación de todos los profesionales, estando al tanto de todas las nuevas metodologías con uso de isótopos radiactivos y estables, situación que ha sido reconocida por los expertos que han evaluado las actividades, infraestructura y equipamiento.
<b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b> Todos los señalados anteriormente. Nº de muestras de suelos ingresadas en el último año: 767 Nº de muestras de vegetales ingresadas el último año: 437 Instituciones: INIA, PUC, UDEC, UACH.
<b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> 9 países. Beneficio mutuo en intercambio de Técnicas analíticas e isotópicas, mantenimiento de equipos y relaciones interpersonales. Capacitación a profesionales.
<b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Ningún otro país.

<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDO</b> Solicitudes de Capacitación en Cursos, Becas de Entrenamiento y Visitas Científicas a profesionales de la Región.</p>
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b> Se ha capacitado a diversos profesionales entregando toda la experiencia necesaria para que se desenvuelvan bien en sus propios países.</p>
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b> Óptimas relaciones y permanentes tanto con Centros de la Región como con Centros fuera de la Región.</p>
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b> Solicitud con al menos un mes de anticipación.</p>
<p>Nombre y firma Director Inés Pino N. Fecha 04/04/2003</p>

## 25. INSTITUTO DE NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile. Av. Macul 5540, Santiago, Chile. Tel. 562-6781410, Tel/fax 562-2931268</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Dr. Fernando Vio del Río</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> Aplicación de Técnicas Isotópicas en Nutrición y Salud: Uso de deuterio en la evaluación de composición corporal y determinación de volumen de leche materna. Determinación del gasto energético mediante agua doblemente marcada, Uso de marcadores isotópicos del metabolismo de carbohidratos y grasas, Determinación de Helicobacter pylori mediante <sup>13</sup>C-urea y otras mediciones clínicas.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b></p> <p><b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b> Espectrómetros de masas para isótopos livianos (C, O, N) de flujo continuo. Europa Scientific (Crewe Cheshire, UK) Modelos Hydra y Tracermass. Este último cuenta con sistema de combustión para muestras orgánicas (alimentos).</p> <p><b>b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b> Dos científicos con formación de postgrado en el tema. <u>Gabriela Salazar</u>, de profesión Físico, M.Phil en la Universidad de Londres, Actualmente cursando Ph.D en la misma Universidad. <u>Erik Díaz</u>, de profesión Nutricionista, M.Sc, Ph.D en Metabolismo Energético en la Universidad de Cambridge, Inglaterra. Ambos con amplia experiencia en el uso de Isótopos Estables en Nutrición y Salud.</p> <p>La experiencia de estos profesionales en el tema está avalada por sus investigaciones y publicaciones en estos temas.</p> <p>Se cuenta además con Loreta Vasquez, de profesión Químico, Ph.D. en la Universidad de Santiago de Chile, Alerina Anziani, Tecnólogo Médico con especialización en Laboratorio Clínico y Técnicos de Laboratorio. Dos Nutricionistas; Jose Galgani (cursando su PhD en Nutrición y Alimentos en la Universidad de Chile), Carolina Aguirre, Pilar Rodriguez, Rocio Bertlanga y Marcia Velasquez. Otros recursos adicionales estan dados por profesionales que realizan sus tesis tanto de Magister como de Doctorado en nuestros Laboratorios.</p>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>El Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables del INTA fue creado en 1998 con el apoyo de IAEA mediante el proyecto de Cooperación Técnica CHI 7/07. Desde ese momento se han establecido redes de colaboración con instituciones dentro y fuera del país. Dentro de Chile se ha colaborado con otras Facultades de la Universidad de Chile (Facultad de Agronomía en el análisis del contenido de <sup>13</sup>C en muestras de trigo), Universidad Católica de Chile, entre otros. A nivel Regional, el Laboratorio le ha prestado asesorías de experto a México (1), Cuba (4), Bolivia (1), Argentina(1) y Perú.</p> <p>Se han realizado capacitaciones a través de IAEA a profesionales de Cuba (4), y México (1).</p> <p>Los beneficios obtenidos se ven reflejados en la formación de una red latinoamericana de instituciones relacionadas con la nutrición y aplicaciones isotópicas. Como resultado se han gestado proyectos Regionales, integración y cooperación mutua, colaboración en el análisis isotópico de muestras.</p>

<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b></p> <p>Se han prestado servicios a Universidades; Católica de Chile, Universidad de Chile Facultades de Medicina y Agronomía. Estos servicios consisten en la capacitación de profesionales en el empleo de isótopos estables en la determinación de composición corporal y gasto energético, colaboración docencia de pre y postgrado y análisis de muestras biológicas. También se han realizado determinaciones de abundancia natural de <sup>13</sup>C en muestras de trigo cultivados bajo diversas condiciones naturales para la Facultad de Agronomía, detección de H. pylori, tránsito intestinal mediante triglicéridos mixtos, función pancreática mediante ac. octanoico marcado con <sup>13</sup>C. Actualmente se está participando además en un estudio de adecuación de las necesidades proteicas en niños sometidos a diálisis peritoneal empleando leucina marcada con <sup>13</sup>C.</p>
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>A nivel Regional, el Laboratorio le ha prestado asesorías de experto a México (1), Cuba (4), Bolivia (1), Argentina(1) y Perú.</p> <p>Se han realizado capacitaciones a través de IAEA a profesionales de Cuba (4), y México (1).</p> <p>Los beneficios obtenidos se ven reflejados en la formación de una red latinoamericana de instituciones relacionadas con la nutrición y aplicaciones isotópicas. Como resultado se han gestado proyectos Regionales, integración y cooperación mutua, colaboración en el análisis isotópico de muestras. Nuestro Laboratorio se ha visto beneficiado en cuanto a la ampliación de sus aplicaciones y al fortalecimiento de las capacidades analíticas.</p>
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>Se han prestado servicios analíticos para Proyectos desarrollados en Benin y Senegal mediante contratos de servicios a través de IAEA.</p>
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p><i>Se han realizado capacitaciones a través de IAEA a profesionales de Cuba (4), y México (1).</i></p>
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>El principal impacto ha sido que al poner las metodologías isotópicas al servicio de nuestros países, se ha logrado implementar modificaciones en Programas Nacionales de Alimentación y Nutrición. Los beneficios por ello se ven reflejados en la formación de una red latinoamericana de instituciones relacionadas con la nutrición y aplicaciones isotópicas.</p>
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b></p> <p>Las relaciones entre este Centro y los países de la Región se hacen a través de una vinculación académica pero en la práctica las relaciones se han dado fundamentalmente por el establecimiento de una red latinoamericana de investigadores vinculados a través de intereses de investigación y cooperación comunes. Esta iniciativa tuvo su nacimiento en el primer curso de Capacitación que realizó la IAEA para profesionales de la Región desarrollado en Perú en el año 1997. Del mismo modo hemos participado como docentes en Cursos similares para la Región como el recientemente desarrollado en México, Cuernavaca, Agosto 2002</p>

# **COSTA RICA**

- 14. CENTRO DE DIAGNÓSTICO EN ENFERMEDADES INFECCIOSAS**

## **14. CENTRO DE DIAGNÓSTICO EN ENFERMEDADES INFECCIOSAS**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa):</b> <b>PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN ENFERMEDADES TROPICALES</b> Escuela de Medicina Veterinaria , Universidad Nacional, Apartado Postal 304-3000, Heredia COSTA RICA Fax: 506/2381298, Teléfono:506/2380761, E-mail: emoreno@.ns.medvet.una.ac.cr.</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO:</b> Edgardo Moreno Ph. D.</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS:</b></p> <p><b>. Capacitación:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.- Brucelosis: diagnóstico, epidemiología, control y erradicación. Investigación</li><li>2.- Diagnóstico serológico de enfermedades virales</li><li>3.- Diagnóstico por PCR de enfermedades virales y bacterianas.</li><li>4.- Aislamiento y caracterización de bacterias aisladas de casos clínicos.</li><li>5.- Bacteriología Veterinaria.</li><li>6.- Cultivo de tejidos.</li><li>7.- Control de biológicos.</li><li>8.- Producción de anticuerpos (policlonales y monoclonales).</li></ol> <p><b>Diagnóstico:</b> Rutinariamente enfermedades infecciosas de bovinos, aviaries, suinos, caprinos y humanos. Por ensayo: inmunológico, cultivo de tejidos, PCR, cultivo bacteriano.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.- Enfermedades virales de animales: 36 de rutina, además de enfermedades exóticas.</li><li>2.- Enfermedades bacterianas: 74 de rutina, además de enfermedades exóticas</li><li>3.- Enfermedades por Hongos: 17</li><li>4.- Leishmaniasis y Tripanosomiasis.</li></ol> <p><b>Cursos libres:</b> En las especialidades correspondientes.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:</b></p> <p><b>A). <u>INSTALACIONE/EQUIPAMIENTO</u></b></p> <p>Laboratorios: Inmunología, Virología, Bacteriología, Micología, Parasitología, Microscopía, Ultracentrifugación, Bioquímica de proteínas y ácidos nucleicos, PCR, cuarto de lavado, cuarto de fotografía y bioterio. Todos los laboratorios están equipados apropiadamente para desarrollar diagnóstico e investigación:</p>

**B) PERSONAL 9CANTIDAD, CALIFICACION):**

Nombre	Título Académico	Categoría
1. Magaly Caballero C.	M.Sc.	Investigador
2. Marco V. Herrero A.	Ph.D	Investigador
3. Carlos Jiménez S.	Ph.D	Investigador
4. Edgardo Moreno	Ph.D	Investigador (Director)
5. Julio C. Rojas O.	Dr. P.H	Investigador
7. Jorge Villalobos S.	M.Sc.	Investigador
9. Rodrigo Zeledón A	Sc.D.	Investigador
10. Caterina Guzmán	Ph.D.	Investigador
11. Esteban Chávez	Ph.D.	Investigador
12. Giovanna Hernández G.	Lic. Biología	Instructor
13. Ana Jiménez R.	MSc.	Instructor
14. Andrea Urbina V	M.Q.C.	Profesor II
15. Flor Vargas	Lic. Biología	Instructor
16. Rocío Cortés	Diplomado	Técnico de laboratorio.
17. Daphne Garita	Diplomado	Técnico de laboratorio.
18. Javier González	Bachiller	Técnico de laboratorio.
19. Heriberto Gutiérrez	Bachiller	Técnico de laboratorio.
20. Giovanna Hernández	Bachiller	Técnico de laboratorio.
21. Pedro Morales	Bachiller	Técnico de laboratorio.
22. Rodolfo Pereira	Bachiller	Técnico de laboratorio.
23. Rodolfo E. Porras	Bachiller	Técnico de laboratorio.
24. Jorge Prendas	Bachiller	Técnico de laboratorio.
25. Mayra Bolaños	Bachiller. Secr. Administra.	Secretaría III
26. Header sStrump	M.B.A.	Asistente de Proyecto (KIRT)
27. Adrián Zamora A	-	Chofer II
28. Secretaria de Zoonosis *	-	Secretaria

**EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

El PIET es conocido en el ámbito Nacional principalmente por sus labores de extensión y docencia, así como por sus servicios de diagnóstico, asesoría e investigación contratada que repercuten principalmente en beneficio de los sectores productivos de nuestro país. El aislamiento e identificación de más de 174 patógenos animales durante 12 años, el diagnóstico y vigilancia permanente de enfermedades transmisibles reconocidas y enfermedades emergentes de animales y zoonóticas en colaboración con instituciones públicas y privadas, así como el desarrollo de técnicas de vanguardia que ha servido como punto de referencia para muchos laboratorios del país, son tan sólo unos pocos ejemplos por los que el PIET ha logrado una excelente posición. A nivel regional el PIET es reconocido principalmente por la calidad de los servicios de adiestramiento, su participación en el posgrado, la asesoría que presta a la comunidad y los cursos regionales en los que participa. Así por ejemplo, el PIET ha ofrecido durante los doce años de su existencia 11 cursos regionales, ha graduado en sus laboratorios a más de 22 estudiantes de posgrado de la región, ha participado en múltiples eventos científicos conjuntamente con nuestros hermanos centroamericanos y caribeños y es rector del Programa de Posgrado en Ciencias Biomédicas Centro América/Karolinska (KIRT) que ha graduado cerca de 40 estudiantes a nivel de Maestría y 15 a nivel de Doctorado. En el ámbito internacional el PIET es reconocido principalmente por los entrenamientos y capacitaciones que ofrece y por su producción científica la que se ilustra claramente en la calidad de las revistas en las que sus investigadores publican, y las invitaciones que reciben sus miembros para asistir como conferencistas a congresos de prestigio internacional. Los laboratorios del PIET participan como centros de referencia para el diagnóstico y taxonomía de parásitos tropicales así como de importantes zoonosis. Todo lo anterior ha dado lugar para que varios de sus miembros hayan sido galardonados con premios nacionales, internacionales y sean o hayan sido integrantes de ministerios, academias y asociaciones científicas de prestigio.

**SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAIS:**

- 1.- Diagnóstico de enfermedades infecciosas (principalmente virus, bacterias y hongos).
- 2.- Entrenamiento a oficiales de los Ministerios de Agricultura y Ganadería y de Salud.
- 3.- Cursos académicos de grado y posgrado y libres dentro de las universidades.
- 4.- Servicio a los productores lecheros, de carne, avícola y vida silvestre.
- 5.- Censo de patógenos animales al INBIO y ministerios
- 6.- Investigación contratada y asesorías sobre el control de enfermedades infecciosas.
- 7.- Organización de Congresos.

**PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

- 1.- Todos los países centroamericanos, incluyendo Panamá.
- 2.- México, Colombia, Perú, Ecuador, Paraguay, Uruguay, Venezuela y Cuba.

Los beneficios obtenidos por parte de ellos es la capacitación de su personal en diferentes áreas de las enfermedades infecciosas de animales. El beneficio para nosotros ha sido el intercambio académico con países amigos, el privilegio de servir y sobre todo el establecimiento de vínculos de colaboración.

**OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:**

Investigadores y técnicos de U.S.A., Canadá, Alemania y Holanda. Ellos han obtenido capacitación de su personal en diferentes áreas de las enfermedades infecciosas. El beneficio para nosotros ha sido el intercambio académico con países amigos, el privilegio de servir y sobre todo el establecimiento de vínculos de colaboración.

**UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:**

El Programa de Investigación en Enfermedades Tropicales (PIET), ha colaborado con la OIEA en la capacitación de un gran número de profesionales de la región, los que fueron becados por esta institución internacional. Además hemos participado en varios importantes proyectos de cooperación técnica y de investigación, así como en la elaboración de varias publicaciones. También hemos asistido y participado en cursos internacionales, Simposios y Seminarios organizados por la OIEA.

**IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS DE CAPACITACION OFRECIDOS:**

El impacto ha sido favorable, especialmente en el establecimiento de colaboraciones conjuntas en las que se ha determinado la utilización de un KIT regional para el diagnóstico de la brucelosis (ejem: Gall, D. A. Colling, O. Mariño, E. Moreno, K. Nielsen, B. Pérez, and L. Samartino. 1998, Enzyme Immunoassays for the serological diagnosis of bovine brucellosis. Trial in Latin America. Clin. Diag. Lab. Immunol. 5: 654-661). Hemos colaborado en la estandarización de varias pruebas de diagnóstico utilizadas por la OIEA (ejem: leucosis vírica bovina, estomatitis vesicular, babesia, entre otros).

**NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON CENTROS DEL PAIS DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION:**

El PIET participa en proyectos conjuntos con los centros de investigación más prestigiosos del país, como lo son el Instituto Clodomiro Picado, El centro de Investigación en Biología Celular y Molecular, La Unidad de Microscopía Electrónica, La Escuela de Medicina Veterinaria y La Facultad de Microbiología. Así mismo colabora ampliamente con la sección de Salud Animal del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, así como con los laboratorios del Ministerio de Saludo, como el INCIENSA.

El PIET se relaciona con prácticamente todos los laboratorios regionales y de diagnóstico en enfermedades infecciosas de Centro América. Tiene excelentes relaciones de colaboración con el laboratorio de Palo Alto en México, y la Facultad de Veterinaria de la UNAM, México. Además tiene excelentes relaciones con el Centro de Diagnóstico en brucelosis del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Colombia, Chile y Argentina. Finalmente, participa en proyectos de investigación con el Instituto Karolinska en Suecia, el CIML en Marsella-Luminy, Francia, LA Universidad de Navarra en Pamplona, España y con el Instituto Politécnico de Virginia y la Universidad de Berkely en los Estados Unidos.

**CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION:**

- 1.- Solicitud formal por parte del interesado, indicando el tipo de colaboración que se desea.



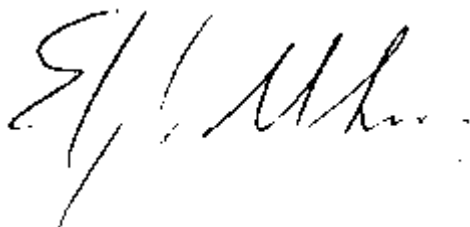
- 2.- Establecimiento de un contrato o de una carta de entendimiento dependiendo de las circunstancias y de acuerdo a los intereses de ambas partes.
- 3.- En el caso de diagnóstico, investigación contratada, capacitación o entrenamiento, se establece una tarifa, de acuerdo a los intereses de ambas partes, tiempo y tipo de entrenamiento.
- 4.- En caso de asesorías, estas se deben establecer de acuerdo al reglamento interno de la institución, y remuneradas de acuerdo con las partes interesadas.
- 5.- En caso de publicaciones debe indicarse claramente la relación laboral de los participantes del PIET.

**AVAL CON QUE CUENTA LA INSTITUCION (Acreditación, certificación, miembros de sociedades u organizaciones en al temática ofrecida)**

El PIET es una institución enmarcada dentro de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, por lo que cuenta con los privilegios que le otorga pertenecer a una institución Pública sin fines de lucro, dedicada al servicio y a la enseñanza. Todos los miembros del PIET pertenecen a Colegios profesionales y son miembros de diferentes academias, incluyendo la de Ciencias de Costa Rica así como de Asociaciones internacionales como la AMS. Actualmente esta participando en los procesos de acreditación del país. Tiene un contrato de colaboración con el Ministerio de Agricultura y Ganadería, específicamente con el Programa de Salud Animal, así como con la Agencia Sueca para el Desarrollo para promover la educación y la ciencia en biomedicina en Centro América. El PIET es un centro de referencia en la taxonomía de flebotomos y en el censo de la biodiversidad de agentes microbianos infecciosos del país.

Jefe de la Institución

Fecha



Edgardo Moreno  
Director, PIET

27/03/2003

# CUBA

15. **CENTRO DE REPARACIÓN, MANTENIMIENTO E  
INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR**
16. **CENTRO REGIONAL PARA LA CALIBRACIÓN ELÉCTRICA Y  
LA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS  
DOSIMÉTRICOS UTILIZADOS EN RADIOTERAPIA**
32. **CENTRO DE PROTECCIÓN E HIGIENE DE LAS RADIACIONES**

## **15. CENTRO DE REPARACIÓN, MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR**

## **16. CENTRO REGIONAL PARA LA CALIBRACIÓN ELÉCTRICA Y LA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DOSIMÉTRICOS UTILIZADOS EN RADIOTERAPIA**

### **DATOS DEL CENTRO:**

Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN)

*Calle 30 # 502 esquina 5ta. Ave. Miramar. Playa. Ciudad de la Habana. Cuba*

Teléfono: 53 7 2021518 Fax: 53 7 2041188 Email: [olemus@ceaden.edu.cu](mailto:olemus@ceaden.edu.cu)

### **DIRECTOR DEL CENTRO:**

Prof. Juan G. Darías

### **SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS:**

1. Reparación de equipos de protección radiológica: dosímetros, monitores, alarmas, intensímetros, electrómetros, medidores de actividad y otros
2. Reparación, mantenimiento e instalación de equipos nucleares de uso industrial: medidores de nivel, humedad, densidad.
3. Reparación e instalación de sistemas espectrométricos alfa, gamma, rayos X y de equipos nucleares de uso en las investigaciones.
4. Reparación de detectores semiconductores de Germanio y Silicio.
5. Reparación y mantenimiento de equipos de defectoscopia de rayos X de uso industrial.
6. Reparación de equipos para ensayos no destructivos por ultrasonido.
7. Reparación y calibración electrónica de equipos dosimétricos para radioterapia: electrómetros, cámaras de ionización, fantomas, calibradores de dosis.
8. Reparación e instalación de equipos nucleares de uso médico: captadores de yodo, Renógrafos, Equipos de rayos X diagnóstico: Convencionales, Dentales, Mamografía.
9. Control de Calidad electrónico a equipos de rayos X diagnóstico con patrones secundarios certificados: Medidor de KVp, mAs, Forma de Ondas, Timers.
10. Reparación y mantenimiento de equipos de fisioterapia láser, y equipamiento médico general que usa aplicaciones del láser.
11. Desarrollo de software y sistemas de adquisición de datos , así como automatización de instrumentos mediante interfaces.

### **INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:**

#### **A. INSTALACIONES/ EQUIPAMIENTO:**

Las instalaciones del Departamento de Servicios Técnicos de CEADEN cuentan con un área de 60 metros cuadrados equipada con 10 puestos de trabajo electrónicos para el laboratorio de reparaciones, un área para la reparación de cabezales de rayos X enfriados con aceite de 10 metros cuadrados y un laboratorio de detectores semiconductores con un área de zona limpia de 16 metros cuadrados, un área de vacío y criogenia de 20 metros cuadrados y un área de medición de 20 metros cuadrados. Este laboratorio está equipado con dos sistemas para tratamiento de superficie y deposición de capas finas al vacío, una instalación para alto vacío, un flujo laminar y campana química para el trabajo con las obleas y equipamiento electrónico y de espectrometría para la medición de las características de los detectores.

Se dispone además de equipamiento electrónico de medición: osciloscopios, multímetros digitales, generadores de pulsos y señales, fuentes regulables de CD, un electrómetro programable y una fuente calibrada de corriente, así como de herramientas y útiles para el trabajo electrónico.

Adicionalmente se poseen equipos destinados a control de calidad de instrumentos nucleares tales como, Medidor de KVp, patrón divisor de voltaje, capacitor patrón, cámara de pinhole, Sistema automatizado de adquisición de datos para control de calidad de espectrómetros.

**B. PERSONAL:**

<b>Especialidad y calificación</b>	<b>Años de experiencia promedio</b>	<b>Cantidad</b>
MSc. Ing. Electrónica Nuclear	15 años	3
MSc. Física Nuclear	15 años	2
Ing. Físico, especialista en Instrumentación Nuclear	11 años	2
Técnico Medio, Electrónica Nuclear	15 años	2

**EXPERIENCIA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS OBTENIDOS:**

Desde hace más de 11 años en el CEADEN se ofrecen servicios de reparación y mantenimiento a la instrumentación nuclear, siendo este el único laboratorio de su tipo en el país que brinda integralmente estos servicios.

Se ha alcanzado un alto nivel en los servicios a equipos de protección radiológica, realizando de conjunto con el laboratorio de calibración dosimétrica secundaria del CPHR la verificación de los mismos y brindando a los clientes el servicio completo. La reparación y mantenimiento de los equipos de diagnóstico en medicina nuclear: captadores de yodo, renógrafos, contadores RIA y LSC también se realiza con rigurosidad y con un sistema establecido de control de calidad de la reparación. Existe una gran experiencia en la reparación e instalación de sistemas espectrométricos completos y de los módulos que lo integran, así como de otros equipos nucleares de uso en las investigaciones. A partir de 1994 se registró una tendencia creciente en el servicio a equipos nucleares de uso industrial: medidores de densidad y humedad fundamentalmente y una gran demanda de servicios a equipos de defectoscopia de rayos X y ultrasonido para NDT.

El promedio anual de reparaciones y servicios que realiza esta área en los últimos años se muestra en la tabla a continuación.

<b>Años</b>	1999	2000	2001	2002
Cantidad de Servicios	81	118	159	157
Equipos Reparados	55	83	92	100
Equipos Calibrados	16	15	8	15
Clientes	37	53	82	88

Durante los últimos tres años se han reparado un total de 15 detectores semiconductores de SiLi y HPGe, realizando reparación completa hasta el nivel de la oblea a 6 de ellos con excelentes resultados.

El departamento de Servicios Técnicos tiene implantado desde 1993 un sistema de aseguramiento de la calidad por la norma ISO 9000, que está conformado por un Manual de Calidad, 19 procedimientos específicos, 8 instrucciones de inspección final y 27 registros. Esta documentación y su implantación en el trabajo del departamento garantizan la trazabilidad, confiabilidad y un servicio de excelencia a esta instrumentación.

A partir de la incorporación de nuevas líneas de servicios y de control de calidad a diferentes instrumentos, durante los años 2000-2002 se amplió el sistema de calidad con 6 nuevas instrucciones de inspección final.

Este departamento se autofinancia con los ingresos que recibe de la prestación de servicios a entidades nacionales y del exterior.

**SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAIS:**

Los principales clientes del servicio de reparación, mantenimiento e instalación de instrumentación nuclear son:

<p>Ministerio de Salud Pública: Hospital Clínico-Quirúrgico Miguel Enrríquez  HQC Hermanos Ameijeiras  HQC Joaquín Albarran  Hospital Militar Carlos J. Finlay  Instituto de Oncología y Radiología  Instituto de Endocrinología  Instituto de Salud de los trabajadores</p> <p>Ministerio de la Industria Básica: Termoeléctricas del Este, Guiteras, Mariel  Empresa de perforación y extracción de petróleo  Empresa de Mantenimiento a Centrales Eléctricas  Empresa de Mantenimiento de Oleoductos  Astilleros CDM , Astimar y Asticar</p> <p>Ministerio de la Industria Azucarera: ICINAZ  Unión Empresas Mecánicas</p> <p>Ministerio Industria Sidero-mecánica: Centro Investigaciones Metalúrgicas  Empresa Equipos Industriales Quintín Bandera  Antillana de Acero  Planta Mecánica de Villa Clara</p> <p>Institutos Docentes y de Investigación: Instituto “Finlay”  Instituto Medicina Tropical IPK  ISCTN  Centro Restauración Neurológica  ISPJAE  CNIC  Instituto Investigaciones Marinas  Facultad Biología UH  CPHR</p>
<p><b>SERVICIOS A LOS PAISES DE LA REGION Y BENEFICIOS OBTENIDOS:</b>  República Dominicana: Reparación de dos detectores semiconductores.  Paraguay: Reparación de un detector semiconductor, 1 servicio de experto en reparación de detectores, 1 servicio de experto en puesta en marcha de equipo de RMN, entrenamiento de un especialista en electrónica nuclear.  Bolivia: Reparación de máquina de ensayos destructivos.  Costa Rica: Reparación de dosímetro portátil.  Ecuador: Reparación de dos detectores semiconductores.  México: Entrenamiento de un especialista en reparación de detectores semiconductores.  Nicaragua: Entrenamiento de un especialista en reparación de cámaras de Ionización y electrómetros.</p> <p>Colombia: Reparación de un detector semiconductor de SiLi  Reparación de un equipo de Rayos X PANTAK  Reparación de un equipo de Rayos X Philips</p> <p>Venezuela: Defectación de equipo de rayos X Philips</p>
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS OFRECIDOS:</b>  A solicitud del OIEA se han realizado las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reparación de un detector semiconductor de Paraguay.</li> <li>2. Reparación de un detector semiconductor de República Dominicana.</li> <li>3. Participación de un experto en el Centro Regional de capacitación en detectores y electrónica analógica de México por un mes.</li> <li>4. Servicios de un experto en detectores para evaluación de fallas y capacitación en Paraguay.</li> <li>5. Entrenamiento de un especialista en instrumentación nuclear de Paraguay en la temática de detectores y su electrónica asociada.</li> </ol>

6. Participación de un experto en preparación de un TECDOC para la capacitación nacional en reparación, mantenimiento y calibración de equipos nucleares de uso industrial.
  7. Servicio de experto para puesta en marcha de equipo de resonancia magnética nuclear en Paraguay.
  8. Servicio de experto para puesta en marcha de espectrómetros de FRX en Paraguay.
  9. Servicio de experto para evaluación técnica y utilización perspectiva de los laboratorios de la Unidad Nuclear de Ingeominas en Colombia.
  10. Servicio de experto para asesoría en la realización de curso nacional de Instrumentación Nuclear en Panamá.
  11. Servicio de experto para reparación de equipo de rayos X y capacitación nacional en esta temática en Ecuador.
  12. Participación de experto para elaboración de TECDOC sobre Reparación y Mantenimiento de Equipos LSC, RIA y Rayos X en República Dominicana.
  13. Servicio de experto para entrenamiento en Mantenimiento con control de calidad en equipos de rayos X en Venezuela.
  14. Servicio de experto para entrenamiento en Mantenimiento de instrumentos nucleares en Nicaragua.
  15. Servicio de intercomparación de las fuentes de corriente ARCAL 01.
  16. Reparación de equipos de Rayos X en Colombia y Venezuela.
  17. Servicio de experto para evaluación de procedimientos de calibración electrónica de electrómetros y fuentes de corriente en México.
  18. Realización de curso regional en aplicaciones de DSP y LabView.
  19. Servicio de experto para evaluación del funcionamiento de los centros regionales.
- Participación en un proyecto interregional y un CRP sobre Educación a Distancia en reparación y mantenimiento de lectores TLD y equipos RIA, respectivamente.

**IMPACTO DE LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS OFRECIDOS:**

Este servicio ha permitido mantener la institución a un nivel destacado en el país y la región por la capacidad técnica instalada y el alto nivel científico-técnico de sus integrantes: 4 de ellos son expertos del OIEA en la rama de instrumentación nuclear, 2 están preparando sus tesis de doctor en ciencias y los demás mantienen un elevado nivel de actualización en su especialidad.

Los ingresos de estos servicios representan el 25% del total de ingresos en divisas de toda la institución, por concepto de servicios científico-técnicos.

Estos servicios recibieron la certificación de su sistema de calidad por la Oficina Nacional de Normalización, según la norma ISO 9002:1995 por dos años más, hasta diciembre del 2003.

**NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON CENTROS DEL PAIS Y LA REGION:**

El CEADEN mantiene una estrecha colaboración científica con diferentes centros del país y la región en la rama de instrumentación nuclear, además de brindar servicios de reparación y mantenimiento de la misma a estas entidades.

En el país tenemos una estrecha relación con el resto de los centros que pertenecen a la Agencia de Energía Nuclear: Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, Instituto Superior de Ciencias y Tecnologías Nucleares, Centro de Isótopos, Centro de Información de la Energía Nuclear. Además es muy estrecha nuestra colaboración con el Instituto Nacional de Oncología y Radiología y con el Centro Nacional de Electromedicina del MINSAP.

Con los países de la región podemos considerar como los más significativos, los convenios de colaboración existentes con el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares ININ de México, el convenio con el IPEN de Sao Paulo, Brasil y el convenio de colaboración con la Universidad Mayor de San Andrés en Bolivia.

Adicionalmente, en el área de instrumentación nuclear, se tienen convenios de colaboración científica con la Universidad de Turín, Italia y con la Universidad de Amberes (MiTAC), Bélgica, así como participamos en un proyecto del Programa ALFA II para el desarrollo de un detector de silicio para conteo de fotones a ser usado en radiografía digital de doble energía en el rango de 18-40 KeV.

Existe una gran interacción con los centros regionales de capacitación creados por los proyectos ARCAL

II, ARCAL XIX , ARCAL XXXIV , XXXV y, actualmente, ARCAL LIII, así como con los especialistas y coordinadores nacionales de estos proyectos.

**CONDICIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION:**

El CEADEN y su departamento de Servicios Técnicos tienen las condiciones necesarias para que los países de la región puedan recibir sus servicios, tanto en cuanto a capacidades de reparación de instrumentación nuclear, como a posibilidades de capacitar personal y brindar servicios de expertos.

Se pueden poner a disposición de la región dos puestos de trabajo electrónicos para capacitación, de hecho en estas instalaciones se equiparán y comenzarán a funcionar a partir de 1999 dos centros regionales de ARCAL, uno en reparación de equipamiento dosimétrico para radioterapia y otro de software.

Durante el período 1999-2002, por intermedio de ARCAL, 6 especialistas de esta área participaron en misiones de experto en Panamá, Colombia, Ecuador, República Dominicana, Paraguay, Venezuela, Perú, Nicaragua y México.

Dentro de los marcos de la Agencia Nuclear están creadas todas las facilidades para ofrecer nuestros servicios de reparación y calibración de instrumentos nucleares a la región, al existir una empresa importadora y exportadora (ISOCOMER) para el aseguramiento logístico de esta actividad de servicios. Esta misma empresa es la encargada de la adquisición de las piezas de repuesto necesarias para un servicio rápido, y de elevada calidad a la instrumentación nuclear. El equipamiento dosimétrico que se repare recibirá también un servicio completo de calibración dosimétrica en las instalaciones del Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica del CPHR.

**AVAL CON QUE CUENTA LA INSTITUCION:**

Se adjunta una copia de la nueva Certificación ISO 9002:1995 del departamento de Servicios Técnicos, así como de la resolución que avala la certificación y su alcance.

Prof. Juan G. Darias

Fecha: 31 de Marzo de 2003

Director CEADEN Nota: Las partes resaltadas corresponden a los datos actualizados desde 1999-2002.

## **32. CENTRO DE PROTECCIÓN E HIGIENE DE LAS RADIACIONES**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones- CPHR Calle 20, No. 4109, e/ 18ª y 47, Playa, C. Habana, Cuba, AP 6195 E-Mail: cphr @edu.cu Teléfono: (537) 57-9571, (537) 531803, (537) 531743 Fax: (537) 57-9573, (537) 2030165, (537) 2041188</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Dr. Miguel Prendes Alonso E-Mail: Prendes@cphr.edu.cu</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b></p> <p>El Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones(CPHR) fue creado en 1985 con el objetivo de desarrollar en el país las bases científico - técnica en materia de la protección y la seguridad radiológica del Programa Nuclear Cubano. Este objetivo perseguía la finalidad de que las aplicaciones pacíficas de las radiaciones ionizantes se desarrollaran en armonía con la política de protección de los trabajadores, la población y el medio ambiente establecida en el país y en concordancia con las recomendaciones internacionales.</p> <p>El Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones es una institución adscrita a la Agencia de Energía Nuclear y Tecnología de Avanzada, perteneciente al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Dicha entidad ejecuta actividades de investigación – desarrollo, docencia y servicios especializados en el campo de la protección radiológica,, actuando adicionalmente como soporte técnico del órgano regulador cubano</p> <p>Esta institución durante sus años de existencia ha contribuido significativamente al desenvolvimiento de la protección radiológica en el país.</p> <p>La institución se encuentra en capacidad de ofertar asesoría y servicios especializados de protección radiológica, capacitación en temas de protección radiologica, así como en preparación y respuesta a emergencias radiológicas</p> <p>El Anexo I presentan los servicios científicos - técnicos que brinda el CPHR El Anexo II presenta los temas y cursos de capacitación organizados por el CPHR, así como otros, no organizados por la institución, en los que han participado nuestros especialistas en calidad de profesores.</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b></p> <p><b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b></p> <p>El centro dispone de capacidades técnicas necesarias para el desarrollo de actividades de docencia, investigación y de servicios en campo de la protección radiológica y emergencias radiológicas, comparables con las existentes en países de la región con desarrollo en protección radiologica.</p> <p><b>El Anexo III presenta información sobre las instalaciones y equipamiento disponible por la institución</b></p> <p><b>b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b></p> <p>El centro cuenta con un total de 119 trabajadores, encontrándose 53 vinculados directamente a los trabajos de protección radiologica, de estos 37 son graduados universitarios en especialidades afines a la protección radiologica tales como Física Nuclear, Ingeniería Física Nuclear, Radioquímica, Química, Ingeniería Energética Nuclear, Biología, Medicina, Ingeniería Eléctrica, Cibernética y Meteorología. Los restantes 14 tienen calificación de técnicos de nivel medio. Los especialistas y técnicos de la entidad, en su mayoría, acumulan más de 10 años de experiencia de trabajo en el campo de la seguridad radiológica, así como en la gestión de desechos radiactivos. Siendo poseedores de una alta calificación técnica, adquirida durante años de desempeño de su labor y por la capacitación recibida en materia de protección radiologica, en instituciones de reconocido prestigio internacional. A lo que se adiciona que los especialistas principales de la institución integran el roster de expertos del OIEA y algunos de ellos de la OPS.</p>



El Centro cuenta con 14 especialistas que ostentan grados científicos, 4 de ellos son Doctores en Ciencia y los 10 restantes son Maestros en Ciencia.

#### **EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

El centro desde su fundación ha desarrollado una gama importante de servicios técnicos especializados vinculados a la protección radiológica, algunos de ellos de carácter hegemónico en el ámbito nacional. Estos servicios han estado relacionados con el control dosimétrico individual de los trabajadores ocupacionalmente expuestos tanto por exposiciones externas como internas, la modelización y evaluación del impacto radiológico ambiental tanto de instalaciones nucleares y radiactivas como de industrias no nucleares, caracterización de ecosistemas para establecer la dinámica de las descargas radiactivas en el mismo, la determinación de los contenidos de radiactividad en matrices diversas (incluyendo H-3 y C-14), vigilancia radiológica ambiental del territorio nacional y determinación de radionúclidos en muestra ambientales, agua y alimentos. Ejecutando además de forma centralizada la gestión de desechos radiactivos, la metrología de las radiaciones ionizantes, implementación de programas de control de calidad en aplicaciones medicas, la dosimetría biológica, la vigilancia medica ocupacional, la evaluación medicas de personas expuestas por causas ocupacionales o medicas, la respuesta en situaciones de emergencia radiológica y la consultoría en materia de seguridad radiológica operacional.

Una mención especial merecen los estudios dosimétricos realizados a partir del año 1990 y hasta la actualidad en niños procedentes de áreas afectadas por el accidente de Chernobil. En las áreas no relacionadas directamente con la seguridad radiológica y nuclear el Centro brinda servicios de evaluación de emplazamientos para industrias de alto riesgo, evaluación de la seguridad de depósitos de desechos tóxicos, evaluación de la degradación del medio humano y natural por la contaminación química de las aguas, gerencia de proyectos de evaluación y administración de riesgos en la industria y empresas en general, así como estudios epidemiológicos del impacto de industrias en trabajadores y la población.

En la actualidad los tres principales laboratorios del CPHR están acreditados por la Oficina Nacional de Normalización, órgano rector en Cuba de la normalización y la metrología. Los laboratorios del Centro han participado en numerosos ejercicios internacionales de intercomparación con resultados satisfactorios. Como muestra del prestigio alcanzado por el CPHR durante el tiempo transcurrido, a solicitud del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) se han desarrollado por especialistas del centro más de cincuenta misiones de experto a diferentes países. Al mismo tiempo desde 1995 se brindan servicios especializados de protección radiológica a diferentes entidades en países de la región de Centroamérica y el Caribe.

Conjuntamente a los servicios antes descritos la entidad desarrolla acciones de investigación científica y docencia, mediante la ejecución de proyectos de investigación – desarrollo y cursos de capacitación en temáticas de protección radiológica y gestión de desechos radiactivos.

En cuanto a capacitación la institución ha ejecutado significativas tareas docentes tanto nacionales como internacionales, estas últimas dentro y fuera de la región, que han permitido la capacitación y el entrenamiento de un numeroso grupo de especialistas. Las temas de capacitación han estado vinculados a la protección radiologica operacional, aspectos regulatorios, desechos radiactivos, protección radiologica del paciente, emergencias radiológicas, atención medica especializada a sobreexpuestos, protección radiologica ocupacional, metrología de las radiaciones ionizantes y protección radiologica del medio ambiente. Mientras que los temas de investigación han estado encaminados satisfacer exigencias de la institución y del país, en temas inherentes a nuestro cotidiano accionar y en correspondencia con la actualidad internacional de la protección radiológica. El listado de los proyectos de investigación – desarrollo ejecutados o ejecución y de los cursos impartidos se adjunta a este documento.

Los beneficiarios principales de los servicios, investigaciones y de las acciones de capacitación ofertadas han sido los trabajadores ocupacionalmente expuestos, la población y el medio ambiente.

Los principales beneficios obtenidos están relacionados con:

- ◆ El control de las dosis individuales de los trabajadores ocupacionalmente expuestos del país.
- ◆ El control de los desechos radiactivos y fuentes radiactivas en desuso en el país. Su inmovilización y almacenamiento prolongado.
- ◆ El control radiológico ambiental, del agua y los alimentos
- ◆ Creación de capacidades técnicas para la respuesta a emergencias radiológicas
- ◆ Calibración de equipamiento dosimétrico en los rangos de radioterapia y protección radiológica.
- ◆ Mejoramiento de la calidad de las practicas que implican exposiciones médicas
- ◆ Asesoría y elaboración de documentación técnica a usuarios de radiaciones ionizantes

<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Asesoría y / o valoración de personas expuestas o supuestamente expuesta por causas ocupacionales o medicas</li> <li>◆ Estudio de niños procedentes de regiones afectadas por el accidente de Chernobil</li> <li>◆ Capacitación de recursos humanos en temas de protección radiologica</li> <li>◆ Preparación y respuesta en emergencias radiológicas</li> <li>◆ Optimización de la exposición ocupacional</li> </ul>
<p align="center"><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b></p> <p>La institución presta sus servicios a más de 150 entidades nacionales vinculadas a sectores como los de la salud, la industria y la investigación científica. Estos servicios en su mayoría tienen alcance nacional y varios de ellos son ofertados exclusivamente por nuestra institución. Adicionalmente las acciones de capacitación desarrolladas por nuestra institución están encaminadas a satisfacer a usuarios de todo el país, estas actividades tienen carácter hegemónico y están reconocidas por la autoridad reguladora nacional.</p>
<p align="center"><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>La institución ha brindado una valiosa colaboración al progreso de los programas de protección radiológica de varios países de la región mediante la realización de cursos de capacitación - entrenamiento en su sede, recepción de becarios, aporte de expertos tanto en calidad de asesores como de profesores en cursos impartidos en otros países y exportación de servicios de protección radiologica. Estas acciones han abarcado las áreas de regulación, dosimetría personal, emergencias radiológicas, calibración dosimétrica, desechos radiactivos y vigilancia radiológica ambiental.</p> <p>Entre los países de la región han recibido beneficios de nuestra institución se encuentran: Costa Rica, Panamá, El Salvador, República Dominicana, Ecuador, Uruguay, Colombia, Venezuela, Argentina, Guatemala, Brasil, Chile, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Bolivia, Haití.</p>
<p align="center"><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>Los beneficios aportados por la institución a países fuera de la región han consistido en capacitación e intercambio de experiencias por intermedio de curso y recepción de becarios, en temas de protección radiológica en general, dosimetría, regulación y calibración dosimétrica.</p> <p>Paquistán, Bielorrusia, Argelia, Vietnam, Bulgaria, Grecia, India, Irán, Iraq, Malasia, Filipina, Rumania, Turquía.</p>
<p align="center"><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>La institución le ha aportado al OIEA y a otras organizaciones internacionales como la OMS y la OPS sus capacidades e infraestructura técnica, así como sus recursos humanos calificados para la realización de cursos de carácter regional e interregional, entrenamientos, talleres, asesorías técnicas y como profesores. Los especialistas de la institución han participado en más de 60 misiones de experto esencialmente a países de la región en las siguientes temáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de reglamentos y documentación técnica en materia de protección radiológica para el órgano regulador</li> <li>• Asesoría en la temática de emergencias radiológicas</li> <li>• Gestión de fuentes radiactivas</li> <li>• Control de calidad en rayos X</li> <li>• Control de calidad en laboratorios de control de radiactividad</li> <li>• Descontaminación de locales</li> <li>• Cursos de protección radiológica</li> <li>• Control de calidad en servicios de protección radiologica</li> </ul>
<p align="center"><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>Desde hace varios años la institución goza de un amplio y reconocido prestigio internacional, que se ha</p>

afianzado con la contribución del centro al mejoramiento de los programas de protección radiológica, fundamentalmente en países de la región. Cuya expresión más elocuentes son las personas capacitadas con la utilización de nuestro centro para realizar cursos de capacitación, tanto de alcance nacional, regional como internacional. Que se conjuga con el aporte de expertos para contribuir a la solución de problemas existentes en la región en el campo de la protección radiológica con el aporte de nuestros. Situación que ha prestigiado a la institución dentro de la comunidad científica internacional vinculada a la temática de la seguridad radiológica.

#### **NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION**

La institución mantiene relaciones de trabajo estables, cordiales y de cooperación con la mayoría de las instituciones cubanas usuarias de las radiaciones ionizantes, así como con instituciones nacionales de salud, científicas y académicas. Con las que trabaja en la ejecución de servicios especializados, proyectos de investigación y actividades de capacitación.

La institución mantiene una estrecha y especial vinculación con el Centro Nacional de Seguridad Nuclear, órgano regulador cubano en materia de protección y seguridad radiológica, poniendo a disposición del mismo su infraestructura material y sus recursos humanos calificados.

En la esfera internacional colabora con instituciones similares expresadas en actividades de cooperación técnica e intercambio científico - técnico en materia de protección radiológica.

Ha firmado Convenios de Cooperación con las siguientes instituciones:

- Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A., (ENRESA) - España
- Instituto Sueco de Protección Radiológica (SSI), Suecia
- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), España
- Centro Nacional de Protección Radiológica, República Dominicana
- Instituto de Radioprotección y Seguridad Nuclear (IRSN), Francia
- Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardia (CNSNS), México
- Buró Nacional de Protección Radiológica (NRPB), Inglaterra

La institución mantiene relaciones de intercambio científico con importantes sociedades científicas entre las que se destacan las siguientes:

- ◆ Sociedad Cubana de Física, Secciones de Protección Radiológica y Física Médica
- ◆ Federación de Radioprotección de América Latina y el Caribe
- ◆ Grupo Iberoamericano de Sociedades Científicas de Protección Radiológica
- ◆ Asociación Internacional de Protección radiológica IRPA
- ◆ Sociedad Internacional de Radioecología
- ◆ Sección Latinoamericana de la Sociedad Nuclear Americana

En la actualidad la institución es evaluada por la OMS - OPS como posible Centro Colaborador de la OMS.

#### **CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION**

La institución posee una infraestructura organizativa adecuada, recursos humanos calificados y medios materiales necesarios para:

- Ofertar servicios especializados de protección radiológica, cuya información adicional se anexa
- Recepcionar becarios para entrenamientos y cursos de capacitación.
- Recepcionar visitas científicas par capacitación e intercambio de experiencias en las temáticas afines a la institución como la seguridad radiológica, la gestión de desechos radiactivos, las emergencias radiológicas, información adicional se anexa
- Desarrollar proyectos de I+D en temáticas afines a la institución se anexa información complementaria
- Ofertar especialistas en calidad de expertos o profesores para asesorías y cursos de capacitación respectivamente

En cuanto a capacidades para la docencia teórica – práctica, dispone de:

- ◆ Salón de Reuniones climatizado con capacidad para 20 personas dotado de pizarra y de posibilidades para el uso de medios audio - visuales
- ◆ Sala de Conferencia climatizada con capacidad para 50 personas con pizarras y opciones de uso de medios audio – visuales

- ◆ Areas climatizadas del comedor fácilmente adaptables para actividades docentes con capacidad que puede llegar a 100 personas
- ◆ Laboratorios y equipamientos especializados
- ◆ Internet, intranet y red local de computadoras
- ◆ Bibliografía científica y programas de computación actualizados

Medios Audiovisuales:

- ◆ Televisor de pantalla de 29 pulgadas
- ◆ Vídeo (formato VHS),
- ◆ Retroproyector de láminas
- ◆ Proyector de diapositivas
- ◆ Computadora
- ◆ Posibilidades técnicas de interfase del televisor a la computadora
- ◆ Retroproyector con interfase a computadora (datashow)

Nombre y firma Director Dr. Miguel Prendes Alonso

Fecha

## ANEXO I

### **SERVICIOS QUE BRINDA EL CENTRO DE PROTECCIÓN E HIGIENE DE LAS RADIACIONES**

1. Consultorías en gerencia de la seguridad radiológica.
2. Dosimetría personal del cuerpo entero o las extremidades con dosímetros termoluminiscentes.
3. Monitoreo individual de la contaminación interna con técnicas de medición *in vivo e in vitro*.
4. Calibración de sistemas de detección de yodo en tiroides.
5. Calibración y verificación de instrumentos dosimétricos.
6. Control de calidad y calibración de equipos y fuentes utilizados en radioterapia.
7. Control de Calidad a instalaciones de rayos X diagnóstico.
8. Evaluación médica de los riesgos de exposición a las radiaciones ionizantes.
9. Servicios de asesoría y auditorías para la implantación de sistemas de la calidad.
10. Control de radiactividad natural y artificial en alimentos.
11. Determinación de los contenidos de radionúclidos naturales y artificiales en muestras ambientales.
12. Dosimetría biológica mediante técnicas citogenéticas.
13. Montaje y puesta a punto de las técnicas para el establecimiento de un servicio de dosimetría biológica.
14. Evaluación de la acción genotóxica de agentes físicos, químicos y biológicos en poblaciones expuestas mediante la aplicación de técnicas citogenéticas.
15. Montaje y puesta a punto de técnicas citogenéticas para la evaluación de la acción genotóxica de agentes físicos, químicos y biológicos.
16. Recogida, segregación, transportación, almacenamiento y acondicionamiento de desechos radiactivos y fuentes selladas en desuso.
17. Descontaminación de áreas contaminadas con material radiactivo.
18. Asesoría para la gestión de desechos radiactivos y fuentes selladas en desuso.
19. Almacenamiento temporal de fuentes radiactivas. (*No se oferta fuera del Territorio Nacional*).
20. Alquiler de fuentes radiactivas.
21. Preparación del personal en materia de seguridad radiológica.
22. Diseño y elaboración de proyectos de ingeniería de instalaciones para el uso de fuentes de radiaciones ionizantes.
23. Evaluación del impacto radiológico sobre los trabajadores, el público y el medio ambiente de instalaciones industriales.

### **SERVICIOS**

#### **Consultorías en gerencia de la seguridad radiológica.**

##### **Descripción**

Las aplicaciones de las radiaciones ionizantes en la Industria, la Investigación y la Medicina requieren del empleo de medidas de seguridad y protección. El servicio brinda a todas las entidades del país, que utilizan o que se disponen a emplear las técnicas nucleares, la asesoría necesaria para trabajar de forma segura, acorde con lo establecido en las Normas Internacionales de Seguridad y en nuestra legislación.

##### **Alcance**

El cliente puede contratar la asesoría y participación de nuestros especialistas en la elaboración de procedimientos e instrucciones de seguridad radiológica, en la capacitación y certificación de su personal, así como durante el diseño y puesta en práctica de un sistema completo de protección radiológica.

Mediante el servicio el cliente puede crear las condiciones necesarias de seguridad en su instalación y elaborar toda la documentación que necesita para comenzar la práctica con las radiaciones ionizantes, incluyendo la información de apoyo a la solicitud de autorización de la práctica al Organismo Regulador.

El servicio además incluye la evaluación de las dosis que recibirá el personal durante la planificación de una actividad determinada o el cálculo y optimización de las dosis de radiación que se reciben en los trabajos actuales. Con ayuda del servicio, el cliente podrá planificar mejor su trabajo para obtener el mayor beneficio de la tarea con un mínimo de riesgos para el personal y el medio ambiente.

Durante el diseño de instalaciones y blindajes contra las radiaciones ionizantes, el cliente podrá encontrar un apoyo en el servicio de asesoría, con más de 10 años de experiencia en la actividad.

El servicio asesoría en protección radiológica brinda las siguientes opciones:

- Asesoría en la organización de la protección radiológica;
- Asesoría en la elaboración de la documentación en apoyo a la solicitud de licencia, inscripción en registro y notificación;
- Asesoría para la elaboración de programas de protección radiológica;
- Cálculos de dosis y de blindajes;
- Entrenamiento y certificación del personal en los fundamentos y medidas de la protección radiológica;
- Evaluación de la situación radiológica de los trabajos, incluyendo la medición de los locales o zonas;
- Asesoría técnica en el diseño de instalaciones y equipos.

### **Dosimetría personal del cuerpo entero o las extremidades con dosímetros termoluminiscentes.**

#### **Descripción**

El método termoluminiscente emplea como detectores de radiación el material LiF y brinda la posibilidad de realizar mediciones de alta precisión. El diseño de los dosímetros permite comodidad en su uso y manipulación. El servicio permite la evaluación mensual de la dosis recibida por la persona en todo el cuerpo o en las extremidades (manos).

#### **Alcance**

La ejecución del servicio incluye la entrega y recogida de los dosímetros; la lectura de los detectores termoluminiscentes; la evaluación de la dosis recibida por el usuario y el envío al usuario de los resultados (Reporte de Dosis).

- Magnitudes que se evalúan:
  - Dosis equivalente personal (Hp(10)) con los dosímetros TLD-01.
  - Dosis equivalente con dosímetros de extremidades (anillo metálico).
- Tipo de radiación que se detecta:
  - Radiación fotónica con energía en el rango 15 keV - 2 MeV.
  - Dosímetro no discriminante de la energía de la radiación incidente.
- Límite inferior de detección: 0.1 mSv
- Error relativo: < 20%.
- Rango de dosis: 0.1 mSv - 10 Sv.

### **Monitoreo individual de la contaminación interna con técnicas de medición *in vivo* e *in vitro*.**

#### **Descripción**

El servicio se basa en la ejecución de mediciones *in vivo*, empleando detectores de NaI(Tl) que permiten determinar la actividad en todo el cuerpo y en órganos específicos en el momento de la medición y de mediciones *in vitro* en muestras biológicas al personal ocupacionalmente expuesto que labora con fuentes abiertas de radiaciones.

## **Alcance**

- Medición in vivo al personal ocupacionalmente expuesto que labora con fuentes abiertas. Registro y almacenamiento de datos referentes al trabajo con fuentes abiertas de estas personas. Cálculo de dosis efectiva comprometida a partir de las mediciones realizadas.
- Estudios metabólicos en pacientes con radionúclidos administrados.
- Estudio de la cinética en el organismo de nuevos radiofármacos.
- Mediciones en muestras de orina de P-32, C-14, S-35, H-3 con técnicas de centelleo líquido.
- Mediciones de muestras de orina de radionúclidos emisores de radiación fotónica.
- Cálculo de dosis efectiva comprometida a partir de mediciones realizadas.
- Estudio metabólico en pacientes con radionúclidos administrados.

## **Calibración de sistemas de detección de yodo en tiroides.**

### **Descripción**

El servicio se basa en la calibración de sistemas espectrométricos o radiométricos que emplean detectores de NaI(Tl), utilizados en la ejecución de las mediciones in vivo a los trabajadores ocupacionalmente expuestos que laboran con fuentes de radiaciones en forma abierta de yodo 131. Para ello se emplea un simulador de cuello y tiroides que reproduce la estructura anatómica de esta región del cuerpo y soluciones patrones de referencia, que permiten determinar la eficiencia de detección del sistema; así como la actividad mínima detectable (AMD).

## **Alcance**

- Calibración de sistemas espectrométricos o radiométricos que emplean detectores de NaI (Tl).

## **Calibración y verificación de instrumentos dosimétricos.**

### **Descripción**

El servicio comprende un conjunto de actividades independientes, entre las que se encuentra la calibración o verificación legal de instrumentos de medición, irradiación de dosímetros con fines de calibración así como el ensayo de modelo de dosímetros. Las actividades de calibración consisten en la comparación de los instrumentos de medición perteneciente al cliente con los patrones dosimétricos y haces de radiación normalizados, disponible en el Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica. La verificación legal es solo aplicable a los instrumentos de medición que se utilicen en el territorio de la República de Cuba e implica la declaración del carácter legal del instrumento (Apto o No Apto para el Uso) a partir del cumplimiento o no de los requisitos establecidos en las normas cubanas de aseguramiento metrológico correspondientes. La irradiación comprende la exposición a dosis conocidas de dosímetros integrales, generalmente usados con posterioridad en la conformación de curvas de calibración. Los ensayos de modelos abarcan la ejecución de las pruebas y métodos establecidos por la Comisión Electrotécnica Internacional para evaluar el cumplimiento de requisitos radiológicos impuestos al funcionamiento de instrumentos dosimétricos.

## **Alcance**

El servicio incluye la recepción de los instrumentos de medición en la Oficina Comercial del CPHR. Pueden ser enviados para su calibración, dosímetros de radioterapia y de protección radiológica. El servicio culmina con la emisión de un certificado de calibración, en el cual se exponen los factores de calibración o error intrínseco relativo determinados, presentados en forma de tabla o curva de calibración. Adicionalmente, en el caso de la verificación legal, el servicio incluye la colocación de un sello de Apto/No Apto para el Uso en una superficie visible del instrumento. Los tiempos típicos de respuesta de la calibración oscilan entre una y dos semanas.

El servicio comprende la calibración de dosímetros de radioterapia y de protección radiológica en haces de rayos X de hasta 160 kV y radiación gamma de los emisores Cesio-137 y Cobalto-60. En el caso de los dosímetros de radioterapia la calibración se realiza por el método de sustitución y se puede obtener para la energía de Cobalto-60 y las calidades de rayos X de bajas y medias energías, normalizadas en el reporte técnico No. 374 del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

La calibración de dosímetros de protección radiológica se realiza por comparación del instrumento con valores conocidos en un haz de radiación caracterizado de Cesio-137 o en las calidades de rayos X de las series espectro estrecho y ancho, normalizadas por la ISO en su publicación número 4037/Parte 1.

Los patrones del Laboratorio son trazables al Laboratorio de Dosimetría del OIEA y garantizan la determinación de la kerma en aire en condiciones de referencia a niveles de radioterapia con incertidumbres de 0.5 % (Cobalto-60 y rayos X de energías medias) y 0.8 % (rayos X de baja energía). Las incertidumbres en la determinación de las magnitudes de calibración a niveles de protección radiológica son inferiores al

1.2 %.

Las actividades de irradiación permiten administrar una dosis en condiciones de aire libre o en maniquí de agua, en las mismas calidades de radiación empleadas en las calibraciones, desde unidades de mGy hasta centenas de Gy de acuerdo a la calidad de radiación elegida. La incertidumbre estándar de la dosis administrada es en todos los casos inferiores al 1.7 %.

### **Control de calidad y calibración de equipos y fuentes utilizados en radioterapia.**

#### **Descripción**

Todas las operaciones de este servicio se basan en la aplicación de procedimientos validados, el empleo de instrumentos debidamente calibrados y verificados y son ejecutados por personal competente.

Este servicio permite conocer si su instalación cumple con requisitos internacionalmente recomendados referidos al diseño, seguridad radiológica, estabilidad mecánica, alineación geométrica y aspectos dosimétricos. Entre los aspectos dosimétricos que abarca el servicio se encuentra la determinación del rendimiento o salida de las fuentes, operación denominada como calibración. Alternativamente a las mediciones “in situ” el servicio da la posibilidad de realizar una comprobación postal del rendimiento de los haces de cobalto-60. Este comprende el envío de los detectores termoluminiscentes al servicio de radioterapia, su irradiación en condiciones de referencia en el haz a verificar, su envío y evaluación en el CPHR. Una congruencia entre la dosis determinada y la reportada por el usuario dentro de  $\pm 5\%$  es considerada aceptable. La incertidumbre estándar combinada en la dosis determinada por esta técnica es de  $\pm 2\%$ .

La calibración de cada equipo se realiza con las siguientes incertidumbres estándar combinadas:

Equipo a calibrar	Unidad Co-60	Equipo de RX	Equipo de Braquiterapia (HDR)
Incertidumbre estándar	$\pm 1.5\%$	$\pm 3.0\%$	$\pm 5\%$

Los resultados del servicio se reflejan en un certificado que le entregamos con posterioridad a los trabajos de medición. El servicio garantiza plena confidencialidad de sus resultados y de acuerdo con sus necesidades le puede asesorar en la solución y en el seguimiento de las no conformidades detectadas, así como en la elaboración de procedimientos y registros que exige un programa de control de calidad. Este servicio satisface las exigencias del Sistema de Calidad del CPHR, según la Guía ISO/IEC -25.



## **Alcance**

El servicio incluye las siguientes verificaciones y mediciones según la instalación que se trate:

1. Unidades de Teleterapia con cobalto-60:
  - ◆ Inspección de los sistemas de seguridad radiológica de la instalación;
  - ◆ Verificación de la estabilidad mecánica de los componentes de la instalación;
  - ◆ Verificación de la alineación mecánica: isocentro mecánico, indicadores de distancia, indicación de apertura de los colimadores, coincidencia campo luminoso y de radiación movimientos de la camilla;
  - ◆ Medidas dosimétricas: verificación del temporizador (tiempo de tránsito de la fuente, reproducibilidad y linealidad), tamaño y perfil del campo de radiación (uniformidad y simetría), determinación de la tasa de dosis absorbida en agua a la distancia de referencia y determinación de factores de modificadores del haz (cuñas, bandejas).

Además para este tipo de instalación el servicio incluye la verificación postal de rendimientos utilizando detectores termoluminiscentes.

2. Equipo de terapia con rayos X de baja y media energía (10- 150 KeV)
  - ◆ Inspección de los sistemas de seguridad radiológica de la instalación;
  - ◆ Verificación de la estabilidad mecánica de los componentes de la instalación;
  - ◆ Comprobación de los tamaños y perfiles de los campos de radiación obtenidos con los conos;
  - ◆ Verificación del temporizador de equipo de rayos X;
  - ◆ Determinación del espesor semirreductor para cada calidad utilizada en la instalación;
  - ◆ Determinación del rendimiento del equipo de rayos X para cada voltaje, filtración y cono utilizado.
3. Equipos de braquiterapia de carga remota de alta tasa de dosis (HDR)
  - ◆ Inspección de los sistemas de seguridad radiológica de la instalación;
  - ◆ Chequeo de hermeticidad e integridad de las fuentes empleadas;
  - ◆ Verificación del temporizador de la instalación;
  - ◆ Determinación de la tasa de kerma a 1m de la fuente;
  - ◆ Estimación de la actividad de las fuentes.

## **Control de Calidad a instalaciones de rayos X diagnóstico.**

### **Descripción**

El servicio consiste en la ejecución de mediciones de diferentes parámetros físicos de los equipos e instalaciones del servicio de rayos X para verificar si la seguridad radiológica de la instalación, el funcionamiento de los equipos y el grado de protección de los pacientes, los trabajadores y el público satisfacen las normas y requisitos internacionales.

### **Alcance**

El servicio se realizaría en tres etapas:

- Visita a la instalación y ejecución de mediciones.
- Procesamiento de los resultados, elaboración del informe.
- Discusión con el cliente sobre los resultados obtenidos y las recomendaciones que se le realicen.

El servicio se le brinda a instalaciones que cuenten con equipos de rayos X diagnóstico convencionales, mamográficos, dentales, fluoroscópicos y TAC. En el chequeo de las instalaciones se incluye también el cuarto oscuro y las reveladoras automáticas.

Las principales pruebas que se le realizan a los equipos son:

Equipos convencionales.

1. Definición del campo luminoso

2. Coincidencia campo de luz - campo de radiación
3. Perpendicularidad del haz de rayos X
4. Exactitud de la indicación DFP
5. Coincidencia entre indicadores de colimación y el campo de radiación
6. Alineación entre el campo de rayos X y el receptor de imagen
7. Comprobación de la colimación automática
8. Punto focal
9. Inspección visual mecánica y eléctrica
10. Sensores de calor
11. Radiación de fuga
12. Desviación de la tensión pico
13. Protección por sobrecarga
14. Desviación del tiempo de exposición
15. Linealidad de la emisión de rayos X con el mAs
16. Consistencia
17. Reproducibilidad de la exposición
18. Forma de la onda
19. Rendimiento ( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )
20. Filtración y capa hemirreductora
21. Compensación del CAE para variaciones del kVp
22. Compensación del CAE para variaciones de la corriente
23. Compensación del CAE para variaciones de espesores
24. Control de densidad del CAE
25. Reproducibilidad del CAE
26. Uniformidad, alineación y centrado de la rejilla

A los equipos fluoroscópicos y mamográficos se les ejecutan además de las pruebas anteriores otras más específicas como las que se relacionan a continuación:

#### Equipos fluoroscópicos.

1. Tasa de exposición fluoroscópica máxima
2. Tasa de exposición fluoroscópica estándar
3. Tasa de exposición a la entrada del intensificador
4. Control automático de ganancia
5. Factores geométricos
6. Distorsión
7. Resolución de alto contraste
8. Resolución de bajo contraste

#### Equipos mamográficos.

1. Desviación entre el campo de radiación y el emitido por el localizador luminoso.
2. Desviación entre el campo de radiación y el receptor de imagen a nivel de la pared torácica.
3. Desviación entre el eje del compresor coincidente con la pared torácica y el receptor de imagen
4. Fuerza de compresión
5. Evaluación mediante maniquí de imagen
6. Sensibilidad a Bajo Contraste
7. Resolución a alto contraste
8. Dosis glandular promedio para 4.5 cm de tejido equivalente

#### Equipos de TAC

1. Exactitud de las luces de alineación.
2. Coincidencia entre el centro de la camilla y el centro del gantry .
3. Movimiento de la camilla
4. Perfiles de sensibilidad (espesor de corte y centrado)
5. Resolución a alto contraste y valor medio del no. CT

- 6. Resolución a bajo contraste
- 7. Uniformidad espacial del no. CT

Cuarto oscuro, procesamiento y sistemas receptores de imágenes.

Hermeticidad de los chasis

Contacto película - pantalla

Uniformidad en la velocidad de las pantallas

Inspección visual de los negatoscopios

Brillo, Uniformidad en la iluminación y condiciones de Iluminación en las proximidades del mismo

Evaluación del velo en el cuarto oscuro

Temperatura del Procesado

Control sensitométrico

Evaluación de Artefactos

### **Evaluación médica de los riesgos de exposición a las radiaciones ionizantes.**

#### **Descripción**

Durante las aplicaciones de las radiaciones ionizantes en las diferentes esferas de la vida pueden producirse exposiciones anormales de los trabajadores en ámbito laboral. En cuanto a los pacientes en ocasiones reciben exposiciones no justificadas o excesivas, existiendo el caso peculiar de exposiciones de mujeres gestantes o durante la etapa de lactancia materna, que pueden implicar exposiciones en el embrión – feto o al niño pequeño que no reciben ningún beneficio directo a cambio de la exposición de la madre.

En todas las situaciones antes citadas conviene realizar una evaluación de las posibles consecuencias sobre la salud de los expuestos y de la magnitud de dichas exposiciones.

#### **Alcance**

- ◆ Evaluación médica, radiobiológica y dosimétrica de las personas expuestas a las radiaciones ionizantes por causas laborales, médicas o de otra índole.
- ◆ Asesoría en el diseño y organización de programas de vigilancia médica ocupacional.
- ◆ Asesoría en el diseño y organización de programas de atención médica durante la ocurrencia de accidentes radiológicos.

Servicios de asesoría y auditorías para la implantación de sistemas de la calidad.

#### **Descripción**

Es ampliamente reconocida en el mundo la Gestión de la Calidad como herramienta para lograr la confianza de los clientes y la competencia de la organización. Es a las puertas del nuevo siglo, la garantía del éxito. A través de una adecuada implantación de los modelos ISO 9000 los servicios que brindes pueden ser la elección natural de los clientes. El Grupo Gestor de la Calidad (GESCALI) le brinda el servicio de asesorías y auditorías para la implantación de sistemas de la calidad, conforme a las normas ISO 9000:2000 y la ISO/IEC: 17025:2000.

Este servicio garantiza la discreción de los datos y los resultados que se manejen de la interacción con las instituciones que lo soliciten.

#### **Alcance**

- ◆ Asesoramiento en el diseño y organización de Sistemas de Calidad para instituciones de producción, servicio, investigación o de otra índole;
- ◆ Auditorías de Sistemas de Calidad de instituciones de producción, servicio, investigación o de otra índole;

- ◆ Elaboración de la documentación necesaria, propia de los Sistemas de Calidad basados en los modelos ISO 9000;
- ◆ Impartición de seminarios para la preparación del personal;
- ◆ Modificaciones a sistemas de la calidad con Guía 25 para implantar la ISO 17025;
- ◆ Diseño y puesta a punto de base de datos para gestionar el sistema de la calidad.

Control de la radiactividad natural y artificial en alimentos.

### **Descripción**

El servicio consiste en el análisis de muestras de objetos naturales para determinar las concentraciones de elementos radiactivos naturales o artificiales.

En dependencia de las necesidades, el laboratorio puede comprometerse con la realización puntual o sistemática del muestreo de los objetos de interés. Para los análisis, el laboratorio cuenta con sistemas de medición altamente resolutivos y procedimiento radioquímico de concentración y separación en las muestras, que garantizan límites de detección acorde a las exigencias internacionalmente reconocidas.

### **Alcance**

- ◆ Evaluación del impacto dosimétrico en la población por el consumo de alimentos.
- ◆ Establecer correspondencia de las concentraciones determinadas en las muestras con las normativas nacionales e internacionales reconocidas en este campo.
- ◆ Determinación de las concentraciones de Cs-137, Sr-90, Ra-226, Th-232, K-40 y emisores gamma artificiales en muestras de alimentos.
- ◆ Realización del muestreo puntual o sistemático de los objetos de interés. Establecimiento de un control periódico.

### **Determinación de radionúclidos naturales y artificiales en muestras ambientales.**

#### **Descripción**

El servicio consiste en el análisis de muestras de objetos naturales para determinar las concentraciones de elementos radiactivos naturales o artificiales.

En dependencia de las necesidades, el laboratorio puede comprometerse con la realización puntual o sistemática del muestreo de los objetos de interés. Para los análisis, el laboratorio cuenta con sistemas de medición altamente resolutivos y procedimiento radioquímico de concentración y separación en las muestras, que garantizan límites de detección acorde a las exigencias internacionalmente reconocidas.

#### **Alcance**

- ◆ Determinación de las concentraciones de Cs-137, Sr-90, Ra-226, Th-232, K-40 y emisores gamma artificiales en muestras naturales.
- ◆ Realización del muestreo puntual o sistemático de los objetos de interés. Establecimiento de un control periódico.

### **Dosimetría biológica mediante técnicas citogenéticas.**

#### **Descripción**

La dosimetría citogenética se aplica en la evaluación médica de las personas involucradas en situaciones radiológicas anormales con el fin de evaluar las dosis recibidas, el peligro inminente para la salud y aplicar los tratamientos médicos más adecuados. Además contribuye al esclarecimiento de sucesos cuando existen dudas respecto a los resultados de la dosimetría física por dosímetros defectuosos o ausentes. Es el método más preciso de dosimetría biológica ya que existe una relación matemática que permite calcular la dosis,

establecer el grado de homogeneidad de la exposición y en caso de exposiciones no homogéneas establecer la fracción del cuerpo irradiada y la dosis que recibió esa fracción mediante la cuantificación del número y tipos de aberraciones cromosómicas y su distribución en los linfocitos de la sangre periférica.

La dosimetría biológica mediante técnicas citogenéticas consiste en realizar estimaciones de dosis por exposición a radiaciones ionizantes en personas analizando las alteraciones que ocurren en las células de la sangre. La dosimetría citogenética utiliza aquellos indicadores de daño por radiación reconocidos internacionalmente. Ellos son: las aberraciones cromosómicas y los micronúcleos, ambos en los linfocitos de la sangre periférica. Para este análisis se tienen establecidas las relaciones dosis - efecto para ambos indicadores y un sistema automatizado para el cálculo de las dosis de radiación recibidas.

#### **Alcance**

- ◆ Establecimiento del grado de homogeneidad de la exposición.
- ◆ Estimación de las dosis por irradiación total para exposiciones homogéneas.
- ◆ Estimación de las dosis por irradiación parcial para exposiciones no homogéneas.
- ◆ Estimación de la fracción del cuerpo irradiada para exposiciones no homogéneas.

#### **Montaje y puesta a punto de las técnicas para el establecimiento de un servicio de dosimetría biológica.**

##### **Descripción**

El servicio de dosimetría citogenética es parte de la infraestructura necesaria para brindar asistencia médica calificada a personas expuestas a radiaciones ionizantes. La práctica ha demostrado que en muchos accidentes la dosimetría biológica es la fuente primaria de las estimaciones dosimétricas. Este servicio consiste en implementar en las instalaciones del cliente las técnicas de la dosimetría citogenética para poder dar cobertura a esta necesidad de los programas nacionales de protección radiológica.

##### **Alcance**

- ◆ Asesoramiento en el establecimiento de un servicio de dosimetría biológica.
- ◆ Montaje de las técnicas citogenéticas necesarias para el servicio.
- ◆ Entrenamiento en la obtención e interpretación de resultados.
- ◆ Asesoramiento y entrenamiento en la utilización del programa DOSGEN que incluye todas las operaciones matemáticas propias de la especialidad.

#### **Evaluación de la acción genotóxica de agentes físicos, químicos y biológicos en poblaciones expuestas mediante la aplicación de técnicas citogenéticas.**

##### **Descripción**

La evaluación de poblaciones expuestas a diversas sustancias o fuentes de contaminación puede hacerse mediante la detección y cuantificación de alteraciones en los linfocitos de la sangre periférica de las personas. Esas alteraciones cromosómicas inducidas por la mayoría de los mutágenos y carcinógenos son las llamadas aberraciones cromosómicas, asociadas en muchos casos a anomalías congénitas y neoplasias en humanos, inclusive existen estudios que indican correlación entre altos niveles de AC en los linfocitos y el riesgo de aparición de cáncer en humanos lo cual puede usarse en la predicción del cáncer.

Este Servicio ofrece un grupo de técnicas con las cuales es posible evaluar la genotoxicidad de agentes físicos, químicos o biológicos en poblaciones mediante la comparación de grupos expuestos al agente en cuestión con grupos controles, ellas son: aberraciones cromosómicas, micronúcleos, intercambio entre cromátidas hermanas; todas en linfocitos de sangre periférica humana.

## **Alcance**

Se consideran poblaciones expuestas a aquellas personas que intervengan en la producción, preparación y utilización de:

- ◆ Desechos clínicos de hospitales incluyendo los que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes etiológicos de enfermedades propias tanto de animales o del hombre.
- ◆ Desechos de la producción de productos farmacéuticos y biocidas (abonos orgánicos, plaguicidas)
- ◆ Desechos de la producción de productos químicos como preservantes de madera, disolventes orgánicos, pigmentos de pinturas, lacas, barnices.
- ◆ Desechos de operaciones de temple y tratamiento térmico
- ◆ Residuos alquitranados de los procesos de refinación y destilación
- ◆ Resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos
- ◆ Materiales fotográficos
- ◆ Rayos cósmicos
- ◆ Radiaciones no ionizantes (rayos láser, luz UV, campos electromagnéticos de baja frecuencia, etc.)
- ◆ Radiaciones ionizantes
- ◆ Aguas termales
- ◆ Productos ecotóxicos en general

## **Montaje y puesta a punto de técnicas citogénéticas para la evaluación de la acción genotóxica de agentes físicos, químicos y biológicos.**

### **Descripción**

Montaje y puesta a punto de técnicas citogénéticas para la evaluación de la acción genotóxica de agentes físicos, químicos y biológicos, incluye la asesoría para el monitoreo de poblaciones expuestas y el montaje de las técnicas citogénéticas que detectan aberraciones cromosómicas inestables, micronúcleos e intercambio entre cromátidas hermanas, todas ellas se realizan en linfocitos de la sangre periférica humana.

### **Alcance**

- ◆ Detección de aberraciones cromosómicas inestables en linfocitos de sangre periférica.
- ◆ Detección de micronúcleos en linfocitos con bloqueo de la citocinesis.
- ◆ Detección de intercambio entre cromátidas hermanas.

## **Recogida, segregación, transportación, almacenamiento y acondicionamiento de desechos radiactivos y fuentes selladas en desuso.**

### **Descripción**

Las aplicaciones de radioisótopos, la investigación y la industria generan necesariamente desechos radiactivos y fuentes en desuso que precisan de tratamiento diferenciado.

### **Alcance**

- ◆ Recogida y deposición definitiva de desechos radiactivos de baja y media actividad y fuentes selladas en desuso
- ◆ Almacenamiento temporal de fuentes selladas en desuso
- ◆ Asesoramiento técnico para la segregación, tratamiento y acondicionamiento de desechos radiactivos de baja y media actividad.
- ◆ Asesoramiento y ejecución de los trabajos de descontaminación radiactiva en locales y equipos tecnológicos.

## **Descontaminación de áreas contaminadas con material radiactivo.**

## Descripción

La contaminación de superficies es consecuencia del desarrollo de prácticas que involucran materiales radiactivos y puede ocurrir tanto en las instalaciones como en dispositivos, equipos o herramientas implicados en dicha práctica. Esta contaminación puede producirse durante la manipulación de material radiactivo, por el trabajo normal de los equipos e instalaciones o debido a accidentes.

- ◆ Cuando esto ocurre es necesario tomar las medidas adecuadas, la más común es la descontaminación de las áreas o equipamiento contaminados hasta los niveles que sean establecidos por el Organismo Regulador en dependencia de la utilización posterior de los mismos.
- ◆ Durante la descontaminación se generan desechos radiactivos que deben ser segregados y almacenados adecuadamente. En algunos casos, durante la descontaminación es también necesaria la recuperación de fuentes radiactivas.
- ◆ Como resultado de los trabajos de descontaminación pueden recuperarse locales o equipamientos y retornarlos a su vida útil.

## Alcance

Las tareas de descontaminación incluyen las siguientes etapas:

- ◆ Evaluación radiológica preliminar de las áreas o el equipamiento contaminado
- ◆ Preparación de los trabajos de descontaminación (incluye seminarios técnicos, planificación de actividades, etc.)
- ◆ Elaboración de la documentación para la solicitud de la autorización para la descontaminación al Organismo Regulador
- ◆ Realización de los trabajos de descontaminación
- ◆ Evaluación radiológica final de las áreas o el equipamiento descontaminado
- ◆ Gestión de los desechos radiactivos que se generen durante la descontaminación

Asesoría para la gestión de desechos radiactivos y fuentes selladas en desuso.

## Descripción

Las aplicaciones de radioisótopos en la medicina, la investigación y la industria generan desechos radiactivos y fuentes en desuso que precisan de una gestión segura y eficiente. Las primeras etapas de esta gestión se realizan en las instalaciones generadoras y consisten en la segregación y el almacenamiento temporal de los desechos radiactivos.

Las entidades generadoras de desechos radiactivos pueden también usar como vía de gestión las descargas al medio ambiente de los desechos desclasificados, o sea de los materiales radiactivos con niveles de actividad por debajo de los límites de desclasificación.

## Alcance

- ◆ Asesoría y elaboración de procedimientos para la segregación y almacenamiento temporal de los desechos radiactivos generados por la entidad
- ◆ Asesoría en el establecimiento de los niveles derivados de desclasificación de material radiactivo
- ◆ Asesoría en el desarrollo de procedimientos para las descargas de materiales radiactivos al medio ambiente, así como los métodos para el control de las mismas.

**Almacenamiento temporal de fuentes radiactivas.** (No se oferta fuera del Territorio Nacional).

## Descripción

El CPHR dispone de una Instalación para el almacenamiento de desechos radiactivos y fuentes selladas en desuso. Esta instalación cuenta con una Autorización del Órgano Regulador mediante una Licencia Institucional de Operación.

El servicio de almacenamiento temporal de fuentes radiactivas se brinda a las entidades que no cuentan aun con las facilidades y/o con la autorización del Organo Regulador para poseer dichas fuentes.

#### **Alcance**

Este servicio brinda al cliente la posibilidad de almacenar fuentes radiactivas en la Instalación del CPHR por el tiempo que requiera, conveniado previamente mediante un contrato.

#### **Alquiler de fuentes radiactivas.**

#### **Descripción**

Las fuentes de radiación selladas tienen utilización en la medicina, la industria y la investigación. Actualmente en el depósito de la Planta de Tratamiento de Desechos Radiactivos se almacena gran cantidad de fuentes radiactivas selladas que contienen diferentes radioisótopos (Cs-137, Co-60, Ra-226, Sr-90, Pu-238, entre otros). Muchas de estas fuentes pueden ser reutilizadas, por lo que la entidad interesada no tendrá que comprar una nueva fuente, sino que a través de un contrato con el CPHR podrá alquilar la fuente de radiación que sea de su interés por el tiempo que se determine. La entidad deberá contar con un permiso del CNSN para alquilar cualquier fuente radiactiva, y con el permiso de transportación en caso de que esta corra a cargo d la propia entidad. El CPHR brinda además este servicio de transportación en caso que sea solicitado.

#### **Alcance**

- ◆ Entrega de la fuente al usuario con permiso del CNSN, por un tiempo definido mediante contrato con el CPHR.
- ◆ Transportación de la fuente al usuario.
- ◆ Recogida de la fuente del usuario una vez concluida la actividad para la cual fue alquilada, o en cualquier momento mediante solicitud del usuario.

#### **Preparación del personal en materia de seguridad radiológica.**

#### **Descripción**

El empleo seguro de las técnicas nucleares demanda la formación y el entrenamiento sistemático de los trabajadores en los aspectos relacionados con la Protección y Seguridad Radiológica. Mediante este servicio es posible mantener actualizados a los trabajadores en el campo de la seguridad radiológica, posibilitándose de esa forma el cumplimiento de las Normas de Seguridad en las instalaciones donde se realice.

#### **Alcance**

La preparación del personal se realiza en forma de cursos de capacitación teórica - práctica, cuyo contenido se confecciona para cada entidad solicitante en dependencia de las prácticas que se realicen y sus necesidades. Podrán efectuarse en las instalaciones del CPHR o en las de la entidad receptora del servicio.

El servicio de capacitación del personal en materia de seguridad radiológica está dirigido a todas las instituciones que empleen las técnicas nucleares, entre las que se encuentran:

- Instalaciones hospitalarias en las que se realicen las siguientes prácticas: Medicina Nuclear, Teleterapia, Braquiterapia, Radiodiagnóstico,
- Empresas que lleven a cabo estudios de Defectoscopía Industrial con rayos X o con radiación gamma,
- Instalaciones de irradiación industrial,
- Empresas que empleen medidores nucleares como: medidores de nivel, medidores de espesor y densidad, medidores de humedad, entre otros,



- Instalaciones que empleen técnicas nucleares analíticas como: estudios por difracción de rayos X, análisis por fluorescencia de rayos X, análisis por activación neutrónica, entre otras,
- Empresas que realicen estudios de prospección de pozos petroleros.

La capacitación recibida en el marco del servicio se corresponde con los conocimientos actualizados en materia de Seguridad Radiológica, dotando al personal de conocimientos indispensables para su trabajo y facilitándole el intercambio futuro con nuestros especialistas.

### **Diseño y elaboración de proyectos de ingeniería de instalaciones para el uso de fuentes de radiaciones ionizantes.**

#### **Descripción**

Este servicio permite a las entidades usuarias el cumplimiento de uno de los requisitos técnicos más importantes establecidos por las Normas Básicas de Seguridad: el diseño adecuado de las instalaciones para garantizar la seguridad radiológica de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, los miembros del público y el medio ambiente.

#### **Alcance**

La selección de los materiales de blindaje adecuados, el cálculo de los espesores de blindajes requeridos, las proyecciones de las dosis de radiaciones que se recibirán durante los trabajos, la distribución de locales y zonas, el diseño de sistemas para minimizar el impacto radiológico de las sustancias radiactivas en el medio ambiente, así como la evaluación de los sistemas de seguridad necesarios son aspectos enmarcados en este servicio.

El servicio podrá ser contratado por cualquier institución que desee diseñar nuevas instalaciones o evaluar el cumplimiento de los requisitos de seguridad radiológica de las existentes. Este segundo aspecto es muy frecuente cuando se adquieren nuevas fuentes, equipos con mayores tasas de dosis, o con diseños diferentes.

Entre las instalaciones que pueden ser diseñadas, o cuyos blindajes y sistemas de seguridad para el control de accesos pueden ser evaluados están:

- Búncers para trabajos de defectoscopia gamma o por rayos X,
- Locales para la realización de estudios de radiodiagnóstico médico mediante rayos X,
- Locales en departamentos de Medicina Nuclear,
- Locales de irradiación en departamentos de teleterapia con Co-60 o con aceleradores de partículas,
- Locales de tratamiento mediante Braquiterapia,
- Búncers de irradiación industrial,
- Locales de trabajo de técnicas analíticas nucleares.
- Instalaciones para el tratamiento radioterapéutico de pacientes con I-131

### **Evaluación del impacto radiológico sobre los trabajadores, el público y el medio ambiente de instalaciones industriales.**

## **Descripción**

Existen circunstancias en las que el ser humano se encuentra en un ambiente radiactivo natural al que no estaría expuesto de no haberse puesto a punto determinada tecnología. Tal es el caso de los viajes aéreos, la utilización de minerales en la producción de fertilizantes o residir en las proximidades de una central eléctrica alimentada por combustibles fósiles. La evaluación de este impacto se obtiene a través de la determinación *in situ* de los principales indicadores de contaminación radiológica, como la concentración de elementos radiactivos en los efluentes de las instalaciones y los análisis de laboratorio en muestras seleccionadas de objetos ambientales. Estos datos unidos a la información referente a la explotación del proceso y características poblacionales del emplazamiento permiten estimar la carga radiacional de los trabajadores y el público afectado. De forma complementaria es posible aplicar los modelos matemáticos desarrollados en el laboratorio para la deposición de los contaminantes.

### **Alcance**

- Determinación *in situ* de las concentraciones de elementos radiactivos naturales en los objetos ambientales como aire, suelo, agua, etc. Estas determinaciones se complementan con los análisis de laboratorio realizados a muestras seleccionadas;
- Estimación del impacto radiológico para los trabajadores vinculados al proceso industrial. Recomendaciones de medidas correctivas en materia de protección radiológica;
- Estimación del impacto radiológico para la población en general y el medio ambiente por las aplicaciones industriales.
- Aplicación de modelos matemáticos de dispersión para estimar el impacto radiológico.

## **Servicio de organización y planificación de la respuesta en emergencias radiológicas.**

### **Descripción**

La existencia una amplia aplicación de las técnicas nucleares en la medicina, la industria, la investigación y la agricultura, como resultado de políticas que favorecen y promueven la utilización de las radiaciones ionizantes en diferentes ramas de la actividad social, auspiciado en ocasiones por organismos internacionales, que favorecen la transferencia de tecnologías de avanzada, el suministro de equipamientos, el intercambio de expertos y la formación de especialistas, potenciando de tal forma los usos beneficiosos de dichas aplicaciones. Estas tendencias al uso creciente de las técnicas nucleares, debe llevar implícita una voluntad, tendiente al fortalecimiento de las infraestructuras y al desarrollo de las autoridades encargadas de regular y controlar las fuentes y prácticas, asociadas a las radiaciones ionizantes, encaminadas a garantizar su utilización segura y en consecuencia minimizar los riesgos derivados de las mismas.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos antes citados existe una potencial posibilidad de ocurrencia de sucesos radiológicos accidentales vinculados a errores humanos y violaciones de los principios de la protección radiológica. Razones que aconsejan disponer de capacidades de respuesta para enfrentar y mitigar las consecuencias en situaciones de accidentes radiológicos.

## **El servicio permitirá desarrollar y elaborar los planes de emergencia radiológica en correspondencia con el nivel de aplicación de las técnicas nucleares en las instituciones**

### **Alcance**

- Asesoría en la elaboración e implementación de planes de emergencias radiológicas
- Capacitación y entrenamiento en temas relacionados con la organización, planificación y respuesta en emergencias radiológicas
- Participación de grupos de respuesta en situaciones de emergencias radiológicas en materia de monitoreo ambiental, determinación de radionúclidos en muestras ambientales, descontaminación radiactiva (terrenos, objetos, equipos), recolección y gestión de desechos radiactivos

## ANEXO II

### CURSOS DE CAPACITACION CPHR

- **Curso Regional de Capacitación sobre notificación, registro, concesión de licencias y control de fuentes radiactivas** organizado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones y Centro Nacional de Seguridad Nuclear La Habana, Cuba, 1997.
- **Curso de Capacitación en grupo sobre notificación, registro, licencias y control de fuentes radiactivas, (Proyecto Modelo)**, organizado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones y Centro Nacional de Seguridad Nuclear La Habana, Cuba, marzo/1998.
- **Curso Pre - Congreso: "Protección Radiológica al paciente en la Práctica Médica"**, organizado en los marcos del Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear, por Grupo Iberoamericano de Protección Radiológica, Universidad de Extremadura, España, Instituto Superior de Ciencia y Tecnología Nuclear, Cuba y Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, La Habana, Cuba, 1998.
- **Curso Regional de Capacitación sobre gestión de desechos provenientes de aplicaciones nucleares**, *organizado por el* Organismo Internacional de Energía Atómica, Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, La Habana, Cuba, octubre, 1999.
- **Curso Interregional de Capacitación sobre procedimientos de calibración y garantía de calidad en laboratorios secundarios de calibración dosimétrica**, *organizado por el* Organismo Internacional de Energía Atómica, Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, La Habana, Cuba. Septiembre 1999.
- **Curso Nacional de Protección Radiológica para los responsables de protección radiológica de las instituciones usuarias**, organizado por Ministerio de Salud Pública y Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, La Habana, Cuba, 1996.
- **Curso Nacional de Protección Radiológica en Radiodiagnóstico** Ministerio de Salud Pública y Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones. La Habana, Cuba, 1996.
- **Cursos de postgrados en temáticas de protección radiológica para personal de salud pública y otras aplicaciones de las técnicas nucleares**, para oficiales de protección radiológica de entidades usuarias de fuentes de radiaciones ionizantes organizado por Ministerio de Salud Pública y Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, La Habana, Cuba, 1997.
- **Curso de Atención Médica Especializada a Personas Sobreexpuestas por Irradiación Externa y/o Contaminación Radiactiva** Organización Panamericana de la Salud, Ministerio de Salud Pública de Cuba, Secretaría Ejecutiva para Asuntos Nucleares de Cuba y Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, La Habana, Cuba, 1991.
- **Módulo de Riesgo Radiológico de la Maestría de Salud Ocupacional** Instituto de Salud de los Trabajadores y Ministerio de Salud Pública. La Habana, Cuba, 1998.
- **III Curso de Actualización para Inspectores de Protección Radiológica de Salud Pública**, organizado por el Ministerio de Salud Pública y Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, La Habana, Cuba, 1998.
- **Curso Nacional de Emergencias Radiológicas** organizado por Centro Nacional de Seguridad Nuclear, Instituto de Ciencias y Tecnología Nuclear con la participación del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, La Habana, Cuba, 1999

- **Ciclo de conferencias magistrales sobre Accidente de Chernobil** impartida por especialistas del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones a estudiantes de Universidad de Extremadura. Barajoz y Plasencia, España, 1999
- **Ciclo de conferencias magistrales de Protección Radiológica** impartidas por especialistas del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones a estudiantes de la carrera de tecnologías medicas Facultad de Medicina de la Universidad de Montevideo Uruguay, 2000
- **Curso Nacional de Emergencias Radiológicas** organizado por Centro Nacional de Seguridad Nuclear con la participación del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones La Habana, Cuba, 2000
- **Seminario sobre aspectos médicos de las emergencias radiológicas** impartido por especialistas del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones en IPEN Sao Paulo, Brasil, 2000
- **Curso Nacional Aspectos Médicos de las Emergencias Radiológicas** organizado por Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, Centro Nacional de Seguridad Nuclear y Delegación Territorial del CITMA en Holguin, Holguin, Cuba, 2000
- **Misión de experto para impartir dos cursos sobre Emergencias Radiológicas** auspiciada por el Organismo Internacional de Energía Atómica con la participación de especialistas del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, dirigidos médicos de Ministerio de Sanidad y de los Servicios Médicos de la Industria Petrolera. Así como asesorar a las autoridades nacionales sanitarias y nucleares en materia de Emergencias Radiológicas Caracas, Maracay y Sao Tomé, Venezuela 1997
- **Misión de Experto para impartir curso y asesorar en materia de Emergencias Radiológicas, así como para asesorar en la realización de un simulacro de Accidente Radiológico** auspiciada por Organismo Internacional de Energía Atómica con la participación de especialistas del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones dirigida a la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Quito, Ecuador Oct. 1998.
- **Curso Regional de Capacitación sobre Control de Descargas y Monitoreo Ambiental de Material Radiactivo asociado a Prácticas Médicas e Industriales** con participación de especialistas del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones en calidad de profesores en Santiago de Chile, Chile, Diciembre 2000.
- **Curso Nacional de Capacitación para instructores en Respuesta a Emergencias Radiológica,,** Cuerpo de Bomberos de Bomberos, La Habana marzo 2003

## ANEXO III

### INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO DISPONIBLE EN EL CPHR

#### Para ejecutar la vigilancia radiológica individual:

- Contador de Cuerpo Entero con cámara blindada para medición de emisores gamma en el rango de 0.1 - 3 MeV (AMD = 70 Bq para Cs-137 y tiempo de medición de 30 min.)
- Sistema con detector de centelleo líquido para la detección de emisores beta (H-3, C-14, P-32) en orina.
- Laboratorio de Dosimetría Personal Acreditado (norma ISO/IEC:25:1992) por la Oficina Nacional de Normalización; con dosímetros fílmicos para radiación fotónica con energías entre 0.015 y 3 MeV y un rango de dosis entre 0.2 mSv y 3 Sv. Los resultados del Laboratorio son expresados en los términos de las magnitudes operacionales definidas por la ICRU(Reporte 51).
- Laboratorio de Dosimetría Personal Acreditado (norma ISO/IEC:25:1992 con posterioridad con la ISO/IEC:17025:2000) por la Oficina Nacional de Normalización; con dosímetros termoluminiscentes para radiación fotónica con energías entre 0.015 y 3 MeV y un rango de dosis hasta 10 Sv. Los resultados del Laboratorio son expresados en los términos de las magnitudes operacionales definidas por la ICRU(Reporte 51).

Una de las principales actividades desarrolladas por estos laboratorios fue la medición de más de 6000 niños provenientes de las zonas afectadas por el accidente de Chernobil.

Al respecto se publicó de conjunto con el OIEA el documento:

IAEA-TEC-DOC-958: Dosimetric and biomedical studies conducted in Cuba of children from areas of the former USSR affected by the Chernobyl accident.

#### Para ejecutar la vigilancia radiológica ambiental en todo el territorio nacional:

- **Laboratorio de Vigilancia Radiológica Ambiental, Acreditado (norma ISO/IEC:25:1992) por la Oficina Nacional de Normalización, equipado con:**
  1. Instrumental necesario para el muestreo de todos los tipos de objetos ambientales (aire, suelos, aguas salinas y no salinas, productos agrícolas, alimentos y otros).
  2. Medios para realizar estudios y muestreos "in situ".
  3. Sistemas de medición gamma-espectrométricos de alta resolución con detectores de Ge(Hp) y NaI(Tl) de gran volumen.
  4. Cámaras de blindaje pasivo para mediciones de bajo fondo, capaces de garantizar los límites de detección imprescindibles en las mediciones de niveles ambientales de radiactividad.
  5. Sistemas para mediciones de bajo fondo alfa y beta, que alcanzan los niveles de conteos recomendados internacionalmente para los estudios medioambientales.
  6. Contadores de centelleo líquido automático.
  7. Cámaras de ionización de gran volumen y detector de centelleo para mediciones de tasa de dosis gamma ambiental, con un límite de detección inferior a los 40 nGy/h.
  8. Red de Vigilancia Radiológica Ambiental con 18 estaciones distribuidas por todo el país. Cuatro de estas estaciones ejecutan el monitoreo y la evaluación a tiempo real, controlando los niveles de actividad en aerosoles, fallout y tasa de dosis.
  9. Sistema lector TLD para las aplicaciones ambientales de este método dosimétrico.

10. Sistema de determinación “in situ” de concentraciones ambientales de Rn-222 con un límite de detección de 5 Bq/m<sup>3</sup>.
11. Capacidades para la determinación “in situ” de emisores gamma en superficies, en base a detectores de centelleo.
12. Laboratorios para el tratamiento previo, análisis químico y radioquímico de muestras ambientales.

El Laboratorio de Vigilancia Radiológica Ambiental desde enero/1996 forma parte de la **Red GERMON (OMS/PNUMA)**. Esta red internacional creada para reportar de forma regular los niveles de radiactividad ambiental y dar respuesta rápida de las mediciones ambientales ante expulsiones considerables de radiactividad exige de requisitos mínimos de medición para poder integrarla, los cuales fueron totalmente cumplidos por el Laboratorio. Ha sido solicitada su inclusión en las redes ALMERA y de control de alimentos, ambas en fase de organización por el OIEA.

**Para realizar la gestión de desechos radiactivos en la República de Cuba:**

- **Planta de Tratamiento de Desechos Radiactivos, que dispone de:**

1. Almacén de desechos radiactivos de baja y media actividad
2. Facilidades para ejecutar las tareas de segregación, tratamiento y acondicionamiento de desechos sólidos, líquidos y fuentes radiactivas en desuso.
3. Equipamiento indispensable para ejecutar las tareas de control de calidad durante el tratamiento y el acondicionamiento de los desechos y para las investigaciones en este campo.
4. Equipamiento necesario en la caracterización de los desechos radiactivos sobre la base de sistemas de centelleo líquido y detectores de estado sólido.

Se cuenta en esta área con una tecnología propia para la gestión de desechos radiactivos de baja y media actividad, documentada en procedimientos técnicos que han servido de base a las misiones de expertos que en la región se ha brindado.

**Para realizar la metrología de las radiaciones ionizantes:**

- **Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD) Acreditado (norma ISO/IEC:25:1992 con posterioridad con la ISO/IEC:17025:2000) por la Oficina Nacional de Normalización, que dispone de:**

1. Tres salas de irradiación
2. Dispositivos para garantizar la seguridad radiológica en las salas de irradiación: circuito cerrado de TV, sistemas contra intrusos, etc.
3. Irradiador de Cs-137, con actividad de 20 Ci, para calibrar a nivel de protección radiológica.
4. Irradiador X, de 160 KVp, para niveles de protección radiológica, radiodiagnóstico y radioterapia superficial.
5. Banco de calibración y accesorios
6. Patrones que cubren para radiación fotónica los rangos de protección radiológica, radiodiagnóstico y radioterapia:
  - a) Electrómetros, NE 2590 y 2570
  - b) Cámaras de Ionización, FARMER (NE 2561, 2575, 2532, PTW 23 344)
  - c) Fuentes de Control: NE 2562, 25 0313, 2576 y 25 38/3
  - d) Maniqués: De agua (OIEA, 2537/3, 2566A, 2528/3A)
  - e) Kit de control de calidad en radiodiagnóstico

- f) Kit de control de calidad en radioterapia

El LSCD del CPHR pertenece a la **Red Internacional OIEA/OMS de Laboratorios Secundarios de Calibración Dosimétrica**; creada para conferir mayor precisión a la dosimetría aplicada a las radiaciones ionizantes, particularmente en radioterapia y protección radiológica. Para ser miembro de la misma el LSCD cumple con una serie de requisitos establecidos, relacionados con el equipamiento, locales y el personal que labora en el mismo. Está integrada por más de 40 países de todas las regiones del mundo.

**Para ejecutar la dosimetría biológica en emergencias radiológicas:**

- **Laboratorio de Radiobiología, que dispone de:**
  1. El Laboratorio de Dosimetría Citogenética, pionero de la especialidad en América Latina con más de 10 años de experiencia, cuenta con cabina de flujo laminar, incubadoras, centrifugas, microscopios con sistema de digitalización de imágenes y demás accesorios para ejecutar las evaluaciones en linfocitos humanos.
  2. El Laboratorio de Indicadores Bioquímicos evalúa en el plasma sanguíneo el efecto de las radiaciones, cuenta con espectrofotómetro, centrifuga y otros accesorios necesarios para desarrollar su labor.

## **ANEXO IV**

### **MISION**

“Realizar proyectos y servicios competitivos en el campo de la seguridad radiológica y en otros vinculados a la protección de las personas y el medio ambiente.”

### **VISION**

“Somos una institución científica de reconocido prestigio internacional, que opera de acuerdo a un sistema de calidad total, sustentada por un equipo profesional motivado, que genera un crecimiento económico sostenible y satisface plenamente a sus clientes”

### **POLÍTICA DE CALIDAD**

1. Satisfacer permanentemente las expectativas de nuestros clientes, ofreciendo servicios científico- técnicos y proyectos de investigación- desarrollo competentes.
2. Exigir la realización de todas las actividades según los procedimientos establecidos.
3. Garantizar la confidencialidad de la información de los clientes, tanto la recibida como la entregada.
4. Garantizar que el sistema de calidad implantado en el CPHR cumpla con los requisitos de la ISO 9002.
5. Garantizar la motivación de los trabajadores



**ANEXO V**

**PROYECTOS DE INVESTIGACION-DESARROLLO**

<b>TITULO</b>	<b>ESTADO DE EJECUCIÓN</b>
Introducción de indicadores bioquímicos de estrés oxidativo en la evaluación del daño por radiación	EJECUTADO
Evaluación de las dosis que recibe la población cubana debido a la exposición a fuentes ambientales de radiación intensificadas por modificaciones tecnológicas	EJECUTADO
Evaluación del impacto radiológico del accidente de Chernobil en niños de los territorios afectados atendido en Cuba	EJECUTADO
Perfeccionamiento del sistema computarizado para la adquisición, procesamiento y control de la información dosimétrica de los trabajadores ocupacionalmente expuestos	EJECUTADO
Estudios de las propiedades metrológicas de los patrones dosimétricos del CPHR y perfeccionamiento de los esquemas de transmisión	EJECUTADO
Estudio de la exposición ocupacional y medica en la practica nacional de diagnostico por Rayos X convencional y la radiología inversionista	EJECUTADO
Estudio para el establecimiento de restricciones de dosis para la exposición ocupacional en la practica medica	EJECUTADO
Evaluación de la situación de Protección Radiológica en la práctica de medicina nuclear y su optimización	EJECUTADO
Establecimiento de los criterios de aceptación para los bultos de desechos radiactivos acondicionados y de los métodos para el control de calidad de los mismos.	EJECUTADO
Análisis de seguridad del deposito de Managua como instalación de almacenamiento por tiempo prolongado de desechos radiactivos acondicionados de media y baja actividad	EJECUTADO
Evaluación radiológica y gestión de las fuentes de radiación en desuso para el desmantelamiento del irradiador del CEADEN	EJECUTADO
Gestión de las fuentes de radiación en desuso procedentes del Irradiador de la Planta de Irradiación de Alimentos (PIA).	EJECUTADO
Aplicación de las determinaciones de <sup>137</sup> Cs en muestras ambientales a la datación de sedimentos y la determinación de las tasas de erosión de los suelos	EJECUTADO
Disponibilidad de un sistema de medición para la determinación de la contaminación interna en caso de sucesos radiológicos accidentales	EJECUTADO
Definición de una solución técnica y económicamente factible para la situación actual de los locales contaminados en la Sección B del INOR	EJECUTADO
Modelación y estimación de parámetros en los perfiles de campo de radiación en la dosimetría de fotones.	EJECUTADO
Procedimientos para la determinación de actividad por métodos in vivo o in vitro, debida a la incorporación de radionúclidos al organismo del personal que labora en instituciones que manipulan fuentes abiertas de radiaciones ionizantes.	EJECUTADO
Obtención y desarrollo de una metodología para la evaluación de los impactos asociados al medio ambiente por el aislamiento de residuos radiactivos y químicos	EJECUTADO
Proyecto de reglamentación para el establecimiento de los niveles de intervención derivados en alimentos y el control radiológico de su importación y exportación	EJECUTADO
Perfeccionamiento de la Capacidad de Respuesta de los Equipos de Intervención en Situaciones Accidentales	EJECUTADO
Caracterización meteorológica y de la dispersión de los contaminantes en la atmósfera en la región de emplazamiento de la Central Electronuclear de Juraguá	EJECUTADO
Calibración de instrumentos dosimétricos usados ne radiología diagnóstica	EJECUTADO

Completamiento de las capacidades técnicas del Laboratorio de Cuerpo Entero para la medición de gamma emisores	EJECUTADO
Confirmación técnica económica y social integral del sector estudiado para el emplazamiento del Repositorio Nacional de Desechos radiactivos	EJECUTADO
Perfeccionamiento de la Atención Médica para afrontar accidentes radiológicos	EJECUTADO
La percepción del riesgo radiológico en el entorno hospitalario	EJECUTADO
Perfeccionamiento de la respuesta médica en situaciones accidentales	EJECUTADO
Montaje de la determinación de Tritio en muestras de agua por el método de enriquecimiento electrolítico	EJECUTADO
Establecimiento de las bases para el control de las exposiciones a las radiaciones no ionizantes en Cuba	EN EJECUCION
Reacondicionamiento de bultos de desechos radiactivos en mal estado. Caracterización radiológica y desarrollo de la metodología	EN EJECUCION
Programa para la protección del embrión – feto debido a la exposición médica de su progenitora	EN EJECUCION
Automatización y desarrollo del sistema de vigilancia radiológica ambiental en la República de Cuba	EN EJECUCION
Incremento de la exactitud e instauración del marco metrologico legal en el campo de la dosimetría fotónica de radioterapia en Cuba	EN EJECUCION
Desarrollo de un sistema de dosis para radioinmunoterapia loco - regional de tumores cerebrales	EN EJECUCION
Utilización de indicadores evolutivos del funcionamiento medular y daño radiacional en transplantes de células progenitoras hematopoyéticas	EN EJECUCION
Estudio y evaluación de situaciones de exposición profesional a radiaciones ionizantes no reguladas	EN EJECUCION
Evaluación de la situación radiológica en el país, actual y potencial, producto de la gestión de chatarra ferrosa y no ferrosa	EN EJECUCION
Extensión de los servicios de dosimetría y de calibración dosimétrica a los campos de radiación beta	EN EJECUCION
Obtención y desarrollo de una metodología para la evaluación de los impactos asociados al medio ambiente por el aislamiento de residuos radiactivos y químicos	EN EJECUCION
Caracterización del acuífero cársico de la Cuenca de Vento utilizando técnicas nucleares. Propuesta de medidas para su mejor explotación	EN EJECUCION
Establecimiento de pautas para el empleo racional y optimizado de exposiciones médicas diagnósticas en pediatría	EN EJECUCION
Mejoramiento de la efectividad de la preparación y respuesta en emergencias radiológicas	EN EJECUCION
Sistematización e informatización de la documentación relevante de la gestión de desechos radiactivos en Cuba	EN EJECUCION
Utilización de las técnicas del CS – 137 en la lucha contra la erosión en agrosistemas frágiles del país	EN EJECUCION
Introducción del Ensayo Cometa para la evaluación in vivo del efecto sobre el ADN originado por bajas dosis de radiación	EN EJECUCION
Desarrollo y validación de GESCAL Sistema Computarizado de Gestión de Calidad	EN EJECUCION
Estudio para el establecimiento de restricciones de dosis para la exposición ocupacional en algunos de los oficios más comunes del país	EN EJECUCION

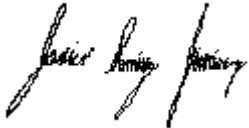
ocupacional en algunas de las prácticas más comunes del país	
Perfeccionamiento de la Vigilancia Radiológica de Alimentos y Aguas en la República de Cuba	EN EJECUCION
Valoración de diferentes sistemas de medición y procesamiento estadístico en el ensayo cometa	EN EJECUCION
Desarrollo de herramientas para la información a profesionales de la Salud, pacientes y público sobre las prácticas de Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico.	EN EJECUCION
Estudio de la exposición médica en radiología intervencionista y montaje del soporte metrológico de la dosimetría clínica en radiodiagnóstico	EN EJECUCION
Evaluación del desempeño metrológico del servicio de dosimetría personal externa de Cuba en términos de dosis equivalente personal profunda	EN EJECUCION
Introducción del ensayo cometa para la evaluación in vivo del efecto del ADN originado por bajas dosis de irradiación	EN EJECUCION

# MEXICO

17. **CENTRO PARA MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR**
18. **CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS - LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL**
19. **LABORATORIO DE MONITOREO AMBIENTAL**
20. **CENTRO REGIONAL PARA LA CALIBRACIÓN ELÉCTRICA Y LA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DOSIMÉTRICOS UTILIZADOS EN RADIOTERAPIA**

## **17. CENTRO PARA MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Centro para Mantenimiento, Reparación y Diseño de Instrumentación Nuclear Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares Departamento de Electrónica Km. 36.5 Carretera México-Toluca, Ocoyoacac, 52045, México Tel. (52) 55 53 29 72 95 Fax: (52) 55 53 29 73 27</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Ing. Francisco Javier Ramírez Jiménez                      E-mail: <a href="mailto:fjrj@nuclear.inin.mx">fjrj@nuclear.inin.mx</a></p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACIÓN CONCRETOS OFRECIDOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reparación de detectores de radiación de estado sólido de silicio-litio y de germanio hiperpuro.</li><li>• Reparación de instrumentación electrónica nuclear como preamplificadores sensibles a carga, amplificadores de espectroscopía, convertidores analógico- digital, analizadores multicanal.</li><li>• Capacitación práctica (hands-on) en reparación de detectores de radiación y de estado sólido de silicio-litio y germanio hiperpuro, y en reparación de instrumentación electrónica nuclear (preamplificadores sensibles a carga, amplificadores de espectroscopía, convertidores analógico-digital, analizadores multicanal).</li></ul>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b></p> <p><b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Detectores de radiación de diferentes tipos (centelleo, Geiger-Müller, proporcionales, germanio hiperpuro, silicio-litio, barrera superficial)</li><li>• Bomba turbomolecular</li><li>• Cámara anaeróbica</li><li>• Detector de fugas de vacío</li><li>• Soldador ultrasónico</li><li>• Cámara de extracción</li><li>• Horno de vacío y medidores</li><li>• Instrumentación modular de tipo nuclear NIM (preamplificadores sensibles a carga, amplificadores de espectroscopía, convertidores analógico digital, analizadores multicanal, unidades de retardo y coincidencia, fuentes de alto voltaje, etc.).</li><li>• Instrumentos de medición en general (osciloscopios, generadores de funciones, trazadores de curvas, analizadores lógicos, medidor de capacitancia-voltaje )</li><li>• Computadoras personales, tarjetas de adquisición de datos.</li><li>• Programas de cómputo requeridos en estas actividades</li><li>• Accesorios para restaurar vacío a diversos modelos de detectores</li><li>• Taller mecánico para construir accesorios de precisión.</li></ul> <p><b>b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 4 Ingenieros en electrónica, especialistas en diseño y reparación de detectores de radiación y electrónica analógica</li><li>• 2 técnicos en electrónica</li></ul>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> El Centro realiza sus funciones desde 1994 en forma ininterrumpida, con lo que se han beneficiado tanto las instalaciones nucleares e instituciones, como sus especialistas que han sido capacitados.</p>

<p align="center"><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b></p> <p>Reparación de detectores de germanio hiperpuro y silicio-litio del Centro Nuclear de México, la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, Secretaría de Salud, Departamento del Distrito Federal, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de Seguridad y Salvaguardias, Compañía NESTLÉ.</p> <p>Capacitación a personal del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, la Comisión Nacional de Seguridad y Salvaguardias y la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde.</p>
<p align="center"><b>PAÍSES DE LA REGIÓN QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS.</b></p> <p>La capacitación y los servicios de reparación de detectores de radiación del Centro han sido aprovechados prácticamente por todos los países de América Latina, ya que muchos de los detectores han sido reparados dentro de los mismos cursos ofrecidos, con el beneficio adicional de que los participantes han podido regresar a sus instituciones con los detectores reparados.</p> <p>Adicionalmente, países como Perú, Venezuela y Chile han enviado detectores para reparar, con el beneficio de una respuesta rápida y un costo de reparación menor.</p> <p>Se ha capacitado aproximadamente a 55 personas en 10 cursos regionales.</p>
<p align="center"><b>OTROS PAÍSES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>Se ha proporcionado capacitación práctica (hands-on) en reparación de detectores de radiación y de estado sólido de silicio-litio y de germanio hiperpuro, así como en reparación de instrumentación electrónica nuclear en estancias especiales de entrenamiento a especialistas de Guatemala, Costa Rica, Jordania y Siria.</p>
<p align="center"><b>UTILIZACIÓN POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS.</b></p> <p>El OIEA ha contratado los servicios del Centro para la reparación de tres detectores de Paraguay y uno de Guatemala, así como los servicios de capacitación para entrenar especialistas de Guatemala, Costa Rica, Jordania y Siria.</p>
<p align="center"><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACIÓN DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS</b></p> <p>El impacto que han tenido las actividades del Centro ha consistido en la adecuación de los cursos de capacitación a las necesidades de los participantes. En el caso de las reparaciones, éstas se han realizado dentro del tiempo convenido, con el consiguiente ahorro en el costo de las mismas y con el respaldo de una garantía de 6 meses en el trabajo desarrollado.</p>
<p>Nombre y firma Director</p> <p align="center">  </p> <p>Francisco Javier Ramírez Jiménez</p> <p align="right"><i>Fecha: 2 de abril de 2003</i></p>

## **18. CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS - LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Laboratorio de Microbiología Ambiental <b>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Irapuato</b> Km. 9.6 del Libramiento Norte de la Carretera Irapuato-León. 36500 Irapuato, Gto., México Tels.: +52 (462) 624 5900; +52 (462) 623 9602 Fax: +52 (462) 624 5996</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Dr. Juan José Peña Cabriales      E-Mail: <a href="mailto:ipena@ira.cinvestav.mx">ipena@ira.cinvestav.mx</a></p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACIÓN CONCRETOS OFRECIDOS</b> El laboratorio cuenta con la infraestructura de equipo y personal para impartir capacitación de alta calidad en líneas de investigación relacionadas con microorganismos del suelo en el ciclaje de nutrimentos (n, p y agua), a través de cursos y talleres teórico-prácticos en las siguientes áreas:</p> <p><u>Cursos:</u></p> <p>Microbiología del suelo Ecología microbiana Microbiología ambiental Uso de técnicas nucleares en la investigación agrícola</p> <p><u>Talleres:</u></p> <p>Fijación biológica de N<sup>15</sup> en leguminosas (inoculantes). Eficiencia de uso de N<sup>15</sup> en gramíneas (fuente, época y balance de N). Análisis de N<sup>15</sup> por espectrometría de emisión (NOI-6ePC). Manejo del espectrómetro de emisión óptica (NOI-6ePC). Control de calidad en el análisis de N<sup>15</sup> por emisión óptica (estadística). Ciclaje de P-32 (fuente, época, materia orgánica y balance de P). Fijación y residualidad de P-32 (suelos). Análisis de P-32 (centelleo y espectrofotometría). Uso y manejo de sonda de neutrones (CPN 500 R). Dinámica de agua en el sistema agrícola (suelo-planta-atmósfera). Ecología de microorganismos de importancia agrícola (<i>Rhizobium</i>, <i>Aspergillus</i>, <i>Pseudomonas</i>, etc.). Corrosión de metales (Bacterias sulfato-reductoras). Biorremediación de suelos (Compuestos xenobióticos). Biodiversidad microbiana en suelos (Bacterias).</p>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b></p> <p><b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b></p> <p>El Laboratorio está equipado para desarrollar técnicas de uso de trazadores isotópicos y de microbiología del suelo. Se cuenta en un laboratorio anexo con espectrómetro de emisión óptica (NOI-6ePC) para el análisis de la relación isotópica N<sup>15</sup>/N<sup>14</sup> en muestras vegetales y suelos. Además se tiene el equipo para el procesamiento de muestras previo a su análisis isotópico: hornos de secado HERAUS, balanzas analíticas SARTORIUS, campanas de extracción ALDER, sistema de digestión TECATOR, sistema de destilación TECATOR, buretas electrónicas BRAND, molinos THOMAS WILLEY, cristalería y otros implementos. Para el estudio de agua en suelo se cuenta con una sonda de neutrones CPN, barrenas de suelo CPN, cápsulas, hornos de secado, balanzas granatarias y analíticas, tubos de acceso para sonda de neutrones, tensiómetros SIDEC para cuantificar la humedad gravimétrica y soluciones nutrimentales en suelos y psicrómetros WESCOR. Asimismo, se tiene un contador de centelleo PACKARD para la determinación de radionúclidos como P<sup>32</sup>, C<sup>14</sup> y H<sup>3</sup>. Existen además laboratorios de uso común como cromatografía de gases, espectrofotometría, cámaras de crecimiento, cuarto de balanzas, cuartos fríos, incubadoras, baños</p>

metabólicos, centrífugas, invernaderos y campo experimental. Finalmente, se cuenta con una biblioteca especializada sobre las diferentes líneas de investigación que se desarrollan en este Centro.

**b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)**

El Centro cuenta con personal capacitado para la realización de estudios y análisis isotópicos, así como el uso de técnicas tradicionales de microbiología y biología molecular:

1 Doctor en Ciencias: Dr. Juan José Peña Cabriales-Responsable  
1 Maestro en Ciencias: M. en C. José Antonio Vera Núñez-Asistente  
1 Técnico de Investigación: Prof. Simón Rodríguez-Técnico

Además, hay estudiantes de maestría y doctorado que inciden en las investigaciones que se desarrollan en el laboratorio, así como una red de investigación que abarca diferentes zonas del país donde se desarrolla investigación usando isótopos.

**EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

Desde 1983, a través de programas de investigación coordinada y de contratos de investigación, cursos, talleres y entrenamientos financiados por el OIEA, se ha capacitado personal en el uso de las técnicas nucleares y análisis de isótopos tanto estables como radiactivos. Por otro lado, la participación desde 1990 en ensayos de aptitud sobre el análisis de  $N^{15}$  implementados por el OIEA, ha redundado en la realización de análisis de  $N^{15}$  por espectrometría de emisión óptica con alto grado de confiabilidad. Mediante vínculos de trabajo con universidades y centros de investigación del país, se desarrollan estudios sobre el uso de isótopos asesorando en el diseño experimental y científico del estudio, así como realizando la parte analítica de las muestras vegetales y suelo en los ensayos isotópicos. Esto ha permitido que en varias ocasiones el Laboratorio haya sido considerado por el OIEA como sede para la capacitación en el uso de técnicas nucleares para becarios de Latinoamérica. Asimismo, ha sido anfitrión de visitas científicas por parte de expertos de la región, lo que ha permitido desarrollar infraestructura tanto de personal como de equipo. Se cuenta con un espectrómetro de emisión óptica único en el país, para el análisis de  $N^{15}$ , contador de centelleo para análisis de radionúclidos y sonda de neutrones para estudios de agua en el campo.

Próximamente, a través de un proyecto financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se adquirirá un cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas, un espectrofotómetro UV/Visible-Fluorescencia y un analizador automático multielemental.

**SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS**

Mediante vínculos de trabajo establecidos con universidades y centros de investigación del país, se desarrollan estudios en el uso de isótopos asesorando y dirigiendo en el diseño experimental y científico de los estudios, así como realizando el estudio analítico de isótopos de las muestras vegetales y suelo.

**PAÍSES DE LA REGIÓN QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

A través de los diferentes eventos desarrollados se ha fortalecido la capacitación de recursos humanos y la presencia de expertos, lo que ha permitido diseñar estrategias de investigación de alta calidad en la problemática agrícola de los países. Los países de la región que han enviado estudiantes para recibir capacitación y entrenamiento en el Centro son Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, República Dominicana y Venezuela. Han participado además en Talleres y Reuniones, profesionales de Argentina, Cuba, Chile, Guatemala, Venezuela y Uruguay.

**OTROS PAÍSES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

El Laboratorio de Microbiología Ambiental fue anfitrión de un taller organizado por el OIEA en el tema del aseguramiento de la calidad en el análisis de  $N^{15}$  por espectrometría de emisión óptica, con la participación de científicos de Argelia, Etiopía, Malasia, Marruecos, Tailandia y Turquía. Esto permitió discutir problemas con los participantes, fortaleciendo la implementación de herramientas para el aseguramiento de calidad analítica. Por otro lado, la participación en los ejercicios de aptitud en el aseguramiento de la calidad analítica de  $N^{15}$  ha derivado en la obtención de refacciones menores para el funcionamiento del espectrómetro de emisión del laboratorio, así como de estándares, materiales de referencia y fertilizante marcado con  $N^{15}$  para la generación de los mismos.



### **UTILIZACIÓN POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS**

El OIEA ha recurrido al Laboratorio en múltiples ocasiones para la realización de diferentes eventos tanto de capacitación como de discusión de proyectos para la región de América Latina. Entre éstos se pueden destacar:

- 1989 Reunión del CRP sobre "Mejoramiento de la Fijación Biológica de Nitrógeno en el Frijol Común en América Latina".
- 1994 Entrenamiento sobre el "Uso de las Técnicas Nucleares en Estudios de Manejo del Agua", recibiendo como becario a Fabián Flores Cueva de Ecuador.
- 1996 Curso Regional de Capacitación FAO/OIEA sobre "Uso de las Técnicas Nucleares en los Estudios de las Relaciones Suelo-Planta".
- 1996 Primera Reunión de Coordinadores del Proyecto ARCAL XXII "Gestión de la Nutrición de las Plantas, del Suelo y del Agua".
- 1998 Workshop on "Quality Assurance in N<sup>15</sup> Analyses by Optical Emission Spectrometry".
- 1998 Entrenamiento sobre el "Uso de las Técnicas Nucleares en Estudios de Fijación Biológica de Nitrógeno", recibiendo a la becaria Tamara Sánchez Pérez de Cuba.
- 2000 Tercera Reunión de Coordinadores del Proyecto ARCAL XXII "Gestión de la Nutrición de las Plantas, del Suelo y del Agua".
- 2001 Reunión Final de Coordinadores del Proyecto ARCAL XXII "Gestión de la Nutrición de las Plantas, del Suelo y del Agua".

### **IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACIÓN DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS**

El desarrollo de las actividades descritas ha redundado en la capacitación de personal en el uso de las técnicas nucleares y análisis de isótopos, en la realización de análisis de N<sup>15</sup> por espectrometría de emisión óptica con alto grado de confiabilidad y en estudios sobre el uso de isótopos, posibilitando para el Centro la obtención de equipos y materiales y permitiendo el establecimiento de relaciones científicas con expertos en diferentes disciplinas, tanto de Europa como de América Latina y con personal del OIEA.

### **NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAÍS, DE LA REGIÓN Y FUERA DE LA REGIÓN**

El CINVESTAV-IPN, Unidad Irapuato es reconocido tanto a nivel nacional como internacional como una institución de prestigio académico. Específicamente, el Laboratorio de Microbiología Ambiental cuenta con un historial de casi 20 años desarrollando investigación con el uso de isótopos. Su director ha fungido como experto del OIEA para el asesoramiento de investigadores en el uso de técnicas nucleares en América Latina. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias e Investigador Nivel III del Sistema Nacional de Investigadores.

Dentro del país, el Laboratorio de Microbiología Ambiental es quizás, después del ININ, la única institución donde el uso de isótopos es una herramienta de uso cotidiano en investigación. Esto ha propiciado que para gran parte de las investigaciones desarrolladas en el país relacionadas con el uso de N<sup>15</sup>, se recurra a este Centro tanto para asesoramiento experimental como para realización de análisis isotópicos.

### **CONDICIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL CENTRO POR PAÍSES DE LA REGIÓN**

No existe ninguna limitante para la utilización de la infraestructura de este Centro Designado. Únicamente es importante mencionar que el desarrollo de entrenamientos o cursos de capacitación debe corresponder a una programación definida en parte por las necesidades de los participantes y, por otro lado, por las prioridades de investigación del Centro.

Nombre y firma Director

Dr. Juan José Peña Cabriales

*Fecha: 4 de abril de 2003*

## **19. LABORATORIO DE MONITOREO AMBIENTAL**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> “Laboratorio de Monitoreo Ambiental”. Centro Nuclear Dr. Nabor Carrillo Flores, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares Km. 36.5 Carretera México-Toluca, Municipio de Ocoyoacac. 52045, Salazar, Edo. de México. Dirección WEB: <a href="http://www.inin.mx">www.inin.mx</a> Teléfono conmutador +52 (55) 5329-72-00</p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Quím. Esperanza Quintero Ponce. E-mail: <a href="mailto:eqp@nuclear.inin.mx">eqp@nuclear.inin.mx</a></p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACIÓN CONCRETOS OFRECIDOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Diseño y realización de Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental. Elaboración de los informes anuales de dichos programas.</li><li>• Servicios a usuarios tanto internos como externos, de medición de radiactividad en muestras ambientales, alimentos y otros productos.</li><li>• Asesorías a usuarios nacionales.</li><li>• Entrenamiento a becarios sobre la implementación de Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental en instalaciones radiológicas.</li></ul>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b></p> <p><b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Laboratorio de preparación física de muestras (secado y molienda).</li><li>• Laboratorio de radioquímica (I-131 en leche y Ra-226 en agua).</li><li>• Laboratorio de conteo de muestras (cuatro espectrómetros gamma, un sistema de centelleo líquido, un sistema de conteo alfa y beta total, y cuatro espectrómetros alfa).</li></ul> <p><b>b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grupo de muestreo y preparación de muestras ambientales, consistente en un profesionalista y dos técnicos.</li><li>• Grupo de radioquímica, compuesto por un profesionalista y un técnico.</li><li>• Grupo de conteo, formado por un profesionalista y un técnico.</li><li>• Equipo de elaboración de informes de los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental, con un investigador y un técnico.</li></ul>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Se cuenta con experiencia en el diseño, realización e informes de Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental. También en la realización de pruebas de fuga a fuentes selladas y en la medición de radiactividad en muestras ambientales, en alimentos y en otros productos.</p>

### **SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS**

- Entre las instituciones nacionales beneficiadas por los servicios del laboratorio están principalmente el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) y el Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos (CADER) en Maquixco, Estado de México.
- Se prestan asesorías a la Secretaría de Salud y a la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde.
- Se realizan pruebas de fuga a fuentes radiactivas selladas para PEMEX, industria siderúrgica, Hospital 20 de Noviembre del ISSSTE y otros usuarios en la industria privada.
- Para la Comisión Nacional del Agua se ha hecho determinación de actividad alfa y beta total en muestras de agua.
- Se prestan además servicios a empresas privadas sobre espectrometría gamma en muestras de alimentos de importación y exportación.

### **PAÍSES DE LA REGIÓN QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

Colombia y Venezuela han enviado becarios para recibir entrenamiento sobre la implementación de Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental en instalaciones radiológicas.

### **OTROS PAÍSES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

### **UTILIZACIÓN POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS**

El OIEA ha utilizado los servicios de este Centro Designado para entrenar becarios de dos países de la región, Colombia y Venezuela, en la implementación de Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental en instalaciones radiológicas (proyectos COL/97002P y VEN/1003R).

### **IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACIÓN DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS**

Aunque en México existen otros tres laboratorios de este tipo, este Centro Designado es el único en su género en el país autorizado para prestar servicios externos. La medición de radiactividad en muestras ambientales, alimentos y otros productos, y las pruebas de fuga en fuentes selladas, tienen como impacto el cumplimiento de la regulación nacional aplicable a instalaciones nucleares y radiactivas.

### **NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAÍS, DE LA REGIÓN Y FUERA DE LA REGIÓN**

Se tiene relación estrecha con el laboratorio similar operado por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con el cual se participa actualmente en un programa de intercomparación. También con el laboratorio de la Secretaría de Salud en Veracruz, con quien se está poniendo a punto la técnica de uso de Pu-239 y Am-241 en alimentos importados. Finalmente, se está participando en la actualidad con el Organismo Internacional de Energía Atómica en un ejercicio de intercomparación.

### **CONDICIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL CENTRO POR PAÍSES DE LA REGIÓN**

Debido a la carga de trabajo, se tiene disponibilidad de tiempo para la capacitación de becarios durante el 2º semestre de cada año. Además, debe hacerse el pago correspondiente acostumbrado por capacitación de cada becario recibido.

**Nombre y firma Director:**

*Fecha: 1º de abril de 2003*

\_\_\_\_\_  
Quím. Esperanza Quintero Ponce

## **20. CENTRO REGIONAL PARA LA CALIBRACIÓN ELÉCTRICA Y LA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DOSIMÉTRICOS UTILIZADOS EN RADIOTERAPIA**

<b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Centro Regional para Calibración, Reparación y Mantenimiento de Equipos Dosimétricos Utilizados en Radioterapia Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares Departamento de Electrónica Km. 36.5 Carretera México-Toluca, Ocoyoacac, 52045, México Tel. (52) 55 53 29 72 95 Fax: (52) 55 53 29 73 27
<b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Ing. Pedro Cruz Estrada                      e-mail: <a href="mailto:pce@nuclear.inin.mx">pce@nuclear.inin.mx</a>
<b>SERVICIOS O CAPACITACIÓN CONCRETOS OFRECIDOS</b> Servicios de reparación, mantenimiento y calibración de electrómetros y cámaras de ionización utilizadas en radioterapia, así como capacitación práctica en estas actividades.
<b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dos laboratorios: uno con ambiente controlado para calibración eléctrica de electrómetros y otro para reparación y mantenimiento de electrómetros y cámaras de ionización.</li><li>• Fuentes radiactivas de Sr<sup>90</sup> para prueba de cámaras de ionización.</li><li>• Acceso a los patrones radiactivos de Co<sup>60</sup> del Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica</li><li>• Equipos de referencia: capacitor estándar de 1000 pf ±5ppm; calibrador universal Fluke modelo 5101B; multímetro HP modelo 3455A; fuente de calibración Keithley modelo 263; electrómetro Keithley modelo 617.</li><li>• Equipos de trabajo: electrómetros, fuentes de intensidad de corriente, capacitores fijos y variables, décadas de resistencias, resistencias de impedancias altas, fuentes de alto voltaje, fuente de corriente ARCAL-01.</li><li>• Instrumentación en general: multímetros, osciloscopios (digitales y analógicos), fuentes de alimentación, puntas de alto voltaje, generadores de funciones, trazadores de curvas, analizadores lógicos.</li><li>• Accesorios: conectores, cables y adaptadores triaxiales.</li><li>• Computadoras personales, tarjetas de adquisición de datos y GPIB.</li><li>• Programas de cómputo requeridos en estas actividades.</li></ul> <p>c) <b>PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b> 3 Ingenieros en electrónica, especialistas en reparación y calibración eléctrica de electrómetros. 1 técnico en electrónica.</p>
<b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b>  Desde 1999 y en forma ininterrumpida, el Centro realiza sus funciones beneficiando a las instituciones del sector salud y al Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica del ININ con reparaciones realizadas con ahorro en su costo y con cursos de acuerdo a las necesidades de los participantes.

### **SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS**

- Se realiza la reparación y calibración de electrómetros para las siguientes instituciones: Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS, Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Centro Médico Nacional 20 de Noviembre del ISSSTE, Instituto Nacional de Cancerología, Hospital Médica Sur, diferentes laboratorios del ININ, Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, Hospital de Especialidades del IMSS en Guadalajara, RICOH Industrial de México, RADEMSA, Equipos para Hospitales, Hospital General de México.
- Se ha hecho reparación de cámaras de ionización a las siguientes instituciones: Seguridad Radiológica y Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica del ININ, RADEMSA, Asesoría Integral en Seguridad Radiológica.
- Se ha capacitado a personal del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, la Comisión Nacional de Seguridad y Salvaguardias y la Secretaría de Salud.

### **PAÍSES DE LA REGIÓN QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS.**

- Se hizo para Nicaragua, la reparación de equipos para medir parámetros de operación en máquinas de rayos-X para uso hospitalario (kVp meter y mAs).
- Fueron capacitadas 16 personas del ININ, PEMEX, Secretaría de Salud y Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias en un curso nacional de entrenamiento en el mantenimiento con control de calidad de sistemas de rayos-X.

### **OTROS PAÍSES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

Etiopía está por recibir un equipo medidor de forma de onda para rayos X desarrollado en el Centro Regional.

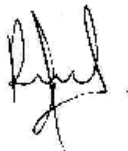
### **UTILIZACIÓN POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS.**

- El OIEA ha utilizado los servicios de reparación del Centro Regional para Nicaragua.
- Próximamente especialistas de Guatemala, Costa Rica, El Salvador y México recibirán capacitación en este Centro Regional en el mantenimiento de instrumentos de prueba con control de calidad, proporcionada con apoyo económico del OIEA dentro del proyecto ARCAL LIII.
- También dentro del proyecto ARCAL LIII fue desarrollado un medidor de forma de onda para rayos X que se distribuirá entre los países de la región.
- El equipo medidor de forma de onda para rayos X desarrollado por el Centro para Etiopía fue realizado mediante una orden de compra generada por el OIEA.

### **IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACIÓN DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACIÓN OFRECIDOS**

El impacto que tienen las actividades del Centro está relacionado con la realización de las reparaciones, dentro del tiempo convenido y con ahorros en el costo de las mismas, respaldadas por una garantía por 6 meses en el trabajo desarrollado. Por otra parte, la adecuación de los cursos a las necesidades de los participantes.

Nombre y firma Director



Pedro Cruz Estrada

Fecha: 2 de abril de 2003

# PERU

21. **PLANTA DE PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS**
22. **LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

## **21. PLANTA DE PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS**

<b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> Planta de Producción de radioisótopos
<b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> Ing. Manuel Castro Vicente
<b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> Producción de Radioisótopos, Radiofármacos y Agentes de Radiodiagnóstico. Capacitación de tesis y becarios.
<b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b>  a) <b>INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b> Celdas blindadas para producir I 131, Tc 99m, Sm 153, Ir 192 radioisótopos; cajas de guantes para producción de P 32 y S 35; campanas radioquímicas; laboratorios para producir KITS de Tc 99m; celda de calibración de radioisótopos; talleres de mecánica y electrónica. EQUIPOS: Calibradores isotópicos, Liofilizadores, Centellador líquido, Contador automático gamma, Cadena de espectrometría gamma, HPLC, Espectrofotómetro UV, etc. b) <b>PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b> Cantidad : 31 Personas Químicos: 03 Ing. Químicos: 06 Químico-Farmacéuticos: 03 Biólogos: 03 Ing. Mecánico : 01 Técnicos: 12 Auxiliares de laboratorio: 03
<b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> 13 Años produciendo radioisótopos, radiofármacos y Agentes de Radiodiagnóstico; lo que nos ha permitido incursionar en algunos mercados de la región desde 1997. A lo largo de todo ese tiempo se han desarrollado diversos productos, que luego han sido puestos a disposición de la comunidad médica. Asimismo se ha capacitado a diversos profesionales no solo del país sino de algunos países de la Región. Finalmente se han realizado diversos Talleres en el marco del Programa ARCAL con la participación de diversos profesionales de países de la Región.
<b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b> Radioisótopos: I 131, Tc 99m, Ir 192 P32. Radiofármacos: EDTMP-Sm 153, mIBG-I131. Agentes de Radiodiagnóstico: AMD, MIOTEC, RENTEC MAA. Ppi, DEXTRAN, DHIDA, DTPA, DMSA, HEMTEC, TSC, GLOBUTEC.
<b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Suministro de I 131 y EDMP- Sm 153: Bolivia, Cuba. Colombia, Ecuador, Guatemala, Venezuela, Uruguay. Se considera que el beneficio fundamental es haber utilizado productos de alta calidad; y que por sus precios competitivos y disponibilidad a tiempo, han permitido un efectivo uso en los pacientes de los referidos países.
<b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Brasil: Se irradiaron blancos de Nitrato de Samario suministrados por el IPEN de Sao Paulo. Argentina: Se suministraron diversas dosis de EDTMP- Sm 153 y alambres de Ir 192 México: Se le suministró cápsulas de irradiación de aluminio

<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>En el Centro designado se llevaron a cabo 02 talleres en el marco del Programa ARACL:          ARCAL XV: “Producción de Radionucleidos para la Terapia Paliativa del dolor en Metástasis ósea”          ARCAL LII: Preparación y Control de Calidad de Radiofármacos para Inmunocentellografía basados en anticuerpos monoclonales”</p>	
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>La producción se ha incrementado cada año y eso ha permitido mejorar los recursos propios. También se han incrementado el número de usuarios en el área de la salud y últimamente se han incorporado nuevos usuarios en el área industrial.</p>	
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b></p> <p>El Centro está al servicio de las instituciones del país y coordina en forma directa con los usuarios de la salud en todo aquello que signifique nuevos desarrollos; y especialmente cuando se trata de iniciar los estudios en pacientes enfermos y voluntarios.          Se mantiene comunicación fluida y permanente con otros laboratorios similares de los países de la Región; especialmente cuando se trata de cubrir necesidades de suministro de algún radioisótopo.</p>	
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b></p> <p>El centro dispone de todas las facilidades para llevar a cabo talleres de producción y aseguramiento de las calidad así como el entrenamiento y/o stage de becarios de otros países.</p>	
<p>Nombre y firma Director Manuel Castro V</p>	<p>Fecha: 11/04/03</p>



## **22. LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

### **DATOS DEL CENTRO**

CENTRO REGIONAL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE RIA, LSC, CAMARAS GAMMA y RAYOS X (diagnóstico)  
INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR  
DIRECCION GENERAL DE SEGURIDAD RADIOLOGICA  
Av. Canadá No 1470 Apartado 1687  
San Borja – Lima 13 – Perú  
Tele 51 1 4885050 anexo 207  
Tele/Fax 51 1 4885224

**DIRECTOR DEL CENTRO REGIONAL DE MANTENIMIENTO Y ENTRENAMIENTO:**  
ING. JOSE PAEZ APOLINARIO

### **SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS:**

- MANTENIMIENTO, OPERACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE EQUIPOS DE RADIOINMUNOANALISIS (RIA), CONTADORES DE CENTELLEO LIQUIDO (LSC), CAMARAS GAMMA y RAYOS X PARA DIAGNOSTICO MEDICO.  
- ENTRENAMIENTO EN EL MANTENIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD DE RADIOINMUNOANALISIS (RIA), CONTADORES DE CENTELLEO LIQUIDO (LSC), CAMARAS GAMMA y RAYOS X PARA DIAGNOSTICO MEDICO.

### **INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:**

#### **A-1)INSTALACIONES:**

- LABORATORIO DE MANTENIMIENTO EN INSTRUMENTACION NUCLEAR
- LABORATORIO DE CALIBRACIONES DE EQUIPOS DE RAYOS X
- LABORATORIO DE MANTENIMIENTO EN EL CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR INEN-IPEN.

#### **A-2)EQUIPOS:**

- EQUIPOS DE RADIOINMUNOANALISIS EN EL CENTRO NUCLEAR “RACSO” Y CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR.
- EQUIPOS CONTADORES DE CENTELLEO LIQUIDO EN EL CENTRO NUCLEAR “RACSO”
- EQUIPO DE RAYOS X DEL AREA DE CALIBRACIONES DE SERA
- EQUIPO DE RAYOS X DENTAL DEL LABORATORIO DE PATRONES SECUNDARIOS.
- EQUIPAMIENTO PARA LA VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE EQUIPOS DE RAYOS X, DIAVOLT, DINALYSER, “NERO”, CAMARAS DE IONIZACION, ETC.
- FUENTE PATRONES DE I-129, I-125 PARA MANTENIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD DE EQUIPOS RIA.
- FANTOMAS DE DIVERSOS TIPOS.
- PHOTOMULTIPLICADORES PARA LAS CAMARAS GAMMA.
- GRASA SILICONADA GEL PARA ENSAMBLE OPTICO (PHT’S y CRISTAL.
- STOCK MINIMO DE REPUESTOS.
- EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA EL MANTENIMIENTO: ORC, MULTIMETRO, HERRAMIENTAS, TRAZADOR DE CURVAS, ESTACION DE SOLDADURA, ETC.
- SE CUENTAN CON EQUIPOS DE LA CONTRAPARTE NACIONAL VIA CONVENIOS: HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA, HOSPITAL DE LA FUERZA AEREA, HOSPITAL 2 DE MAYO, HOSPITAL DE ENFERMEDADES NEOPLASICAS (COOPERACION BILATERAL).
- EN PROVINCIAS SE CUENTA CON EQUIPOS DEL: HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO Y DEL HOSPITAL GOYENECHÉ DE AREQUIPA, HOSPITAL REGIONAL DOCENTE DE TRUJILLO.
- ESTE AÑO SE CREARAN DOS NUEVOS CENTROS REGIONALES DE MEDICINA

NUCLEAR EN EL PAIS, SE TENDRÁN LOS EQUIPOS DEL HOSPITAL ALMANZOR AGUINAGA ASENJO DE CHICLAYO Y DEL HOSPITAL DE APOYO III DE SULLANA-PIURA

**B-1)PERSONALDEL IPEN:**

- ING. JOSE PAEZ, INGENIERO CON MAESTRIA EN FISICA MEDICA
- ING. EDGAR VALDIVIA, INGENIERO DE MANTENIMIENTO INST. NUCLEAR
- ING. BRUNO MENDOZA, INGENIERO DE MANTENIMIENTO INST. NUCLEAR
- QUI. ANA ROBLES, ESPECIALISTA EN OPERACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE CONTADORES DE CENTELLEO LIQUIDO, MAESTRIA EN QUIMICA NUCLEAR.
- ING. EDUARDO CUNYA, INGENIERO DE MANTENIMIENTO INST. NUCLEAR
- ING. PAULA OLIVERA, INGENIERO CON MAESTRIA EN ENERGIA NUCLEAR
- FIS. TONY BENAVENTE, FISICO CON MAESTRIA EN ENERGIA NUCLEAR
- ING. PABLO ARIAS, INGENIERO CON MAESTRIA EN MICROINFORMÁTICA Y DOCTORADO EN SISTEMAS
- ING. MARIA DIAZ, INGENIERO QUÍMICO NUCLEAR
- TEC. AGUSTIN URCIA, ESPECIALISTA EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE RAYOS X
- MED. CESAR VIZCARDO, MEDICO NUCLEAR.

**B-2)PERSONAL PERUANO EXTERNO AL IPEN:**

- FIS. JOSE BALLON , FISICO ESPECIALISTA EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE RAYOS X
- ING. CARLOS FLORIAN, INGENIERO ESPECIALISTA EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE RAYOS X
- ING. ROBERTO SEGURA INGENIERO ESPECIALISTA EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE RAYOS X
- MED. REYNALDO BALLON, DOCTOR EN RADIOLOGÍA
- MED. EDUARDO NÚÑEZ, MEDICO RADIOTERAPEUTA
- QF MARIA SILVIA ZEVALLOS, ESPECIALISTA OPERACION DE EQUIPO RIA Y CÁMARAS GAMMA
- ING. JUAN ROCA, ESPECIALISTA EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE RAYOS X

**EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS**

LOS PROFESIONALES NOMBRADOS EN EL NUMERAL (B-1 y B-2) TIENEN AMPLIA EXPERIENCIA EN LOS TEMAS QUE DESARROLLA EL CENTRO REGIONAL. ESPECIFICAMENTE EN MANTENIMIENTO, EL PERSONAL TIENE MAS DE 15 AÑOS DE EXPERIENCIA.

DESDE LA CREACIÓN DEL CENTRO REGIONAL (1999) SE HAN REALIZADO 5 CURSOS REGIONALES, SIETE NACIONALES Y 5 CONFERENCIAS MAGISTRALES LA CAPACITACION COLECTIVA SE DESARROLLA DENTRO DEL CONTEXTO: OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD DE EQUIPOS MEDICOS NUCLEARES. LOS BENEFICIOS QUE ALCANZAN LOS CAPACITANDOS ES: CAPACITAR AL PERSONAL NACIONAL Y DE LA REGION EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MEDICOS NUCLEARES: RIA, LSC, CAMARAS GAMMA y RAYOS X (diagnóstico)

**SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAIS**

EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO EN INSTRUMENTACION NUCLEAR NO SOLO PRESTA SERVICIO AL EQUIPAMIENTO DEL IPEN, SINO A INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS DE ACUERDO A NUESTRA DISPONIBILIDAD, EN OTROS CASOS PRESTA EL SERVICIO DE ASESORAMIENTO Y EVALUACIÓN DE EQUIPOS MEDICOS NUCLEARES..

**PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS.**

EL CENTRO REGIONAL DESDE EL 1999 A ENTRENADO A CAPACITANDOS DE LOS PAISES: BOLIVIA, COLOMBIA, COSTA RICA, CUBA, EL SALVADOR, GUATEMALA, MÉXICO,

<p>NICARAGUA, PANAMA, PARAGUAY, REPUBLICA DOMINICANA., URUGUAY Y VENEZUELA  PARALELAMENTE TAMBIEN SE HA COLABORADO CON PAISES DE LA REGION HACIÉNDOLE LLEGAR COPIAS DE LOS MANUALES DE EQUIPOS MEDICOS NUCLEARES QUE SE ENCUENTRAN INOPERATIVOS.  EN LOS ENTRENAMIENTOS SE HA PODIDO REPARAR EQUIPOS DE ALTO COSTO CON SUMINISTRO DE REPUESTOS DEL OIEA  SE HA PODIDO CALIBRAR UN MONITOR DE RADIACIÓN DE EL SALVADOR SIN NINGÚN COSTO.</p>	
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b></p> <p>FUERA DE LA REGION NINGUN PAIS HA UTILIZADO NUESTROS SERVICIOS</p>	
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:</b></p> <p>EL OIEA A ENVIADO 15 CAPACITANDOS DE LA REGION PARA EL ENTRENAMIENTO EN MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE EQUIPOS MEDICOS NUCLEARES</p>	
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS:</b></p> <p>ANIVEL DE LA REGION SE HA CAPACITADO A 15 CAPACITANDOS Y SE HA RECIBIDO A 01 CAPACITANDO INVITADO  A NIVEL NACIONAL HUBO SOLICITUDES DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE EQUIPOS: CONTADORES DE CENTELLEO LIQUIDO Y EQUIPOS RIA, SE HA PRESTADO SERVICIOS DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE INSTRUMENTACION NUCLEAR Y SE HA APOYADO EN EL MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS MEDICOS NUCLEARES A HOSPITALES DEL INTERIOR DEL PAIS.</p>	
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON CENTROS DEL PAIS DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION:</b></p> <p>EN EL PAIS CONTAMOS CON TRES CENTROS NACIONALES Y NOS COMPLEMENTAMOS YA QUE NUESTRO CENTRO REGIONAL ESTA MAS DEDICADO AL MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTACION NUCLEAR, ESTE AÑO SE CREARAN DOS NUEVOS CENTROS REGIONALES DE MEDICINA NUCLEAR ADICIONALES EN LAS PROVINCIAS DE LAMBAYEQUE Y PIURA, CON ELLOS PODEMOS INCREMENTAR LOS EQUIPOS PARA REALIZAR LOS ENTRENAMIENTOS.  FUERA DE LA REGION HEMOS TENIDO CONTACO CON EL CENTRO REGIONAL DE BRASIL (IRD) Y EL CENTRO REGIONAL DE MÉXICO (ININ), QUE NOS SOLUCIONARON PROBLEMAS DE MANTENIMIENTO EN DETECTORES SEMICONDUCTORES Y MONITORES DE RADIACIÓN RESPECTIVAMENTE.</p>	
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION:</b></p> <p>LAS CONDICIONES SON:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- QUE AL CAPACITANDO SE LE PAGUE PASAJE Y VIATICOS POR SU PAIS O POR EL OIEA</li> <li>- QUE TENGA ALGUN PROBLEMA DE MANTENIMIENTO CON EQUIPOS EN EL CUAL SE LE VA A DAR CAPACITACION.</li> <li>- QUE SE CONTACTE CON EL SUSCRITO PARA PROGRAMARLO DEBIDAMENTE.</li> </ul>	
<p><b>JOSE PAEZ APOLINARIO...JPA////</b></p>	
<p>NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR</p>	<p>FECHA: 03 DE ABRIL DEL 2003</p>

**CENTRO REGIONAL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS RIA, LSC,  
CAMARAS GAMMA y RAYOS X (Diagnóstico), PERU, LIMA**

**CENTRO NUCLEAR DE HUARANGAL**

Equipos disponibles para entrenamiento de personal:

**RIA:**

MINI-INSTRUMENTS Monocanal Mini-Assay Type 6-20  
ISOCOMP I GAMMA COUNTER

**LSC:**

PACKARD TRI-CARB 1600CA  
PACKARD TRI-CARB 300CD4  
BECKMAN LSC-400  
BECKMAN LSC-1800

**RAYOS X:**

PHILIPS MP-300  
EQUIPO DE RAYOS X DENTAL

**CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR – INEN**

**RIA:**

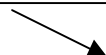
OAKFIELD INSTRUMENTS Monocanal Type EN-7  
NUCLEAR INTERPRICES VEGA-12

**LSC:**

NUCLEAR INTERPRICES LSC-2, SR7-A

**CAMARA GAMMA:**

CAMARA GAMMA SPECT SIEMENS  
CAMARA GAMMA PLANAR GENERAL ELECTRIC AZ-400  
CAMARA GAMMA PLANAR GENERAL ELECTRIC AZ-400



**CENTRO REGIONAL DE MEDICINA  
NUCLEAR DE TRUJILLO  
HOSPITAL REGIONAL DOCENTE  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
TRUJILLO**

**RIA:**

OAKFIELD INSTRUMENTS Monocanal  
Type EN-7

**CAMARA GAMMA:**

CAMARA GAMMA PLANAR GENERAL  
ELECTRIC MAXICAMARA II

**TRUJILLO**

**CENTRO REGIONAL DE MEDICINA NUCLEAR DE  
AREQUIPA  
HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO  
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA  
UNIVERSIDAD SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA  
HOSPITAL GOYENECHÉ**

**RIA:**

OAKFIELD INSTRUMENTS Monocanal Type EN-7

**RAYOS X:**

PROFERAY 100 mA Ánodo fijo  
CHIRANA 500 mA Ánodo giratorio mesa doble  
PROFERAY 100 mA Mamógrafo Ánodo giratorio  
PHILLIPS 30 mA Ánodo fijo  
GENERAL ELECTRIC 25 mA Ánodo fijo (DENTAL)  
NEODIAGNOMAX 500 mA Ánodo giratorio

**CAMARA GAMMA:**

CAMARA GAMMA PLANAR GENERAL ELECTRIC  
MAXICAMARA II

**AREQUIPA**

**EN EL 2003 SE CREARAN DOS NUEVOS CENTROS NACIONALES EN LAMBAYEQUE-  
CHICLAYO Y PIURA-SULLANA**

# URUGUAY

## 23. CENTRO PARA ANÁLISIS DE NITRÓGENO

## **23. CENTRO PARA ANÁLISIS DE NITRÓGENO**

<p><b>DATOS DEL CENTRO (nombre, dirección completa)</b> CENTRO DE APLICACIÓN DE TECNOLOGIA NUCLEAR EN AGRICULTURA SOSTENIBLE. FACULTAD DE AGRONOMIA – DIRECCIÓN NACIONAL DE TECNOLOGÍA NUCLEAR. FACULTAD DE AGRONOMIA - AREA SUELOS Y AGUA GARZON 780 MONTEVIDEO- URUGUAY TEL. 598 2 3598272 3540229 e-mail: <a href="mailto:chperdom@adinet.com.uy">chperdom@adinet.com.uy</a>      <a href="mailto:dntnaq@adinet.com.uy">dntnaq@adinet.com.uy</a></p>
<p><b>DIRECTOR DEL CENTRO</b> COMISION DIRECTIVA DEL CENTRO Ing. Agr. CARLOS PERDOMO Director FACULTAD DE AGRONOMIA Dr. JORGE MONZA FACULTAD DE AGRONOMIA Ing. Agr. OLGA OTEGUI DINATEN</p>
<p><b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> <u>SERVICIOS ANALITICOS</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Análisis de <sup>15</sup>N por Espectrometría de Emisión Óptica</li><li>▪ Análisis de nitrógeno total en matriz vegetal por el método Kjeldhal</li></ul> <p><u>CAPACITACION DE PERSONAL</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Análisis de 15 N por Espectrometría de Emisión Óptica Operación , calibración, mantenimiento y reparaciones menores del analizador de Espectrometría de Emisión Óptica: NOI 6 e PC ( Con experto externo del Centro, contratado)</li><li>▪ Análisis de N total en materia vegetal y suelos por método Kjeldhal</li><li>▪ Implantación de sistemas de gestión de la Calidad en laboratorios analíticos.</li></ul>
<p><b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b></p> <p><b>a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sala instrumental: Espectrometría de Emisión Óptica NOI 6 e PC</li><li>▪ Laboratorios: Laboratorio químico.<ul style="list-style-type: none"><li>- Digestor de bloque Tecator 40 tubos</li><li>- Destilador por corriente de vapor automático Tecator</li><li>- Balanzas, estufa, buretas digitales , etc.</li></ul></li></ul> <p style="padding-left: 40px;">Laboratorio de procesamiento físico de muestras.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Molino, estufa, muflas, balanzas, etc.</li></ul> <p><b>b) PERSONAL (cantidad, calificación, etc.)</b> Ing. Agr. CARLOS PERDOMO Director del Centro. Responsable de la Cátedra de Fertilidad de Suelos.</p> <p>Dr. JORGE MONZA representante de la Facultad de Agronomía en el Centro. Responsable de la Cátedra de Bioquímica</p> <p>Ing.Agr. OLGA OTEGUI representante de la Dirección Nacional de Tecnología Nuclear en el Centro. Responsable de calidad en la DINATEN</p> <p>Personal técnico e idóneo de laboratorio, altamente capacitados, participando part-time en el Centro.</p>
<p><b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Experiencias obtenidas en implantación de sistemas de gestión de calidad en laboratorio, incluyendo validación metodológica, control de calidad, participación en ensayos de aptitud, etc.</p>

<p><b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b></p> <p>Servicios analíticos y/o capacitación de personal técnico de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Universidad de la República</li> <li>- Empresas privadas nacionales y regionales</li> <li>- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)</li> </ul>
<p><b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p> <p>Idem encuesta anterior</p>
<p><b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b></p>
<p><b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>Las capacitaciones ofrecidas en el Centro fueron realizadas siempre a través del OIEA</p>
<p><b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS</b></p> <p>Ha permitido mejorar la capacidad técnica y de calidad de los laboratorios de los países a los que pertenecen los becarios entrenados en el Centro.</p> <p>Los servicios analíticos han contribuido con la ejecución de los proyectos de Cooperación Técnica del OIEA.</p>
<p><b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION</b></p> <p>En la actualidad, ninguna.</p>
<p><b>CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION</b></p> <p>Servicios analíticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplir con los requerimientos sobre recepción de muestra para análisis (Solicitar Instructivo).</li> <li>- Abonar los aranceles correspondientes al servicio a brindar.</li> </ul> <p>Capacitación :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar la información requerida para la evaluación de candidatos a recibir capacitación.</li> <li>- Abonar los aranceles correspondientes a los servicios de capacitación requeridos.</li> </ul>
<p>Nombre y firma Director : Ing. Agr. (PhD) CARLOS PERDOMO</p> <p>Fecha 23 / Abril/ 2003</p>

# VENEZUELA

24. **CENTRO REGIONAL PARA EL MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE CÁMARAS GAMMA**



## **24. CENTRO REGIONAL PARA EL MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE CÁMARAS GAMMA**

<b>DATOS DEL CENTRO: CENTRO REGIONAL DE MANTENIMIENTO, REPARACION Y CONTROL DE CALIDAD DE CAMARAS – GAMMA.</b> Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela. Los aguáramos, Caracas
<b>DIRECTOR DEL CENTRO.</b> Lic. Elías M. Cuartín S. ( <a href="mailto:ecuartin@hotmail.com">ecuartin@hotmail.com</a> )
<b>SERVICIOS O CAPACITACION CONCRETOS OFRECIDOS</b> Reparación Mantenimiento Modernización y Control de Calidad en Equipos Cámaras - Gamma
<b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE</b> a) INSTALACIONES/EQUIPAMIENTO Local de 30 m <sup>2</sup> aproximadamente, equipos de medición (multímetros, generadores, osciloscopio, etc.) kit de fantasmas para control de calidad, fuentes radiactivas, dos cámaras gamma, un cabezal de cámara para uso práctico,  b) PERSONAL: 3 Licenciados en Física con experiencia en el área, un ingeniero físico nuclear con experiencia en el área, un técnico electricista, se cuenta con la colaboración de dos médicos nucleares y dos radio farmaceutas.
<b>EXPERIENCIA ALCANZADA EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS</b> Se han realizado tres cursos nacionales de capacitación para técnicos en medicina nuclear, paralelo a esto también se han realizado dos capacitaciones regionales en instrumentación nuclear.
<b>SERVICIOS PRESTADOS A INSTITUCIONES DEL PAÍS</b> Se han realizado trabajos de control de calidad en varios centros asistenciales, también hasta el momento hemos modernizado al menos tres equipos cámaras – Gamma en instituciones oficiales.
<b>PAISES DE LA REGION QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS:</b> Ecuador, Costa Rica, Brasil, Nicaragua y El Salvador. Para cada uno de estos se capacito un participante.
<b>OTROS PAISES QUE HAN UTILIZADO LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS Y BENEFICIOS FUNDAMENTALES OBTENIDOS.</b> Evidentemente Venezuela ha utilizado fuertemente los beneficios de este centro ya que se han capacitado alrededor de 20 técnicos en medicina nuclear.
<b>UTILIZACION POR PARTE DEL OIEA DE LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS.</b> El OIEA. ha becado a 5 participantes en las capacitaciones y ha financiado a un experto para trabajar en el centro regional.
<b>IMPACTO QUE HA TENIDO LA UTILIZACION DEL CENTRO EN LOS SERVICIOS O CAPACITACION OFRECIDOS.</b> Sin la instalación y puesta en marcha del centro no se hubiesen podido haber realizado las capacitaciones ni las modernizaciones a equipos. En actualidad se esta modernizando una Cámara. Gamma para uso didáctico, y esta en marcha la instalación de un servidor que enlace a todos los centros de medicina nuclear del país.
<b>NIVEL DE RELACIONES DEL CENTRO CON OTROS DEL PAIS, DE LA REGION Y FUERA DE LA REGION:</b> Se mantienen excelentes relaciones con todos los centros de investigación y de servicios de salud del país como lo son: el IVIC. la Dirección de Asuntos Nucleares del Ministerio de Energía y Minas, la Universidad Simón Bolívar y las demás Facultades de la Universidad Central de Venezuela (Farmacia, Medicina y Ciencias) en las cuales se desarrollan otros proyectos ARCAL

**CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DEL CENTRO POR PAISES DE LA REGION.**

En el centro se dicta un curso anualmente de capacitación en el área de mantenimiento y control de calidad para técnicos en medicina nuclear y bien puede ser utilizado por cualquier país de la región siempre se costeen los gastos en forma individual.

Nombre y firma Director

Fecha 21/04/03



Elías M. Cuartín S.