



# MEMORIA Y BALANCE

*año*  
**2001**



**CNEA**

Comisión Nacional de Energía Atómica  
AL SERVICIO DEL PAÍS

Presidencia de la Nación  
República Argentina

*La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) fue creada el 31 de mayo de 1950, mediante el Decreto N° 10.936 del Poder Ejecutivo Nacional. Esta Memoria Anual de la organización, correspondiente al año 2001, coincide, pues, con su quincuagésimo primer aniversario.*

*El 2001 fue un año signado por la grave crisis económica que atravesó el país, con las consiguientes severas restricciones presupuestarias que condicionaron el normal desarrollo de las actividades institucionales. Además, en el curso del año se produjeron cambios de autoridades y significativas modificaciones en la estructura organizativa de la CNEA. Es así que la Memoria se ocupa de relatar lo actuado por la organización en un año difícil y con condiciones de contorno cambiantes.*

*La energía nuclear constituye en el presente, y lo será sin duda aún más en el futuro, uno de los componentes centrales de la revolución científico tecnológica y de la globalización del mundo contemporáneo. A través de más de medio siglo, la Argentina demostró su capacidad de ser protagonista en las múltiples aplicaciones de la energía nuclear. Al inicio del siglo XXI, sigue contando con los medios y las capacidades necesarias para consolidar su presencia en esta esfera vital del conocimiento, el desarrollo económico y la preservación del medio ambiente.*

*La Memoria se inicia con un breve sumario ejecutivo y, a continuación, pasa revista detallada a los acontecimientos más destacados producidos en el transcurso del año 2001, en el ámbito de competencia de la institución.*



Presidente de la Nación  
*Dr. Eduardo Alberto DUHALDE*

Secretario General de la Presidencia de la Nación  
*Dr. José Juan Bautista PAMPURO*

Presidente de la Comisión Nacional de Energía Atómica  
*Dr. José Pablo ABRIATA*



# Í N D I C E

## *MEMORIA Y BALANCE 2001* *COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA*

- 1 PRESENTACIÓN
- 7 CAPÍTULO 1  
*SUMARIO EJECUTIVO*
- 13 CAPÍTULO 2  
*PROGRAMAS DE LA CNEA*
- 43 CAPÍTULO 3  
*RECURSOS HUMANOS*
- 51 CAPÍTULO 4  
*CENTROS ATÓMICOS*
- 57 CAPÍTULO 5  
*PRODUCCIÓN Y SERVICIOS  
DE ASISTENCIA TECNOLÓGICA*
- 69 CAPÍTULO 6  
*SEGURIDAD Y SALVAGUARDIAS*
- 75 CAPÍTULO 7  
*ASUNTOS INSTITUCIONALES*
- 81 CAPÍTULO 8  
*EMPRESAS E INSTITUCIONES ASOCIADAS*
- 87 CAPÍTULO 9  
*BALANCE GENERAL*



---

# CAPÍTULO 1

## SUMARIO EJECUTIVO





Edificio del Reactor RA-3

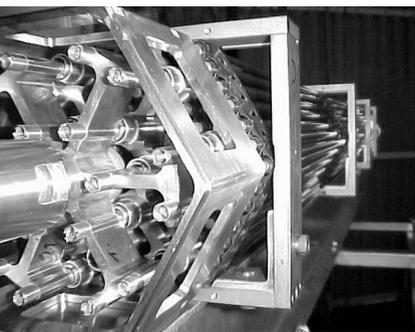
En el marco de las facultades y competencias conferidas a la Comisión Nacional de Energía Atómica por la Ley Nacional de la Actividad Nuclear (Ley N° 24.084) y por la Ley Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos (Ley N° 25.018), para el ejercicio 2001 la institución planificó dentro de sus actividades, proyectos que permitieran mantener vigente la opción nucleoelectrica para el país, asegurar para la sociedad argentina los beneficios de la aplicación de técnicas nucleares en las áreas de salud humana, agricultura, sanidad animal e industria, consolidar las capacidades alcanzadas en las investigaciones básicas y aplicadas relacionadas y el desarrollo tecnológico nuclear, y formar recursos humanos de alto nivel.

### PROGRAMAS Y PROYECTOS

En consonancia con lo expuesto, la CNEA encaró y ejecutó, en el marco de sus disponibilidades presupuestarias, las siguientes acciones principales durante el ejercicio 2001:

#### *Programa reactores y centrales nucleares*

- Apoyo tecnológico a las centrales nucleares Atucha I y Embalse, operadas por la empresa Nucleoelectrica Argentina S.A., para su mantenimiento y para su optimización económica mediante la extensión de su vida útil.
- Aumento de potencia del reactor de investigación y producción de radioisótopos RA-3 ubicado en el Centro Atómico Ezeiza, a fin de mejorar su capacidad para la producción más eficiente de radioisótopos de uso médico y como fuente de neutrones para investigación y aplicaciones industriales.
- Consolidación de la ingeniería conceptual y básica del reactor argentino modular innovador de baja potencia CAREM.
- Evaluación y formulación de propuestas para la terminación de la tercera central nuclear argentina: Atucha II.



Prototipo del elemento combustible CAREM

#### *Programa ciclo de combustible*

- Optimización técnica y económica, en el mediano plazo, del ciclo de combustible para las centrales nucleares argentinas, a fin de mejorar su competitividad mediante el desarrollo de un elemento combustible alternativo común para las mismas. En el ejercicio 2001 se continuó con la fabricación de prototipos y su irradiación para el posterior análisis de su comportamiento.
- Desarrollo de combustibles de alta densidad para reactores de investigación y producción de radioisótopos, en particular con siliciuros y molibdatos. Dichos combustibles serán utilizados en el reactor de investigación y producción de radioisótopos que la empresa INVAP S.E. proveerá a la Australian Nuclear Science and Technology Organization (ANSTO). Se han concretado los estudios de posirradiación del primer prototipo de combustible fabricado.
- Desarrollo de un nuevo método de enriquecimiento isotópico de uranio, denominado SIGMA, destinado a optimizar la tecnología actualmente utilizada y a desarrollar nuevas para los futuros combustibles avanzados. En 2001 se continuó con la instalación y prueba de un módulo de enriquecimiento con sistema de membranas de última generación.

#### *Programa residuos radiactivos*

- Gestión de los residuos radiactivos originados como consecuencia de las actividades y prácticas que involucran la aplicación de técnicas nucleares, llevadas a cabo en centrales nucleoelectricas, instalaciones nucleares, laboratorios, hospitales e industrias, en todo el territorio nacional.

- Elaboración del Plan Estratégico de Gestión de Residuos Radiactivos, y elevación al Poder Ejecutivo Nacional, en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos (Ley N° 25.018), que requiere que dicho Plan sea aprobado por Ley.
- Iniciación de actividades de investigación orientadas a la separación de actínidos en los residuos radiactivos, a efectos de disminuir en el futuro el volumen y la calidad de los residuos a gestionar, como producto de la actividad nuclear.

#### ***Programa radioisótopos y radiaciones***

- Producción de radioisótopos e irradiación de productos para satisfacer las necesidades nacionales en las áreas de salud, agropecuarias e industriales, incluida la producción de radioquímicos.
- Desarrollo de radioquímicos y aplicaciones innovadoras de los radioisótopos y las radiaciones ionizantes en agricultura, sanidad animal, técnicas de uso médico, control del medio ambiente y física forense.

#### ***Programa investigación y desarrollo en ciencias básicas y de la ingeniería***

- Investigaciones innovadoras en las ciencias físicas, químicas, geológicas y medioambientales.
- Continuación de las investigaciones sobre el tratamiento de tumores cerebrales por captura neutrónica en boro, conocida como técnica BNCT.

#### ***Programa proyectos derivados de la tecnología nuclear***

- Generación de proyectos derivados de la tecnología nuclear con buenas probabilidades de salida comercial en el corto o mediano plazo, principalmente en las áreas de: fuentes alternativas de energía, transporte, medio ambiente, estructuras y dispositivos avanzados y desarrollo de *software*.
- Desarrollo de tecnología para la fabricación de celdas combustibles de tipo óxido sólido para generación eléctrica estacionaria.
- Desarrollo de un sensor microelectromecánico para identificación de olores, o "nariz electrónica", para su utilización en diagnóstico médico, control de calidad de alimentos, monitoreo ambiental, control de procesos industriales y seguridad.

#### ***Subprograma desmantelamiento de instalaciones nucleares***

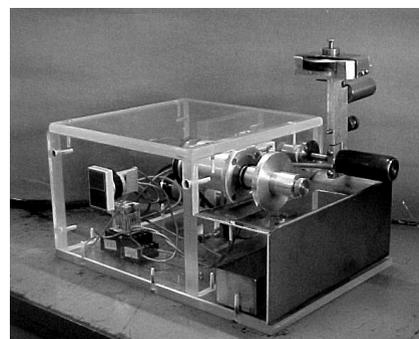
- Desarrollo de capacidad propia para la ingeniería, proyecto y ejecución del desmantelamiento de instalaciones nucleares desactivadas, con énfasis en las centrales nucleares.

#### ***Proyectos de suministros nucleares***

- Prospección geológica de recursos uraníferos.

#### ***Proyectos especiales***

- ***Proyecto internacional Pierre Auger***: participación en el proyecto internacional para el estudio de los rayos cósmicos de mayor energía. En el marco de ese proyecto se continuó, en Malargüe, provincia de Mendoza, la construcción del observatorio que realizará las mediciones para todo el Hemisferio Sur.
- ***Proyecto PRAMU***: preparación del reacondicionamiento de las áreas donde se realizaron tareas vinculadas a la minería del uranio en las provincias de Córdoba y Mendoza.



***Proyecto Molibdeno 99***  
***Máquina para corte***  
***y muestreo de régulos.***



***Laboratorio de Facilidades***  
***radioquímicas, celdas calientes.***



Proyecto Pierre Auger  
Estación central.

**Gestión de calidad**

- Diseño, desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad y de gestión ambiental, y ejecución de auditorías internas para evaluación de la adecuación de los sistemas de calidad existentes a las normas ISO 9001:2000 o ISO 17025:1999.

**FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

- Formación de recursos humanos de alto nivel, en física, ingeniería nuclear, materiales, radioquímica, reactores y medicina nuclear, en los institutos universitarios de la CNEA: el Instituto "Balseiro" del Centro Atómico Bariloche, el Instituto de Tecnología "Jorge Sabato" del Centro Atómico Constituyentes, el Instituto de Estudios Nucleares del Centro Atómico Ezeiza y la Escuela de Medicina Nuclear de Mendoza.

**PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS Y FUENTES SELLADAS DE COBALTO 60**

- Producción de radioisótopos de reactor y de ciclotrón con miras a aumentar la participación de la institución en el mercado nacional y disminuir su importación.



Aplicación de Medicina Nuclear.  
FUESMEN.

Radioisótopos y compuestos radiactivos	Actividad en Ci	Facturación
<sup>99</sup> Mo	1.313,00 Ci	\$ 262.600
<sup>201</sup> Tl	9,28 Ci	\$ 106.754
<sup>51</sup> Cr	0,066 Ci	\$ 3.432
<sup>131</sup> I-F	290,44 Ci	\$ 232.352
<sup>131</sup> I-SF	166,7 Ci	\$ 36.908
<sup>153</sup> Sm	2,48 Ci	\$ 7.440
<sup>131</sup> I-HIP	0,126 Ci	\$ 2.083
<sup>32</sup> P	0,066 Ci	\$ 1.452
<b>TOTAL</b>	<b>1.782,58 Ci</b>	<b>\$ 653.024</b>

- Desarrollo del radiofármaco de diagnóstico <sup>18</sup>F, de período de semidesintegración muy corto, por lo que su empleo en medicina nuclear depende de su producción en cercanía de los centros de aplicación, y debido a lo cual no puede ser importado.
- Producción de fuentes selladas de cobalto 60 para uso industrial bajo normas ISO 9000 por aproximadamente 2.000.000 Ci, récord histórico para la institución.
- Ventas totales de cobalto 60 a granel y en forma de fuentes para uso industrial y para uso médico, con un total de aproximadamente 6.000.000 Ci, por un monto de \$ 3.500.000.

**SERVICIOS DE ASISTENCIA TECNOLÓGICA**

El monto contractual de los servicios de asistencia tecnológica a organismos, empresas e industrias, públicas y privadas, nacionales y extranjeras, prestados por la CNEA en 2001 a través de los Centros Atómicos, en el marco de la Ley de Innovación Tecnológica (Ley N° 23.877), se incrementó en alrededor de un 40% respecto del año anterior. Los más significativos fueron:

### ■ *Centro Atómico Bariloche*

La asistencia tecnológica estuvo fundamentalmente orientada a satisfacer los requerimientos de la empresa asociada INVAP S.E., con relación a su contrato con la Australian Nuclear Science and Technology Organization (ANSTO) para la provisión de un reactor de investigación y producción de radioisótopos, y a la industria del petróleo. Para la primera, se destacan la elaboración de la ingeniería básica y de detalle para el diseño del reactor, el simulador del reactor para la capacitación de personal de operación y la provisión de la fuente fría de neutrones, de un nivel tecnológico muy avanzado. En cuanto a la industria del petróleo, se brindó asistencia a la empresa PECOM S.A.

### ■ *Centro Atómico Constituyentes*

Los servicios de asistencia tecnológica prestados fueron muy variados. Predominó la demanda del Ente Binacional Yacyretá en temas de tecnología de materiales para los rotores de su central hidroeléctrica, y la del Ente Nacional Regulador Eléctrico, en temas ambientales orientados a la medición de contaminantes gaseosos. Otro punto destacado fue la asistencia a centrales de generación de electricidad, en particular a las nucleoelectricas.

### ■ *Centro Atómico Ezeiza*

En 2001, continuó, con ritmo creciente, prestando servicios de asistencia tecnológica en temas de dosimetría y provisión de radioisótopos. Además, prosiguió también con el mantenimiento de equipos de cobaltoterapia TERADI 800, fabricados por la empresa asociada INVAP S.E. También concretó un contrato para la incubación de la empresa SOLYDES, Soldaduras y Dispositivos Especiales, en el Centro Atómico.

## SEGURIDAD

- Control radiológico en cada instalación: monitoreo ambiental (aire y superficie), monitoreo de objetos que egresan de la instalación (indumentaria de trabajo, herramientas, maquinarias, etc) y monitoreo del personal profesional expuesto (muestreo de orina).
- Definición de aspectos de seguridad radiológica y nuclear vinculados a las tareas de desarrollo tecnológico nuclear, mediante estudios de riesgos radiológicos y de criticidad, en almacenamiento, transporte, operaciones y procesos con material fisionable especial.

## SALVAGUARDIAS

- Actualización mensual de los inventarios del material nuclear en cada instalación, mediante un sistema de registros e informes.

## RELACIONES INTERNACIONALES

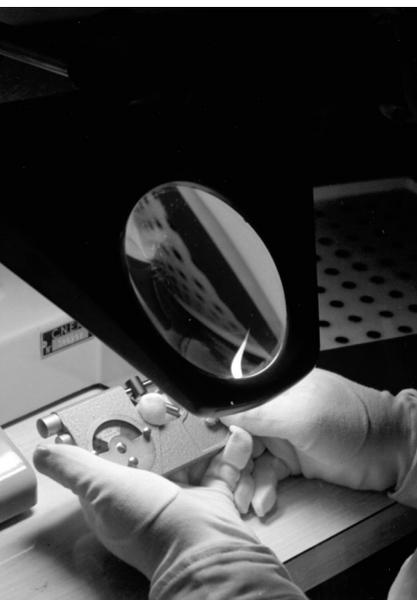
- Actividades de desarrollo tecnológico, en el marco del Organismo Internacional de Energía Atómica, y participación en sus programas de cooperación técnica, y actividades de cooperación y asistencia técnica con organismos nucleares extranjeros, principalmente de Alemania, Brasil, Chile, España, EEUU y Rusia.
- Creación, por iniciativa de la CNEA, de la Agencia Argentino Brasileña de Aplicaciones de la Energía Nuclear (ABAEN).



*Centro Atómico Ezeiza.*



*Momento de la firma de la declaración de creación de la ABAEN.*



*Control dimensional de pastillas de uranio para los elementos combustibles (CONUAR).*

## COMUNICACIÓN Y RELACIONES PÚBLICAS

Desarrollo de actividades de comunicación social y relaciones públicas, llevadas a cabo en dos planos: uno centralizado, con el objeto de mantener una imagen cohesionada y transmisora de la política institucional, y otro descentralizado, con actividades ejecutadas por los Centros Atómicos, vinculadas específicamente a sus actividades propias y a la interacción con sus áreas geográficas de influencia.

## EMPRESAS E INSTITUCIONES ASOCIADAS

- Establecimiento de una estructura gerencial cuya responsabilidad y acciones están dirigidas a coordinar las políticas en las empresas e instituciones asociadas a la CNEA y a controlar su aplicación, conduciendo la gestión destinada a alcanzar los objetivos de la institución en materia empresarial y a mantener su rol de soporte tecnológico de aquéllas.

Las empresas e instituciones asociadas a la CNEA en 2001 eran:

- \* *Combustibles Nucleares Argentinos Sociedad Anónima (CONUAR S.A.)*
- \* *Fábrica Aleaciones Especiales Sociedad Anónima (FAE S.A.)*
- \* *Investigación Aplicada Sociedad del Estado (INVAP S.E.)*
- \* *Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería Sociedad del Estado (ENSIS.E.)*
- \* *DIOXITEK Sociedad Anónima (DIOXITEK S.A.)*
- \* *Nuclear Mendoza Sociedad del Estado (NUCLEAR MENDOZA S.E.) (hasta julio de 2001)*
- \* *Polo Tecnológico Constituyentes (PTC)*
- \* *Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN)*

## EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA

La ejecución presupuestaria del año 2001 se caracterizó por la necesidad de optimizar el gasto frente a las restricciones económicas que enfrentó el país.

En ese sentido, debe destacarse la eficiente utilización del crédito que surge del análisis de la ejecución presupuestaria de la institución, ejecución que alcanzó el 83,8% del total del crédito vigente al 31 de diciembre de 2001, porcentaje que se eleva al 95,4% si se considera solamente el crédito otorgado para gastos y la disminución en la recaudación de recursos propios por falta de pago del canon establecido en la Ley 24.804.

Algunos objetivos inicialmente establecidos para el año 2001 debieron ser postergados en razón de las restricciones presupuestarias, entre ellos, las tareas relacionadas con la restitución ambiental de la minería de uranio y ciertos proyectos de inversión destinados a aumentar la competitividad del sector nuclear, los que debieron reprogramarse para el 2002.

## CAPÍTULO 2

### PROGRAMAS DE LA CNEA

Ing. José Gregui  
[gregui@cnea.gov.ar](mailto:gregui@cnea.gov.ar)

**P1 Reactores y Centrales Nucleares**

Dr. Carlos Rubén Calabrese  
[calabres@cnea.gov.ar](mailto:calabres@cnea.gov.ar)

**P2 Ciclo de Combustible**

Ing. Juan Bergallo  
[bergallo@cab.cnea.gov.ar](mailto:bergallo@cab.cnea.gov.ar)

**P3 Residuos Radiactivos**

Dr. Miguel Audero  
[audero@cnea.gov.ar](mailto:audero@cnea.gov.ar)

**P4 Radioisótopos y Radiaciones**

Lic. Alberto Manzini  
[amanzini@cnea.gov.ar](mailto:amanzini@cnea.gov.ar)

**P5 Investigación y Desarrollo  
en Ciencias Básicas  
y de la Ingeniería**

Dr. Ernesto Maqueda  
[maqueda@cnea.gov.ar](mailto:maqueda@cnea.gov.ar)

**P6 Proyectos Derivados de la Tecnología  
Nuclear**

Ing. César Belinco  
[belinco@cnea.gov.ar](mailto:belinco@cnea.gov.ar)

**SP Desmantelamiento de Instalaciones  
Nucleares**

Ing. Santiago Harriague  
[harri@cnea.gov.ar](mailto:harri@cnea.gov.ar)

**Proyectos de Suministros Nucleares**

Lic. Rolando Solís  
[Rjsolis@cnea.gov.ar](mailto:Rjsolis@cnea.gov.ar)

**Proyectos Especiales**

• **Proyecto Pierre Auger**  
Dr. Alberto Etchegoyen  
[etchegoy@tandar.cnea.gov.ar](mailto:etchegoy@tandar.cnea.gov.ar)

• **Proyecto PRAMU**

Ing. José Gregui  
[gregui@cnea.gov.ar](mailto:gregui@cnea.gov.ar)

**Gestión de calidad**

Ing. María Marta Mazzini  
[mazzini@cnea.gov.ar](mailto:mazzini@cnea.gov.ar)



Reactor de Investigación RA-6  
Centro Atómico Bariloche

Desde mediados de 1998, la CNEA organizó las actividades de investigación y desarrollo y los proyectos ligados a los objetivos principales de la institución, a través de la vinculación horizontal de seis programas, un subprograma y dos grupos de proyectos fuera de esos programas. Ellos son:

**P1** Reactores y Centrales Nucleares

**P2** Ciclo de Combustible

**P3** Residuos Radiactivos

**P4** Radioisótopos y Radiaciones

**P5** Investigación y Desarrollo en Ciencias Básicas y de la Ingeniería

**P6** Proyectos Derivados de la Tecnología Nuclear

**SP** Subprograma de Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares

**Proyectos de Suministros Nucleares**

**Proyectos Especiales**

- Proyecto Pierre Auger
- Proyecto PRAMU

El propósito de esta organización es focalizar el esfuerzo en aquellas tareas que la CNEA debe llevar a cabo en forma indelegable, pues le han sido asignadas por la legislación vigente. La dinámica del trabajo aconsejó que cada área incorpore la investigación y el desarrollo necesarios para conectarlos orgánicamente con los proyectos existentes y futuros.

Esta estructura constituye el núcleo de la fortaleza técnica de la CNEA, porque procura y facilita la vinculación entre los diversos grupos técnicos de investigación y desarrollo de los distintos Centros Atómicos, que constituyen las unidades de ejecución de esos proyectos.

Durante 2001 se decidió establecer un orden de prioridades dentro de la planificación de los proyectos, que se sustentase en la real disponibilidad de recursos, al tiempo que atendiese las necesidades de la institución en cuanto a investigación y desarrollo.

Esta organización ha permitido ir desarrollando exitosamente diversos emprendimientos innovadores, como la ingeniería conceptual del prototipo del reactor integrado CAREM, el módulo y el modelo del método de separación isotópica SIGMA, el combustible CARA (que posibilitará unificar el suministro de combustible a las centrales nucleares argentinas) y el desarrollo y calificación de los combustibles para reactores de experimentación, con vías a cubrir la futura demanda externa.

**P1 REACTORES Y CENTRALES NUCLEARES**

El objetivo primario del Programa Reactores y Centrales Nucleares es la aplicación de nuevos conocimientos y el desarrollo de innovaciones tecnológicas en el campo de la física e ingeniería de reactores nucleares.

Por este motivo, se ocupa de:

- Afianzar la capacidad para desarrollar nuevos conceptos de ingeniería de reactores y centrales nucleares.
- Mantener y mejorar el liderazgo argentino en el mercado de los reactores experimentales.
- Optimizar la operación de los reactores nucleares de la CNEA.

Este Programa consta de cuatro proyectos en curso.

- *Proyecto CAREM*
- *Proyecto Reactores Avanzados*
- *PLADEMA*
- *Proyecto Reactores de Experimentación y Producción*

**PROYECTO CAREM**

El Proyecto CAREM tiene como objetivo atender las demandas insatisfechas en materia de producción segura de energía nuclear, dentro del mercado de pequeños y medianos reactores, al garantizar, en considerable medida, mayor seguridad de operación que la que tienen los diseños de centrales de potencia actuales. En una primera etapa se procedió al diseño de un prototipo de baja potencia y a la realización de los desarrollos asociados.

Las características del prototipo CAREM son:

- Todos los componentes del sistema primario están integrados dentro del recipiente del reactor, lo cual contribuye a su alto nivel de seguridad.
- Tipo presurizado, moderado y refrigerado mediante agua liviana (PWR). Utiliza como combustible uranio levemente enriquecido.
- Innovadora refrigeración del sistema primario mediante convección natural.
- Autopresurización.
- Sistemas pasivos de seguridad.
- Innovador sistema hidráulico de posicionamiento de barras de control, que evita accidentes del tipo de eyección de barras.

Las soluciones innovadoras del CAREM han sido verificadas, a la fecha, por un amplio espectro de experimentos.

Durante 2001, se realizaron experimentos para la determinación de pérdidas de carga del elemento combustible y componentes asociados, en el circuito hidráulico de baja presión ubicado en el Centro Atómico Constituyentes. Asimismo, se continuó con la coordinación y planificación técnica del área de seguridad nuclear. Se está realizando una optimización del sistema de inyección de refrigerante a baja presión mediante acumuladores.

**PROYECTO REACTORES AVANZADOS**

El Proyecto Reactores Avanzados desarrolla tecnología nuclear innovadora para el posicionamiento de la Argentina en el mercado nuclear de mediano y largo plazo. En 2001, la actividad se centró en dos nuevas líneas de investigación:



*Reactor de investigación RA-8  
Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.*



*Prototipo del elemento  
combustible CAREM*



*Reactor de investigación  
y producción RA-3  
Centro Atómico Ezeiza.*

### ■ *Caracterización de turbinas de alta performance*

En el Centro Atómico Bariloche se montó un banco de ensayos para caracterización de microturbinas de alto régimen de revolución. Paralelamente, dentro de esta línea se ha elaborado un proyecto de desarrollo de turbinas compactas de alta performance, para aplicaciones convencionales y en reactores avanzados.

### ■ *Simuladores avanzados para entrenamiento de operadores*

Se completó el diseño e implementación de un sistema informático distribuido, que actúa de soporte para simulación de operaciones. El sistema permite recrear ambientes de operación de plantas nucleares y convencionales, mediante una red de estaciones de trabajo supervisadas por un entrenador.

En el año 2001, la CNEA ha participado, conjuntamente con otros países, en el "Proyecto Internacional sobre Ciclos del Combustible y Reactores Nucleares Innovativos" (INPRO), auspiciado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, y en el programa "IV Generation International Forum", auspiciado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Para el año 2002, se planea iniciar un estudio técnico de las variables económicas de la generación nucleoelectrónica, con el objetivo de identificar nichos tecnológicos potenciales de inversión.

### **PLADEMA**

El proyecto PLADEMA se inició en 2001 como desprendimiento de las tres líneas científicas y tecnológicas que se desarrollaban en el proyecto Reactores de Experimentación y Producción. El PLADEMA es un proyecto de cooperación tecnológica nuclear entre la CNEA, la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y las Universidades Nacionales del Centro, de Mar del Plata, de Buenos Aires y de Rosario.

Las tareas más relevantes desarrolladas durante 2001 fueron:

- Se completó la construcción del reactor de foco de plasma STAR, de diseño enteramente argentino, en colaboración con el Organismo Internacional de Energía Atómica y la Universidad de Buenos Aires.
- Se desarrolló una técnica de detección de agua por ecografía neutrónica, con aplicaciones en la industria petrolera y la construcción.
- En conjunto con la Comisión Chilena de Energía Nuclear se puso en operación el microfoco de plasma La Reina, diseñado para aplicaciones innovadoras de la fusión nuclear.
- Junto con la Universidad Nacional del Centro, se desarrolló un modelo computacional para el cálculo de ondas de choque de plasma de deuterio en aceleradores coaxiales.

### **PROYECTO REACTORES DE EXPERIMENTACIÓN Y PRODUCCIÓN**

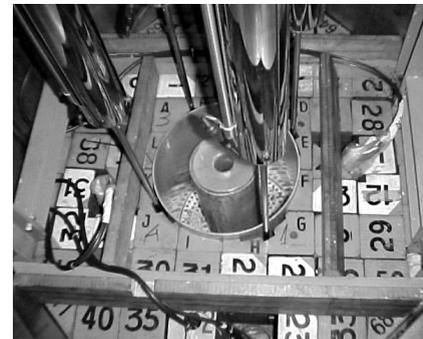
El objetivo de este proyecto es generar nuevas tecnologías y aplicaciones de los reactores de experimentación y producción existentes, con el objeto de mejorar la competitividad alcanzada por la Argentina en este rubro, la cual está reflejada en las exportaciones realizadas desde 1980 por la CNEA y la empresa INVAP S.E. El proyecto consiste en la mejora innovadora y la adecuación y perfeccionamiento de las capacidades de estas instalaciones para que sean utilizadas en aplicaciones médicas, biológicas e industriales, irradiación de materiales, desarrollo de nuevas técnicas de irradiación y utilización de haces.

Dentro de un contexto de planificación integral para el sector, esto implica, además, el beneficio de que se puedan mantener y acrecentar imprescindibles recursos humanos y tecnologías.

*Tabla de reactores de investigación y producción argentinos*

<i>Nombre</i>	<i>Potencia</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Propósito Principal</i>
<i>RA-3</i>	5 MW *	Centro Atómico Ezeiza	Producción de radioisótopos
<i>RA-6</i>	0,5 MW	Centro Atómico Bariloche	Experimentación y formación de recursos humanos
<i>RA-1</i>	0,04 MW	Centro Atómico Constituyentes	Investigación de daño por irradiación
<i>RA-8</i>	-	Complejo Tecnológico Pilcaniyeu	Conjunto Crítico del reactor CAREM
<i>RA-0</i>	-	Universidad Nacional de Córdoba	Educativo y de difusión de la actividad nuclear
<i>RA-4</i>	-	Universidad Nacional de Rosario	Educativo y de difusión de la actividad nuclear

\* La potencia del RA-3 ha sido aumentada a 10 MW pero aún opera a 5 MW.



*Núcleo del Reactor de Investigación RA-0 Universidad Nacional de Córdoba*

Debido a que la Argentina ha logrado posicionarse como activa exportadora de reactores de experimentación y producción, estas máquinas tienen importancia estratégica en el negocio de exportación de alta tecnología.

En función de los compromisos asumidos por la CNEA con relación al suministro de radioisótopos y a las necesidades de irradiación para el desarrollo de elementos combustibles, en según el contrato celebrado entre la empresa INVAP y ANSTO (*Australian Nuclear Science and Technology Organization*) por la venta de un reactor de reemplazo, se dio prioridad a los trabajos de mejora y aumento de potencia a 10 MW del reactor RA-3.

Durante el año 2001 se efectuaron, entre otras, las siguientes tareas en esta instalación:

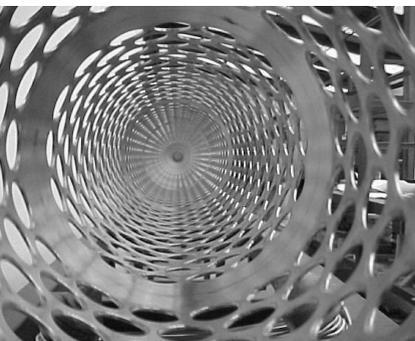
- Se reemplazó el sistema continuo de desmineralización de agua, para preservar la calidad del refrigerante del reactor.
- Se adecuó el sistema de ventilación.
- Se inició el plan de actualización de la instrumentación nuclear para modernizar la adquisición de datos del estado del reactor.

En lo que respecta al reactor RA-6, se completó un estudio técnico para el aumento de la potencia a 3 MW. Además, se completó la ingeniería básica para la construcción de las celdas de transferencia de material irradiado, ambas tareas iniciadas a fines de 2000.

## **P2** CICLO DE COMBUSTIBLE

El objetivo de este Programa es la aplicación de nuevos conocimientos en el campo del ciclo de combustible nuclear, lo que incluye:

- El diseño de métodos innovadores capaces de abaratar la producción de uranio enriquecido.
- El diseño, la construcción, la experimentación y el estudio del comportamiento de materiales bajo irradiación, a fin de que los combustibles de nuestros reactores de potencia e investigación sean más seguros y económicos.
- El diseño de métodos innovadores de transmutación de actínidos para reducir el inventario radiactivo existente, que luego deberá ser tratado como desecho para su disposición final.



Vista de prototipo de sistema de acople para combustible CARA, para la Central Nuclear Atucha 1.

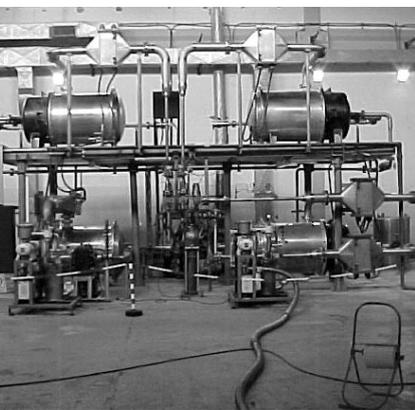


Imagen del "mock-up" SIGMA, en funcionamiento. Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.

Este programa consta de siete proyectos en curso:

- **PROYECTO CARA**
- **PROYECTO SIGMA**
- **PROYECTO DELTA**
- **PROYECTO LAPEP**
- **PROYECTO CADRIP**
- **PROYECTO LFR**
- **PROYECTO CREA**

#### ■ **PROYECTO CARA**

Su objetivo es el desarrollo de un elemento combustible único para las centrales nucleares de potencia de nuestro país, que abarate su costo y haga más competitiva la generación nucleoelectrónica. Participan de este proyecto las empresas asociadas CONUAR S.A. y ENSI S.E.

Las actividades realizadas en 2001 fueron las siguientes:

- \* Entrega a CONUAR de los sistemas de acople de elementos combustibles para su uso en ATUCHA I.
- \* Validación y determinación comparativa de márgenes termohidráulicos en condiciones de operación para los elementos combustibles tipo Embalse CANAFLEX y CARA.
- \* Recepción de los semiterminados de zircaloy que serán ensayados en el reactor Halden de Noruega, en el marco del Acuerdo de cooperación con el *Institutt for Energiteknikk* (IFE) de dicho país.
- \* Continuación de la determinación de las propiedades mecánicas y del proceso de fabricación de barras combustibles de alta *performance*.
- \* Revisión del sistema de soldadura de las *end plates* a las barras, para la conformación de los elementos combustibles.
- \* Modificación de las *end plates* motivada por las dificultades de soldadura observadas en el proceso de fabricación.

#### ■ **PROYECTO SIGMA**

Su objetivo es desarrollar una tecnología de enriquecimiento de uranio por métodos avanzados, utilizando los desarrollos previos efectuados en el país en el método de difusión gaseosa.

Las actividades realizadas en 2001 fueron las siguientes:

- \* Determinación de las condiciones de arranque del loop SIGMA ubicado en el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.
- \* Operación parcial del mismo en condiciones de baja carga
- \* Montaje de caracterización del compresor multiflujo en condiciones atmosféricas, con tratadores gaseosos.
- \* Caracterización del mezclado en condiciones estacionarias del compresor multiflujo.
- \* Modificación del compresor multiflujo.
- \* Continuación del desarrollo de membranas multicapa.
- \* Montaje del *loop* para caracterización con UF<sub>6</sub> de membranas de nueva generación.
- \* Operación en condiciones de proceso, del *loop* de caracterización de membranas.
- \* El Proyecto SIGMA fue declarado de interés por el Honorable Senado de la Nación, por Resolución de fecha 16 de mayo del 2001.

### ■ **PROYECTO DELTA**

Su objetivo es desarrollar un método de eliminación total de actínidos, que se utilizará en el tratamiento de elementos combustibles gastados, para su disposición final.

Las actividades desarrolladas en 2001 fueron las siguientes:

- \* Modelado del fotorreactor.
- \* Progresos en los métodos de electroafinación de actínidos.
- \* Montaje de geometría de medición.
- \* Puesta a punto del sistema de medición.

### ■ **PROYECTO LAPEP (Laboratorio para Ensayos Pos Irradiación)**

El objetivo de este Proyecto es adquirir y montar un laboratorio destinado a la caracterización y comportamiento de elementos combustibles irradiados.

Las actividades realizadas en 2001 fueron las siguientes:

- \* Continuación de las tareas de montaje y recuperación de las instalaciones existentes en el Centro Atómico Ezeiza.
- \* Inspección detallada del elemento combustible P04 para reactores de investigación y producción, a base de siliciuro de uranio, en las instalaciones habilitadas, siendo presenciadas las tareas de análisis de posirradiación por personal de la Australian Nuclear Science and Technology Organization (ANSTO), para comprobación de las técnicas utilizadas y del cumplimiento de los objetivos del plan de calificación de los combustibles de uranio silicio.
- \* Obtención de muestras del elemento combustible P04 y realización de su análisis destructivo, durante cuyo desarrollo se recibió la visita de personal de Argonne National Laboratory de los Estados Unidos.

### ■ **PROYECTO CADRIP**

El objetivo del Proyecto CADRIP es desarrollar elementos combustibles con alta densidad de uranio para reactores de investigación y producción.

Las actividades realizadas en 2001 fueron las siguientes:

- \* Adecuación de las ingenierías de fabricación para el combustible P07.
- \* Conversaciones finales con INVAP S.E. para la provisión de ese tipo de elemento combustible para el reactor que construirá esa empresa en Australia.
- \* Continuación de las tareas relativas a la calificación ISO 9000 de los laboratorios y plantas de producción, a efectos de cumplir los requerimientos de venta de los elementos combustibles mencionados.
- \* Fabricación de elementos combustibles P07 en base a aleaciones de uranio silicio y su posterior introducción en el reactor RA-3, para completar las experiencias de calificación de los mismos.
- \* Desarrollo de un método de obtención de polvo de uranio molibdeno con tecnología propia. Dicho método se encuentra actualmente en proceso de patentamiento.
- \* Fabricación de placas combustibles con polvo de uranio-molibdeno adquirido a la República de Corea, y con el obtenido por el método propio, con el propósito de comparar el comportamiento de ambas aleaciones.
- \* Negociación con el Departamento de Energía de los Estados Unidos para la calificación de las etapas de fabricación de elementos combustibles tipo MTR en el reactor de Petten, en Holanda.



*Proyecto CADRIP*

*Elemento combustible P-06*

*durante la inspección en pileta.*



Laboratorio de facilidades radioquímicas caja de guantes

- \* Inicio de las actividades para la introducción de un combustible en base a aleaciones de uranio molibdeno en el RA-3 para su calificación interna.

### ■ PROYECTO LFR (*Laboratorio de Facilidades Radioquímicas*)

El objetivo del Proyecto LFR es la obtención de una instalación experimental destinada a desarrollos en química analítica activa, aplicada a soportar las actividades de desarrollo de combustibles, la caracterización de residuos radiactivos y los estudios para su inmovilización.

Las actividades realizadas en 2001 fueron las siguientes:

- \* Revisión del funcionamiento de los sistemas y del laboratorio LFR Fase I.
- \* Obtención de la licencia de operación con material activo.
- \* Recepción de material activo proveniente del laboratorio LAPEP para preparación de muestras aptas para la determinación del quemado absoluto del combustible P04 y determinación de dicho quemado para validación de su comportamiento.

### ■ PROYECTO CREA

El proyecto CREA se inició en 2001, con el objetivo de separar y ordenar las tareas específicas de la provisión de elementos combustibles para el reactor que será construido por INVAP S.E. en Australia.

Las actividades realizadas en 2001 fueron las siguientes:

- \* Ingeniería básica de los elementos combustibles.
- \* Ingeniería de detalle, que se encuentra en progreso.
- \* Fabricación de un elemento combustible para ensayos hidráulicos.
- \* Realización de los ensayos hidrodinámicos y de vibraciones del elemento combustible fabricado.



Instalación para ensayos en columna de materiales intercambiadores (CST) para la retención de  $^{137}\text{Cs}$  a partir de corrientes de residuos de Mo, de media actividad

## P3 GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

Cumpliendo con las responsabilidades asignadas por la Ley Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos (Ley N° 25.018), la CNEA ha continuado con las actividades de recolección, clasificación, acondicionamiento, almacenamiento y disposición final de residuos radiactivos, mediante procedimientos establecidos por la institución y aprobados por la Autoridad Regulatoria Nuclear. Asimismo, ha planificado y diseñado instalaciones adicionales para ampliar y actualizar la capacidad de tratamiento y acondicionamiento de los mismos. Por otra parte, ha elaborado y tiene en ejecución diversos proyectos de investigación y desarrollo para la gestión segura de los residuos radiactivos generados en el país. Estas actividades se realizan con la participación de científicos y técnicos de todos los Centros Atómicos.

De acuerdo con lo dispuesto por el Artículo 9 de la Ley N° 25.018, se elevó al Poder Ejecutivo Nacional un anteproyecto del Plan Estratégico de Gestión de Residuos Radiactivos con el fin de que, previa consulta con la Autoridad Regulatoria Nuclear, sea enviado al Honorable Congreso de la Nación para su tratamiento y aprobación por ley.

El 18 de julio de 2001 entró en vigor la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos. La adhesión de nuestro país a esta convención internacional fue ratificada por la Ley N° 25.279, promulgada el 31 de julio de 2000. De esta forma, el país adquirió un importante compromiso internacional en relación con las pautas de gestión segura de este tipo de materiales.

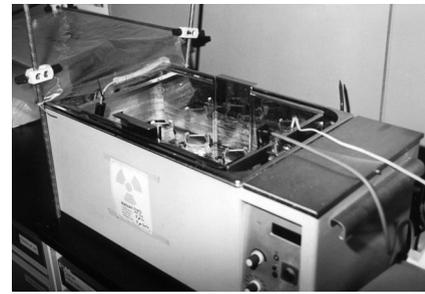
En 2001, en el marco de este Programa se desarrollaron las siguientes actividades:

### INFRAESTRUCTURA

- Para el Área de Gestión Ezeiza, ubicada en el Centro Atómico homónimo, finalización de la ingeniería conceptual e iniciación de la ingeniería básica de una futura instalación para el tratamiento y acondicionamiento de residuos radiactivos sólidos y líquidos de baja y media actividad. Esta instalación contempla el tratamiento y/o acondicionamiento de veinte corrientes diferentes de residuos generados en los Centros Atómicos Ezeiza y Constituyentes y además, por los generadores externos a la institución.
- Selección del proceso más adecuado y elaboración de la ingeniería de una instalación de tratamiento para la retención de radionucleídos en la corriente de residuos líquidos de baja actividad de la Planta de Producción de Radioisótopos, situada en el Centro Atómico Ezeiza. Este tratamiento se ha hecho necesario debido a que se suspendió la operación de las trincheras de líquidos de baja actividad del Área de Gestión Ezeiza, donde esta corriente de residuos era enviada anteriormente.
- Definición de la adaptación de un laboratorio existente en el Área de Gestión Ezeiza, con el fin de disponer de una facilidad para muestrear tambores con residuos sólidos compactables de baja actividad conteniendo actínidos, a los efectos de proceder a caracterizar los mismos para determinar su disposición final y/o almacenamiento interino, según corresponda.
- Instalación de una torre meteorológica automática en el Área de Gestión Ezeiza, destinada a la adquisición de datos que permitan ajustar el balance hidrológico del área.
- Diseño e instalación de un nuevo sistema de purificación de agua para un sector del depósito interino de combustibles gastados de reactores de investigación, situado en el Área de Gestión Ezeiza. Dicho sistema fue puesto en operación conjuntamente con la implementación de un plan de vigilancia.
- Análisis de diferentes alternativas para mejorar el almacenamiento interino de los combustibles gastados de reactores de investigación, teniendo en cuenta, además, el futuro acondicionamiento de los mismos para su disposición final. En este marco, se evaluó la posible utilización de una pileta existente en el Centro Atómico Ezeiza, vecina a las instalaciones de celdas calientes, y se iniciaron los estudios previos de calidad de la instalación y los correspondientes cálculos de criticidad y disipación térmica.

### INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

- Iniciación del estudio y selección de técnicas radioquímicas y equipamientos necesarios para una adecuada caracterización de los residuos radiactivos y la verificación de calidad de los residuos acondicionados.
- En el marco del Acuerdo de Cooperación con el Departamento de Energía de Estados Unidos, se completaron los ensayos de inmovilización de resinas agotadas en matrices vítreas llevados a cabo en laboratorios de ese país, con la participación de especialistas argentinos y con el auspicio económico de ese Departamento. Actualmente se encuentra en elaboración el informe final con las conclusiones sobre esta línea de investigación.
- Iniciación del estudio de métodos de muestreo de resinas agotadas (radiactivas) almacenadas en la Central Nuclear Atucha I, con el objetivo de poder obtener muestras representativas a los fines de su caracterización.
- Continuación del estudio del comportamiento, en condiciones de repositorio, de tambores con residuos de baja actividad acondicionados. Este estudio forma parte de un contrato de investigación con el Organismo Internacional de Energía Atómica.



*Equipo utilizado en los ensayos de contactado para la determinación de la isoterma de equilibrio.*



*Castillo de plomo utilizado como blindaje para medición de gamma emisores.*



Planta Área Gestión Ezeiza (AGE).

- Continuación del estudio del comportamiento a largo plazo de un contenedor de hormigón especialmente formulado para ser utilizado en diferentes aplicaciones relacionadas a la gestión de residuos de media actividad, ya sea como barrera de ingeniería en un repositorio o como contenedor para transporte y almacenamiento prolongado de ese tipo de residuos.
- Continuación del estudio experimental del proceso de separación de cesio-137 de la corriente de residuos de media actividad que se genera en la producción de molibdeno-99 para uso en medicina nuclear. El objetivo es poder bajar el nivel de radiactividad de esos residuos y, como subproducto, disponer de material para fabricar fuentes selladas de cesio con fines comerciales.
- Iniciación de un proyecto de investigación conjunto con el Departamento de Energía de los Estados Unidos con el objetivo de aplicar modelos computacionales de simulación de flujo de agua subterránea y de transporte de distintos componentes, para lo cual resulta necesario optimizar el monitoreo y la caracterización de las condiciones ambientales de los sistemas de disposición final y sus alrededores, en el Área de Gestión Ezeiza.
- Participación en el diseño y prueba de la base de datos RWMR (*Radioactive Waste Management Registry*) del Organismo Internacional de Energía Atómica.
- Como parte de un Programa de Investigación Coordinado del Organismo Internacional de Energía Atómica, iniciación de los estudios de degradación y corrosión de artefactos arqueológicos, con el fin de generar conocimientos que permitan inferir las cinéticas de degradación de contenedores de residuos radiactivos en medios geológicos.
- En el marco de la separación selectiva de aleación de aluminio 6061 de los combustibles gastados de reactores de investigación, determinación de su reactividad frente al cloro en diversas condiciones de presión y temperatura. Se determinaron la velocidad de reacción, los parámetros cinéticos en función de la temperatura y la presión parcial del cloro, y la microestructura para determinar las condiciones óptimas de selectividad y rendimiento del proceso de cloración.
- En el marco de la inmovilización de los residuos radiactivos contenidos en los combustibles gastados de reactores de investigación, preparación de diferentes composiciones de vidrios ferrofosfato y estudio del efecto de la presencia de óxidos de uranio. Los vidrios con y sin agregado de óxidos de uranio fueron caracterizados por espectroscopía de difracción de rayos x, termogravimetría, microscopía electrónica y otros métodos.
- Estudio de la cinética de humectación del material de relleno (50% bentonita, 50% arena), que rodea a un contenedor para bloques de residuos de alta actividad emplazado en un repositorio geológico profundo, mediante ensayos de laboratorio que simulan las condiciones y geometrías del repositorio.
- Continuación del estudio de la corrosión del aluminio de las placas de combustibles gastados de reactores de investigación almacenados interinamente en húmedo. Se comenzaron trabajos para optimizar las condiciones de almacenamiento interino en húmedo, particularmente en la instalación del Área de Gestión Ezeiza, cuya calidad del agua es analizada periódicamente y purificada para mantenerla en los niveles aceptables. Parte de estos trabajos se realizan en el marco del Proyecto Regional del Organismo Internacional de Energía Atómica RLA/4/18, "Gestión del Combustible Gastado de Reactores de Investigación".
- Comienzo del desarrollo de herramientas de modelado computacional para estudiar la zona vadosa en roca fracturada y que permitan simular, predecir y prevenir la dispersión de contaminantes. Estos trabajos se realizan atendiendo a una necesidad del Área Principal Contaminantes Subterráneos del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

- Comienzo del desarrollo de herramientas de modelado computacional que utilizan el método de elementos finitos para aplicarlas al estudio de la disposición geológica profunda.
- Iniciación de la vinculación con el OIEA para formar parte de la Net-Enabled Waste Management Database (NEWMDB), que tiene por objetivo poner en red los inventarios de residuos radiactivos de los países miembros participantes.

### GEOLOGÍA DE REPOSITORIOS

- Continuación de la elaboración del inventario a nivel nacional de las formaciones geológicas favorables para repositorios geológicos profundos. Este proyecto contó con el apoyo del proyecto de cooperación ARG/4/084 "Geología de repositorios para la evacuación de desechos de alta actividad" con el Organismo Internacional de Energía Atómica. Se avanzó en el inventario de las formaciones geológicas favorables para repositorios de residuos de ese nivel de actividad.
- Continuación del desarrollo del Sistema de Información Geográfica, y avance en la digitalización de la información geológica de diversas regiones del país, incorporándose datos metalogenéticos, información sobre el volcanismo cuaternario y activo, ensayos de modelización espacial y aplicación de criterios de exclusión.
- Respecto de la hidrogeología regional, elaboración de un informe que sintetiza los sistemas acuíferos del país y sus características, considerando los parámetros hidrogeológicos que rigen los mismos.
- Determinación de geoindicadores aptos para repositorios de media actividad.



*Blanco de uranio enriquecido al 20% para la producción de molibdeno 99.*

## P4 RADIOISÓTOPOS Y RADIACIONES

Uno de los objetivos primarios de la CNEA es el desarrollo de tecnologías innovadoras en el área de la producción de radioisótopos y sus aplicaciones en biología, medicina e industria, y en la de utilización de las radiaciones ionizantes.

Así, dentro del Programa de Radioisótopos y Radiaciones, durante 2001 se desarrollaron siete proyectos:

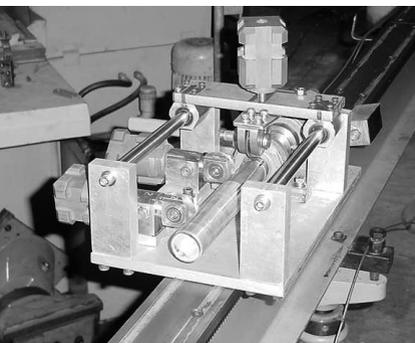
- **PROYECTO MOLIBDENO 99**
- **PROYECTO YODO 123**
- **PROYECTO BNCT**
- **PROYECTO PIBA**
- **PROYECTO EGIPTO**
- **PROYECTO NUEVOS PRODUCTOS**
- **PROYECTO TRATAMIENTO CUARENTENARIO**

### ■ **PROYECTO MOLIBDENO 99**

El Proyecto Molibdeno 99 tiene por objetivo desarrollar la tecnología de producción de <sup>99</sup>Mo y otros radioisótopos de interés comercial (<sup>90</sup>Sr, <sup>131</sup>I, <sup>137</sup>Cs y <sup>133</sup>Xe), a partir de la irradiación con neutrones de blancos de uranio de bajo enriquecimiento (<sup>235</sup>U < 20%), incluyendo la recuperación del uranio empleado, para su reutilización.

En 2001 se realizaron las siguientes actividades:

- \* **Folias de uranio:** Comienzo de la puesta a punto del proceso de laminación en caliente y en frío para obtener una folia de 130 micrones de espesor.
- \* **Blancos de uranio:** Avances en la construcción de equipos y dispositivos y en la realización de estudios que abarcan las primeras fases de la fabricación de los blancos.



*Proyecto Molibdeno 99.  
Máquina para corte  
de blancos postirradiación.*

- \* **Disolución de blancos:** En el marco del Acuerdo de Cooperación con el Departamento de Energía de Estados Unidos, desarrollo de un método de producción de  $^{99}\text{Mo}$  empleando blancos de uranio de bajo enriquecimiento, tarea conjunta entre la CNEA y el Argonne National Laboratory, de los Estados Unidos. Así, se irradiaron en el Reactor RA-3 blancos de uranio metálico conteniendo  $^{235}\text{U}$  al 20%, provistos por el Laboratorio, los que fueron posteriormente procesados
- \* **Separación de  $^{99}\text{Mo}$ :** Realización de ensayos de separación en columna de alúmina a distintas concentraciones de ácido nítrico y de uranio, encontrándose las condiciones para una mejor adsorción.
- \* **Separación de  $^{90}\text{Sr}$ :** Definición del método a usar para la separación del  $^{90}\text{Sr}$ . Se determinó que la presencia de uranio no afecta en forma significativa la separación.
- \* **Separación de  $^{137}\text{Cs}$ :** Realización de ensayos de retención en un intercambiador inorgánico. Se determinó:
  - a. el coeficiente de distribución
  - b. la capacidad de carga
  - c. la posibilidad de elución
  - d. la interferencia de otros alcalinos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ )
- \* **Separación de  $^{131}\text{I}$ :** Desarrollo de un nuevo material para la retención de radio yodos, consistente en alúmina recubierta con plata, parcialmente cubierto con plata metálica para la retención química específica del yodo. Este material ha sido patentado por la CNEA. Se llevaron a cabo experiencias tanto a nivel de trazadores como en celda caliente.
- \* **Separación de  $^{133}\text{Xe}$ :** Realización de pruebas para determinar la capacidad de adsorción de xenón por carbón activo a 2 C y, a partir de ello, diseño de un equipo de retención de xenón que trabaja en serie con la salida de gases del disolutor.
- \* **Recuperación de uranio irradiado:** Continuación de los ensayos de retención de uranio en lechos de resina de intercambio iónico y de extracción cromatográfica, a fin de hallar las condiciones más adecuadas para cada operación. Se realizaron experiencias con trazadores activos e inactivos para estimar el grado de descontaminación que se puede obtener de los distintos procesos en estudio.
- \* **Control de calidad:** Avances en el desarrollo de los controles de calidad del  $^{99}\text{Mo}$  en sus aspectos químico y radioquímico. Se culminó con la puesta en rutina del método de determinación de Yodo 131. Se trabaja en el desarrollo de un método óptimo de detección de contaminantes beta y de rutenio. Se avanzó en la detección de los estados de oxidación del molibdeno por electroforesis.

### ■ PROYECTO YODO 123

El objetivo del Proyecto Yodo 123 es desarrollar la tecnología de producción automática de  $^{123}\text{I}$  de alta pureza y elevada actividad específica, a partir de la irradiación de un blanco gaseoso de  $^{124}\text{Xe}$  con un haz de protones de 30 MeV. El  $^{123}\text{I}$  es utilizado en medicina nuclear como elemento de radiodiagnóstico. Esta tarea se realiza en el Ciclotrón de Producción de Radioisótopos, ubicado en el Centro Atómico Ezeiza.

El Organismo Internacional de Energía Atómica, dentro del marco del Proyecto ARG/ 4/085 "Producción de  $^{123}\text{I}$  de alta pureza", ha financiado parte de los desarrollos mediante el envío de equipos, expertos y visitas científicas.

En 2001 se realizaron las siguientes actividades:

- \* **Estación de irradiación:** Finalización de la ingeniería de detalle.
- \* **Portablanco:** Finalización de la construcción del portablanco.

- \* **Proceso radioquímico:** Continuación del desarrollo del proceso de separación y purificación. Se finalizó el diseño y la construcción del equipo automático de producción.
- \* **Control de proceso:** Finalización del desarrollo del *software* de control automático de proceso. Se realizaron pruebas de funcionamiento integrando el módulo de proceso y las conexiones al equipo radioquímico automático.
- \* **Celda de procesos:** Finalización de la construcción de la celda de procesos radioquímicos.
- \* **Desarrollo del sistema de control por controlador lógico programable:** Finalización del cableado y conexión entre los distintos sistemas. El programa en la computadora de control quedó listo para funcionar en modo manual.
- \* **Provisión de nitrógeno líquido:** Instalación en la sala de irradiación del sistema de provisión de nitrógeno líquido, utilizado durante distintas etapas del proceso.
- \* **Estación de irradiación:** Comienzo del montaje, luego de recibir, durante el transcurso del año, las piezas construidas. Se estima finalizar el montaje de la estación de irradiación durante el transcurso de la primera mitad del año 2002.

## ■ PROYECTO BNCT

El Proyecto BNCT (Terapia por Captura Neutrónica en Boro –las siglas provienen del inglés: *Boron Neutron Capture Therapy*) tiene como objetivos desarrollar los aspectos tecnológicos, las instalaciones necesarias y los estudios científicos y médicos para implementar la investigación clínica del tratamiento en seres humanos.

En el proyecto participa personal de los tres Centros Atómicos, de la Universidad Nacional de San Martín, del Instituto Oncológico Angel H. Roffo –para la investigación clínica BNCT en pacientes con melanoma en extremidades–, del Hospital Argerich –para los estudios de biodistribución de boro en pacientes con tumores cerebrales– y del Hospital Zonal de Bariloche –para los aspectos relacionados con la atención clínica local de los pacientes.

Las actividades durante 2001 se caracterizaron por la convergencia de tareas para la concreción de la fase clínica.

### *Metas alcanzadas:*

- \* Termalización del haz neutrónico epitérmico en el reactor RA-6, optimización de los blindajes y evaluación de la eficacia del uso de delimitadores y prolongadores del haz para tratamiento de melanomas. Fuente para la planificación de tratamientos (en curso).
- \* Optimización de la dosimetría del haz, desarrollo de métodos alternativos e intercomparaciones dosimétricas con los Estados Unidos y con Finlandia.
- \* Ampliación de la sala de irradiación. Montaje de cámaras de fisión para el monitoreo del haz y optimización del *software* para el control de irradiación.
- \* Elaboración del protocolo de determinación de boro para aplicaciones clínicas.
- \* Conversión del planificador de tratamientos MacNCTPlan a computadora (NCTPlan), incorporación de imágenes tomográficas con la participación de la Fundación Escuela de Medicina Nuclear de Mendoza y creación de una herramienta para optimizar el NCTPlan a partir de histogramas dosis-volumen.
- \* Construcción de la Sala de Simulación BNCT en el Centro Atómico Constituyentes, para el posicionamiento de pacientes.
- \* Concreción de tratamientos BNCT en animales pequeños en el reactor RA-6.
- \* Biodistribución de nuevos compuestos en modelos biológicos experimentales.
- \* Desarrollo de un nuevo modelo teórico de microdosimetría.



*Planta de irradiación de barros cloacales (Ciudad de Tucumán).*

- \* Determinación de la factibilidad de un acelerador para BNCT basado en un acoplamiento TANDEM-ESQ (cuadrupolo electrostático). Determinación RBE en tejidos, con haces de iones de litio.

***Aspectos legales para la implementación clínica:***

- \* Celebración de un convenio de colaboración entre la CNEA y el Instituto Oncológico Angel H. Roffo, para aspectos clínicos del proyecto.
- \* Elaboración de pautas para establecer la colaboración con la Fundación Escuela de Medicina Nuclear de Mendoza.
- \* Autorización de los comités de Ética y de Docencia e Investigación del Instituto Roffo, para los protocolos de biodistribución y tratamiento BNCT de melanomas superficiales.
- \* Aprobación de la ANMAT para el estudio de biodistribución boro en melanomas.

***Intercambio internacional:***

Se recibieron científicos de las universidades de Essen (Alemania), Tsukuba (Japón), Harvard (EE.UU) y del Centro BNCT de Finlandia. A través de un convenio con el Departamento de Energía de los Estados Unidos se concretaron visitas desde Berkeley, Harvard-MIT, Tennessee, Washington y del Idaho National Engineering and Environmental Laboratory. Se participó en reuniones en Oxford, Padova, Estocolmo-Helsinki y México y hay en curso varios proyectos de colaboración. La CNEA recibió el agradecimiento del MIT por el envío de cámaras de fisión, lo que generó una compra posterior por parte del mismo.

■ **PROYECTO PIBA**

En 1993, la CNEA puso en ejecución el proyecto de construcción de una Planta de Irradiación de Barros Cloacales (PIBA). Dicha planta, ubicada en la localidad de San Felipe, Provincia de Tucumán, presenta un avance del orden del 80%. Sin embargo, en el contexto actual, resulta difícil visualizar quiénes podrían ser los interesados en la explotación de una planta de estas características y, mucho más, definir los parámetros económicos de una eventual explotación comercial. Por otra parte, hasta el presente, no se ha encontrado un uso alternativo razonable de la planta en el campo nuclear.

Sin embargo, las instalaciones, como se encuentran actualmente, con agregados y modificaciones menores, podrían ser utilizadas para tareas docentes o de experimentación en otros campos tecnológicos, tales como la ingeniería hidráulica, industrial y sanitaria.

Por lo expuesto, se tomó la decisión de abandonar el proyecto e iniciar su cierre ordenadamente. Se iniciaron negociaciones con la Provincia de Tucumán para la rescisión del contrato, oportunamente firmado, con la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, con relación a la cancelación del préstamo otorgado para la ejecución del proyecto, y con la empresa constructora, para la rescisión del contrato para la construcción de la PIBA.

También se realizaron gestiones a fin de interesar a algún organismo nacional o provincial para que reciba en usufructo, a título no oneroso, las instalaciones en el estado en que se encuentran, a fin de mitigar en el ámbito local el impacto negativo del abandono del proyecto.

■ **PROYECTO EGIPTO**

En 1999, la empresa INVAP S.E. solicitó a la CNEA asistencia tecnológica en razón de haber firmado un contrato con la Atomic Energy Authority (AEA) de la República Árabe de Egipto, para la provisión llave en mano de una planta de producción de radioisótopos.

Tal asistencia tecnológica se materializó en 2000, con la firma de un contrato entre INVAP S.E. y la Fundación José A. Balseiro, sobre la base del vigente Acuerdo Específico entre la CNEA y la

Fundación José A. Balseiro, en el marco de la Ley de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica (Ley N° 23.877).

En 2001, se completó el desarrollo de los siguientes procesos radioquímicos:

- \* Producción de  $^{99}\text{Mo}$  de fisión a partir de un blanco de  $^{235}\text{U}$  al 20% (1000 Ci por semana).
- \* Producción de  $^{131}\text{I}$  por destilación seca (10 Ci por semana) y cápsulas de gelatina.
- \* Producción de  $^{51}\text{Cr}$  por el método de Szilard - Chalmers (500 mCi por semana).
- \* Producción de  $^{192}\text{Ir}$  para braquiterapia y aplicaciones industriales (5 Ci por semana).
- \* Producción de generadores de  $^{99}\text{Mo}$  /  $^{99m}\text{Tc}$ , carga semiautomática (40 generadores por semana).

### ■ PROYECTO NUEVOS PRODUCTOS

Dentro de este proyecto, en función de los recursos presupuestarios disponibles, se priorizó completar el desarrollo de un sistema automático para la producción de  $^{18}\text{F}$  y su molécula marcada 2-fluor-2-desoxiglucosa (FDG), dada la demanda de este producto y la imposibilidad de su importación.

En 2001 se realizaron las siguientes actividades:

- \* Estudio de la evolución de la presión alcanzada en el blanco en función de la corriente del haz incidente.
- \* Estudio de la deformación de la ventana del blanco frente al incremento de presión hidráulica hasta 30 bar.
- \* Verificación de rendimientos de producción de  $^{18}\text{F}$  utilizando distintos parámetros.
- \* Realización de pruebas de irradiación del blanco, previamente presurizado, utilizándose distintas corrientes hasta un máximo de 20  $\mu\text{A}$ .
- \* Realización de pruebas en caliente del módulo de síntesis de FDG.
- \* Diseño, construcción, montaje y puesta en marcha de dos módulos blindados para la síntesis en forma automática de FDG.

Se estará en condiciones de comercializar este producto a comienzos de 2002.

### ■ PROYECTO TRATAMIENTO CUARENTENARIO

Este Proyecto tiene como objetivo encontrar las condiciones adecuadas que permitan utilizar las radiaciones ionizantes como agente cuarentenario en frutas de pepita (manzanas y peras), y desarrollar un método para la identificación de las frutas irradiadas.

En 2001 se realizaron las siguientes actividades:

- \* Realización de ensayos preliminares para la implementación de un tratamiento cuarentenario mediante el uso de las radiaciones ionizantes:
- \* Continuación de los ensayos de inoculación de manzanas *Red Delicious*, calidad comercial (huevos y larvas).
- \* Verificación de la efectividad de la dosis en manzanas frescas infestadas con larvas, para la inhibición del desarrollo y la reproducción de adultos.
- \* Identificación de larvas de *Cydia pomonella* irradiadas a distintas dosis con uso de la técnica de la fenolxidasa. A partir de los ensayos realizados se observó la necesidad de estudiar la especificidad del sustrato utilizado y el rango de dosis de irradiación a partir del cual la enzima resulta afectada.

Respecto de la implementación de métodos para la identificación del producto y del insecto irradiados, se abordaron métodos químicos, biológicos y bioquímicos, y se realizaron las siguientes tareas:

- \* Avances en la puesta a punto de la técnica de medición por cromatografía gaseosa-espectrometría de masas de 2-alquilciclobutanonas en extractos de semillas de manzanas irradiadas. Las alquilciclobutanonas son compuestos únicos de productos irradiados.



*Conservación de alimentos por irradiación.*

*A la izquierda, muestras conservadas;*

*a la derecha, muestras testigo.*



Acelerador electrónico TANDAR  
Centro Atómico Constituyentes.

- \* Comienzo de los ensayos de adaptación del método del medio embrión utilizado en cítricos para aplicarlo en manzanas irradiadas.
- \* Puesta a punto de la técnica de "ensayo de cometa" con semillas de manzanas irradiadas, utilizada para la identificación de productos biológicos que contienen ADN.
- \* Exposición del método de irradiación en el control cuarentenario durante el Curso de Tratamiento Cuarentenario de Plagas Agrícolas, realizado en el mes de setiembre en Estación Obispo Colombres, Provincia de Tucumán.

## P5 INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN CIENCIAS BÁSICAS Y DE LA INGENIERÍA

El Programa Investigación y Desarrollo en Ciencias Básicas y de la Ingeniería abarca actividades destinadas a la generación de conocimientos originales en las disciplinas que son base de la tecnología nuclear y sus aplicaciones.

En algunas de estas disciplinas, el aporte de la CNEA a la investigación científica y tecnológica del país ha sido y continúa siendo sustancial, como puede verificarse, por ejemplo, en la cantidad y calidad de las publicaciones de sus investigadores en revistas internacionales y en la participación de éstos en colaboraciones de primer nivel.

La investigación científica y tecnológica en la CNEA ha logrado siempre importantes avances. Durante el año 2001 se realizó una convocatoria, dentro de la institución, destinada a identificar los proyectos en curso que, por sus objetivos, corresponden al Programa de Investigación y Desarrollo en Ciencias Básicas y de la Ingeniería. El análisis de los 70 proyectos presentados permitió identificar 41 como pertenecientes al Programa. En lo que sigue, se los presenta por grandes grupos disciplinarios:

### Biología

- Efecto de radiaciones en sistemas biológicos.
- Aplicaciones de técnicas biológicas en la industria del uranio.
- Procesos industriales y de control medioambiental en polímeros, alimentos y efluentes.

### Ingeniería

- Desarrollo de simulaciones de ciclos térmicos en centrales nucleares.
- Optimización del programa de cálculo DART (*Dipersion Analysis Research Tool*) para el análisis de combustibles de reactores de investigación.
- Preparación y caracterización de pastillas combustibles de matriz inerte.
- Recuperación de plutonio en desechos de fabricación de combustibles de óxidos mixtos.
- Modelos de cálculo neutrónico y dispositivos experimentales.
- Estudio mecánico-termohidráulico de reactores nucleares.
- Fluido dinámica computacional con aplicaciones en ingeniería.
- Medición del quemado en materiales y combustibles nucleares irradiados.
- Tecnología de fabricación y comportamiento de aleaciones de circonio.

### Ciencia y Tecnología de Materiales

- Métodos no destructivos para caracterización de materiales.
- Recubrimientos duros de alta resistencia a fallas mecánicas.
- Propiedades y comportamiento de materiales para tecnologías avanzadas.
- Efecto del hidrógeno en materiales metálicos.
- Propiedades de aleaciones de U-Mo.

- Daño por radiación en aleaciones de componentes de reactores.
- Corrosión metálica, mecanismos y aplicaciones.
- Transformaciones de fase en aleaciones metálicas.
- Óxidos de metales de transición.
- Interacción del hidrógeno con materiales metálicos.
- Cerámicos aplicados.
- Modelo de reacción de la cloración de mezclas óxido de cerio-samarium y aleaciones de aluminio.

### *Física*

- Aplicaciones de aceleradores y técnicas nucleares a problemas medioambientales, biomédicos y de la ciencia de materiales.
- Física nuclear y temas afines.
- Física de la materia condensada.
- Comportamiento macroscópico de sistemas complejos.
- Teorías de campos y simetrías fundamentales.
- Procesos atómicos e interacción de la radiación con la materia.
- Propiedades ópticas de la materia condensada.
- Fusión nuclear y física de plasmas.
- Teoría de sistemas altamente correlacionados.
- Propiedades de la materia condensada a bajas temperaturas.
- Interacción de neutrones con la materia.
- Participación en el proyecto internacional "Pierre Auger" (ver proyectos especiales).

### *Medioambiente*

- Estudios químicos medioambientales.
- Técnicas nucleares en investigación del medioambiente.

### *Química*

- Química-física de sólidos inorgánicos en contacto con soluciones acuosas.
- Metodologías analíticas.
- Fisicoquímica de fluidos.

### **ACTIVIDADES MÁS DESTACADAS DESARROLLADAS EN 2001**

Durante 2001, el trabajo realizado en el Programa Investigación y Desarrollo en Ciencias Básicas y de la Ingeniería, ha seguido el curso de lo programado y marcado significativos avances en diversas áreas. Los más destacados son:

- Avances en materiales para almacenamiento de datos en memorias no volátiles.
- Avances en diseños de alta resolución para inducir potenciales 2D mesoscópicos sobre la superficie de cristales periódicos de vórtices.
- Avances en la caracterización de transición sólido líquido en la estructura de vórtices generada en monocristales con maclas.
- Avances en el diseño, obtención, caracterización óptica y estudio de las propiedades físicas de microcavidades semiconductoras para amplificación Raman.
- Estudio del mecanismo físico que da lugar a la superconductividad fotoinducida en superconductores.
- Estudio de la estructura magnética, excitaciones elementales y correlación entre el magnetismo y la superconductividad en nuevos rutenocupratos.



*Columna del TANDAR.*

*Centro Atómico Constituyentes.*

- Avance importante en la comprensión de la cinética de estabilización de la martensita 18R debido a la presencia de una relajación atómica con la creación de dislocaciones que actuarían como sumideros de vacancias.
- Determinación de los parámetros de red en las fases austenita y martensíticas en aleaciones de Fe-Mn y Fe-Mn-Co.
- Desarrollo de modelos de dispersión de epidemias y de distribución de palabras en un texto para el estudio de propiedades macroscópicas de sistemas complejos.
- Finalización del estudio del comportamiento de la corriente crítica frente a flexión de tres puntos en cintas monofilamentarias para la fabricación de cables y cintas superconductoras de alta temperatura crítica.
- Estudio de las estructuras cristalinas de moléculas de interés biológico, como biofosfonatos (medicamentos para osteoporosis) y benzodiazepinas (antidepresivos) que presentan polimorfismo estructural.
- Realización de estudios teóricos de simulación en sistemas nanoscópicos que presentan interés tecnológico y que sirven para entender las propiedades de esos materiales.
- Operatividad completa del micro haz del acelerador TANDAR (en una configuración mínima) en una línea experimental. Obtención de datos mediante un haz de 4  $\mu\text{m}$  de diámetro midiendo los rayos x inducidos por iones pesados (MicroPIXE).
- Armado e instrumentación de una línea específica de irradiación del acelerador Tandar. Irradiaciones tanto *in vitro* como *in vivo* de melanomas con haces de protones y Li, dando lugar a una primer publicación a nivel internacional.
- Construcción y prueba del primer blanco de FLi para la producción de neutrones con un haz de protones del acelerador Tandar. Simulación de la distribución de dosis en profundidad resultando una dosis elevada en el tumor (40 RBE Gy) en un tiempo de irradiación de 16 minutos, lo que permite entregar una dosis suficiente como para controlar el tumor.
- Desarrollo de procedimientos de disolución en celdas calientes de muestras de material irradiado, para la medición de quemado absoluto de combustibles nucleares. Adaptación de técnicas separativas de aplicación durante el proceso de medición.
- Montaje del primer dispositivo experimental, por triangulación láser, para relevar el perfil de superficies, con un error promedio en la determinación de las alturas del orden de 50  $\mu\text{m}$  y diseño y comienzo de montaje de un nuevo topógrafo láser de mayor precisión, para obtener el perfil de muestras con un error del orden de 5  $\mu\text{m}$ .
- Investigación de la presencia de mercurio y otros metales pesados en cuerpos de agua del Parque Nacional Nahuel Huapi, determinando líneas de base, vías de ingreso a la trama trófica e identificación de fuentes de origen, en el marco del proyecto de cooperación ARG/ ARG/7/006 con el Organismo Internacional de Energía Atómica.
- Peritajes judiciales para detección de residuos de disparos, reconstrucción física de accidentes viales, reconocimiento cuantitativo de imágenes, localización acústica de disparos y técnicas estadísticas para determinar la confiabilidad de los resultados.

**PUBLICACIONES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CYT) EFECTUADAS POR PROFESIONALES DE LA CNEA DURANTE 2001.**

<b>TIPO DE PUBLICACIÓN</b>	<b>Total</b>
Libros de carácter científico o tecnológico	3
Revistas de CyT, editadas por la institución	1
Artículos en revistas de CyT editadas por la institución	13
Artículos en revistas nacionales de CyT no editadas por la institución	146
Artículos en revistas extranjeras de CyT no editadas por la institución	311
Presentaciones en congresos internacionales	166
Presentaciones en congresos nacionales	72
Informes de becas de perfeccionamiento	16
Otro tipo de publicaciones de CyT (1)	413

(1) Incluye: monografías, tesis, tesinas y cualquier otro tipo de documento.

**P6 PROYECTOS DERIVADOS DE LA TECNOLOGÍA NUCLEAR**

Este Programa tiene como objetivo priorizar, coordinar y supervisar las actividades de desarrollo de tecnología en temas no vinculados estrictamente con el área nuclear, que se llevan a cabo en la CNEA. De esta manera, se pueden aprovechar en otros campos la capacidad tecnológica desarrollada en la institución.

Durante 2000 se hizo un relevamiento de las actividades que realiza la CNEA en temas no nucleares y se evaluaron sus posibilidades. También se completó un análisis prospectivo de áreas de interés para el desarrollo de tecnología. Se establecieron las prioridades en las que se concentrarán los esfuerzos futuros, considerando:

- a. Las áreas en que los análisis prospectivos señalan las mayores oportunidades de desarrollos de tecnología.
- b. La disponibilidad de recursos humanos y materiales, teniendo en cuenta posibles acuerdos con otras instituciones o empresas del país o del exterior.

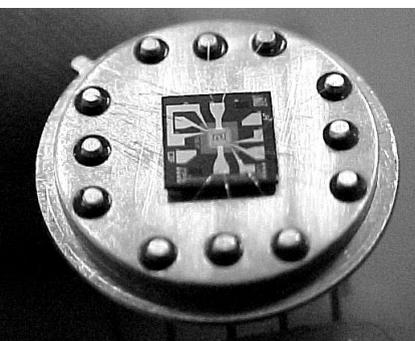
Se seleccionaron inicialmente tres grandes áreas, dentro de las cuales se han establecido temas específicos en los que se concentrarán las actividades. Ya existen proyectos en desarrollo que se procurará potenciar y se incorporarán nuevos, en la medida en que lo permita la disponibilidad presupuestaria.

Las áreas prioritarias elegidas, que marcan la estrategia de largo plazo, son:

- n **Energía**
- n **Tecnologías ambientales**
- n **Dispositivos y estructuras avanzados**

Estas prioridades no son inamovibles, sino que serán revisadas en forma periódica para adaptarlas a los distintos factores internos y externos que las rigen y condicionan.

Los temas específicos representan las estrategias de corto y mediano plazo. Se detallan a continuación, junto con los proyectos propuestos hasta el momento.



Sensor encapsulado con el  
conexión de hilos  
de oro de 50 mm.

## ■ ENERGÍA

### *Hidrógeno*

El propósito es contribuir a la incorporación del hidrógeno como vector energético en distintas aplicaciones. En especial, interesan temas vinculados con producción de hidrógeno, tales como los siguientes:

- \* **A partir de hidrocarburos:** se están analizando métodos de reformado (por ejemplo, por plasma) e interesa especialmente el desarrollo de reformadores innovadores pequeños.
- \* **A partir de electrólisis de agua:** optimización de hidrolizadores convencionales y nuevos sistemas que permitan disminuir costos para facilitar la comercialización de la tecnología.
- \* **Métodos innovadores:** existen propuestas para la generación de biomasa por gasificación y por fermentación, así como para su producción a través de procesos biológicos o de energía solar.
- \* **Energía nuclear:** diseño de reactores apropiados para alimentar sistemas de producción de hidrógeno.
- \* **Infraestructura para la utilización del hidrógeno:** en el tema de almacenamiento, existen en la CNEA proyectos de investigación relacionados con la utilización de hidruros. Debido a las actividades en el área de agua pesada, también cuenta con una vasta experiencia en problemas de fragilización por hidrógeno y en manipulación, transporte y almacenamiento de este elemento.
- \* **Usos del hidrógeno:** se está llevando a cabo un proyecto para la fabricación de celdas combustibles tipo óxido sólido para aplicaciones estacionarias, que incluye el estudio de sistemas innovadores de celdas. Se analizan las posibilidades de sistemas híbridos celda combustible-turbina o celda combustible-reactor nuclear y de utilizar hidrógeno en motores de explosión y turbinas.
- \* **Gestión de subproductos:** en el caso de producirse hidrógeno a partir de hidrocarburos, es necesario dar solución al problema de separación, captura e inmovilización de los gases generados (esencialmente, el dióxido de carbono). Una de las posibilidades es la carbonatación mineral en formaciones geológicas apropiadas; se estudia también la posibilidad de utilizar procesos biológicos o químicos avanzados. Si se emplean sistemas de producción que generen carbono como subproducto, resultaría interesante considerar su utilización en aplicaciones industriales, o bien, acondicionarlo para su disposición segura.

### *Otras fuentes de energía*

El programa busca desarrollar sistemas innovadores de aprovechamiento de los distintos tipos de energía (solar, eólica, geotérmica, biomasa y otros), que sean competitivos con los sistemas tradicionales de generación.

## ■ TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

La CNEA tiene larga experiencia en el área de tecnologías ambientales. Se procura consolidar su posición actual y convertirse en un referente nacional en la materia. Las tecnologías de interés incluyen:

- \* Procesos de avanzada para la destrucción de contaminantes en aire, agua y suelo.
- \* Nuevos procesos para el tratamiento de residuos especiales.
- \* Metodologías vinculadas con la obtención, el procesamiento y el modelado de información ambiental referida a la contaminación química.
- \* Metodologías vinculadas con la evaluación del impacto ambiental en actividades productivas.

## ■ **DISPOSITIVOS Y ESTRUCTURAS AVANZADOS**

En la Argentina existe muy poca actividad en el campo de la microelectrónica y sus áreas asociadas. Es difícil revertir esta situación debido al gran nivel que alcanzaron los países desarrollados en este terreno y a la magnitud de las inversiones que requeriría un programa local. Sin embargo, es posible desarrollar algunas áreas específicas, considerablemente rápido. Por ejemplo, la de los sistemas microelectromecánicos (MEMS). Éstos son esencialmente sensores y actuadores de diferentes tipos, que se fabrican con tecnología de silicio, similar a la empleada en circuitos integrados, pero con inversiones relativamente modestas.

La CNEA está abocada a un proyecto que consiste en el desarrollo de una nariz electrónica, construida en base a microsensores de gases. A mediano y largo plazo, el objetivo es crear un grupo de trabajo con masa crítica y la infraestructura necesaria para realizar desarrollos en el tema, con capacidad para analizar las posibilidades futuras de reemplazo del silicio por otras tecnologías.

Son de particular interés proyectos innovadores (de diseño y construcción) relacionados con:

- \* Microsensores (de presión, fluidos, temperatura, radiación, gases, etc).
- \* Microactuadores (mecánicos, eléctricos, magnéticos, ópticos y otros).
- \* Microsensores y microactuadores integrados.
- \* Microsensores y microactuadores resistentes a la radiación o a condiciones ambientales agresivas.
- \* Micromotores y otros dispositivos microfabricados.
- \* Aplicaciones en la medicina de microsensores, microactuadores y otros dispositivos microfabricados.
- \* Aplicaciones de estructuras astutas.

### **Otras Áreas de Interés para el Mediano y Largo Plazo**

Las nuevas tecnologías que están siendo propuestas están asociadas a computación molecular, computación biológica y computación cuántica, entre otras. Son interesantes también las perspectivas que se abren en el campo de los materiales y sistemas biomiméticos, las técnicas de nanofabricación y las nuevas tecnologías de comunicaciones.

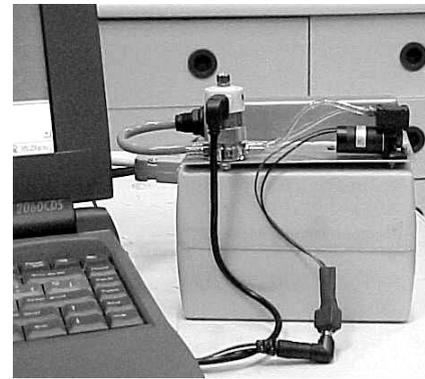
## **ACTIVIDADES MÁS DESTACADAS DESARROLLADAS EN 2001**

### **Aspectos organizativos**

- Elaboración de la modalidad de operación para el desarrollo de nuevas tecnologías en la institución.
- Llamado a concurso interno de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico y de proyectos tecnológicos a ser financiados con presupuestos futuros.

### **Aspectos operativos**

- Discusión de objetivos y apoyo económico al Proyecto MEMS (Dispositivos Microelectromecánicos).
- Evaluación de proyectos de investigación y desarrollo del Programa Investigación y Desarrollo en Ciencias Básicas y de la Ingeniería, de interés del Programa P 6, para financiamiento con presupuesto del primero.
- Evaluación de 13 proyectos de investigación y desarrollo presentados en el marco del concurso interno y elevación de las conclusiones para el análisis de priorización y financiamiento por el Programa Investigación y Desarrollo en Ciencias Básicas y de la Ingeniería.



*Prototipo de nariz electrónica desarrollada por CNEA-CITEFA con un array de 6 sensores MOS tipo MEMS*

- Evaluación de 10 proyectos tecnológicos presentados en el marco de dicha convocatoria, como producto de la cual se seleccionaron los tres siguientes para su ejecución en el marco del Programa P6, a partir del 2002:
  - \* Insertos para pistones de competición con fibras recubiertas con carburo de silicio.
  - \* Síntesis y caracterización de hidrogeles aptos para implantes biomédicos y aplicaciones biotecnológicas.
  - \* Crecimiento de cultivos celulares en membranas de trazas nucleares.

## **SP SUBPROGRAMA DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES NUCLEARES**

El Subprograma Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares tiene como objetivo realizar las tareas necesarias a fin de que la CNEA cumpla con su responsabilidad de efectuar el desmantelamiento y clausura de las instalaciones nucleares relevantes del país al fin de su vida útil.

El Subprograma lleva a cabo tres proyectos:

- *Formación de recursos humanos en desmantelamiento y clausura.*
- *Planificación y costeo de desmantelamiento y clausura de reactores.*
- *Desarrollo de tecnología.*

### ■ **FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN DESMANTELAMIENTO Y CLAUSURA**

En 2001 se desarrollaron las siguientes actividades:

- \* En el marco del proyecto de cooperación ARG/9/10 "Clausura de instalaciones nucleares", con el Organismo Internacional de Energía Atómica, expertos extranjeros visitaron la CNEA y se concretó el entrenamiento de profesionales en técnicas de corte, desmantelamiento, caracterización radiológica, garantía de calidad y gestión, en el Centro de Investigaciones de Karlsruhe, Alemania, en el SCK-CEN, de Mol, Bélgica, y en la empresa ENRESA, de España.
- \* En el marco del convenio de cooperación entre la CNEA y el Centro de Investigaciones Karlsruhe de la República Federal de Alemania, se concretó la visita del Jefe de Desmantelamiento del reactor MZFR de dicho centro. Además, profesionales de la CNEA visitaron esa instalación.
- \* En el marco del convenio entre la CNEA y el Departamento de Energía de los Estados Unidos para el intercambio técnico y la cooperación, profesionales de la CNEA visitaron las instalaciones que están en proceso de desmantelamiento en los laboratorios nacionales de Argonne y Brookhaven, en Savannah River y Hanford y laboratorios del Hemispheric Center for Environmental Technology (HCET) de la Universidad Internacional de Florida. Con este último, se acordó un sistema para que alumnos de los institutos de la CNEA puedan realizar estadias de trabajo en sus instalaciones.
- \* Dentro de ese mismo convenio, se realizaron cursos de entrenamiento en el Centro Atómico Constituyentes y en la Central Nuclear Atucha I, para el uso de antorchas de corte gasolina-oxígeno y del sistema de enfriamiento personal. Los cursos fueron dictados por personal de las empresas CORETECH y PETROGEN de los Estados Unidos, donantes de esos equipos.

## ■ **PLANIFICACIÓN Y COSTEO DE DESMANTELAMIENTO Y CLAUSURA DE REACTORES**

En 2001 se desarrollaron las siguientes actividades:

- \* En conjunto con la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NASA), en su calidad de operadora de las centrales nucleares, se ha iniciado el análisis de los costos derivados de mantener las centrales nucleares en condición de cierre seguro (etapa 1 de desmantelamiento) al fin de su vida útil.
- \* En relación con los reactores de investigación y producción operados por la CNEA, comenzaron a elaborarse los documentos técnicos que definen las alternativas de desmantelamiento y clausura al fin de su vida útil, los costos correspondientes y los residuos radiactivos asociados a las mismas.

## ■ **DESARROLLO DE TECNOLOGÍA**

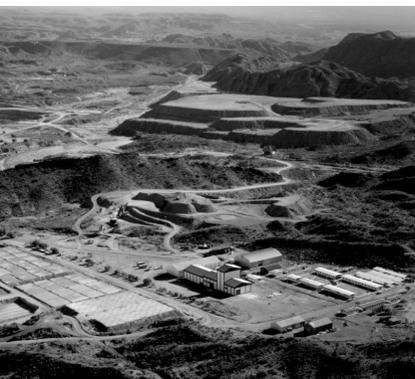
En 2001 se desarrollaron las siguientes actividades:

- \* En el marco del citado convenio entre la CNEA y el Departamento de Energía de los Estados Unidos, en mayo de 2001 se realizó, en el Centro Atómico Constituyentes, un Taller sobre desmantelamiento y clausura. Asistieron profesionales de la CNEA, la Autoridad Regulatoria Nuclear, las empresas NASA e INVAP SE. y del sector privado, así como representantes de la contraparte estadounidense. Como conclusión del Taller quedaron planteadas varias líneas de cooperación futura y la posibilidad de demostrar en Estados Unidos las tecnologías desarrolladas por la CNEA.
- \* A una convocatoria de proyectos de investigación y desarrollo realizada por el Departamento de Energía de los Estados Unidos se presentaron propuestas de la CNEA sobre corte láser, robótica, decontaminación mecánica y diseño de hormigones para desmantelamiento futuro. También, la CNEA, en conjunto con la NASA, presentó a la misma convocatoria una propuesta sobre sistema remoto bajo agua para procesar canales de refrigeración. En dichos proyectos participaría personal de los Centros Atómicos Constituyentes y Ezeiza.
- \* Se registraron avances en el desarrollo de la tecnología de decontaminación por granulado, en el Centro Atómico Constituyentes.
- \* Personal del Subprograma participó en las tareas correspondientes a la parada de mantenimiento de la Central Nuclear Atucha I, y en la propuesta de disposición de canales de refrigeración irradiados de dicha central, en conjunto con el Centro Atómico Constituyentes.
- \* Se recibieron en carácter de donación del DOE dos antorchas de corte gasolina-oxígeno y dos sistemas de enfriamiento personal para trabajo en zona controlada. Dichos equipos están en uso en el Centro Atómico Constituyentes.

## ■ **PROYECTOS DE SUMINISTROS NUCLEARES**

Se encuentran en ejecución 6 proyectos relacionados con la minería del uranio:

- **Reactivación de la minería del uranio**
- **Desarrollo de Cerro Solo**
- **Favorabilidad geológico-uranífera del territorio nacional**
- **Desarrollo de prospectos uraníferos**
- **Espectrometría de rayos gamma**
- **Aplicación de técnicas biológicas en la industria del uranio**



Complejo Minero Fabril

San Rafael, Mendoza

### ■ REACTIVACIÓN DE LA MINERÍA DEL URANIO

Los mayores esfuerzos se volcaron en este proyecto, tratando de ajustar los parámetros que permitirían reactivar, a corto plazo, la minería del uranio en la Argentina.

Se evaluaron las reservas potencialmente explotables en el sector Tigre, a partir del *software* DATA-MINE, con la finalidad de actualizar los valores de recursos correspondientes al Yacimiento Sierra Pintada, en San Rafael, Provincia de Mendoza, y se confirmaron las estimaciones anteriores, realizadas mediante la aplicación de una metodología convencional. Como consecuencia de ello, se elaboraron tres proyectos mineros en el cuerpo seleccionado como potencialmente explotable.

Las actividades desarrolladas en 2001, en el marco de este proyecto, fueron:

#### *En el sector experimental*

- \* Se hicieron sondeos para efectuar voladuras de mineral para pruebas de ensayos metalúrgicos y sondeos de monitoreo orientados al muestreo de agua subterránea para control ambiental.

#### *En el área de procesos*

- \* Se realizaron ensayos de lixiviación de mineral en una pileta inundada (*stall*).
- \* Se neutralizaron efluentes ácidos de planta y se bombeó agua de canteras a los diques de evaporación.
- \* Se elaboró un informe sobre los pasivos ambientales existentes en el Complejo Minero Fabril San Rafael.
- \* Se elaboró un proyecto para eliminar agua de canteras del Sector Tigre III y para forestar, en forma experimental, una pequeña superficie de la escombrera Sector I.
- \* Como preparación de las canteras para una futura explotación y como parte de los trabajos para reducir el aporte de agua del subalveo del arroyo El Tigre en su antiguo cauce, se ejecutaron sondeos para bombeo de agua subterránea, de monitoreo piezométrico, y para bombeo de perforaciones.
- \* Con la finalidad de producir un impacto ambiental positivo en la operación del Complejo y ayudar en la reutilización de las aguas de la cantera, se inició un proyecto de instalación de pasturas y forestación en el área del mismo.

### ■ DESARROLLO DE CERRO SOLO

Se decidió convocar a una nueva licitación para el estudio de factibilidad definitiva, con derecho a explotación, del depósito uranífero Cerro Solo (Provincia del Chubut). Se modificaron algunas condiciones del pliego original, para que constituya una alternativa ajustada a las actuales características del mercado internacional y sea más atractiva para la iniciativa privada. Para ello, se formó la Comisión para el Desarrollo del Proyecto Cerro Solo y se analizaron las propuestas de las empresas interesadas y las conclusiones de consultas jurídicas. Se estudió, también, la posibilidad de incluir aspectos relacionados con la exploración uranífera integral en sectores adyacentes a las áreas evaluadas. Con este proyecto se lograría, en el corto plazo, la producción de uranio nacional a precios competitivos, lo que permitiría cubrir la demanda del país, generar saldos exportables y obtener recursos para reinvertir en la exploración.

Con relación a este yacimiento, está en ejecución el proyecto INCO DC, con la Unión Europea, para definir, antes de toda actividad minera, la línea de base hidrogeoquímica en su área. Para ello se realizaron muestreos de aguas superficiales y subterráneas y de sedimentos de corriente, material analizado por contener diferentes elementos de interés para el medio ambiente, y se implementó un programa de comparación interlaboratorios entre los países participantes.

## ■ FAVORABILIDAD GEOLÓGICO-URANÍFERA DEL TERRITORIO NACIONAL

Este proyecto busca identificar los recursos uraníferos potenciales, independientemente de los requerimientos inmediatos. Así, se continuaron los estudios de 13 de las 57 unidades geológicas en que se encuentra dividido el país, en los ambientes de Sierras Pampeanas, Bloque de San Rafael, Cordillera Neuquina, Andes Patagónico-Fueguinos y Somuncurá, con un avance anual del 1,07 %, totalizándose el 41,77 % de la progresión en el proyecto.

La estimación estadística de recursos geológicos y de recursos uraníferos potenciales se realizó por medio de un sistema de cálculo que adapta los métodos utilizados por el Servicio Geológico de los Estados Unidos, entre otros, en áreas de yacimientos conocidos.

Asimismo, se avanzó en la preparación de cartas geológicas georreferenciadas y en el diseño de bases de datos gráficos para la implementación de un Sistema de Información Geográfica a escala nacional. A partir de los resultados obtenidos hasta el año 2000, se delinearón proyectos de estudio de detalle en áreas con mayor potencial uranífero.

## ■ DESARROLLO DE PROSPECTOS URANÍFEROS

El objetivo es alcanzar la etapa de desarrollo de depósitos de interés económico, que permitan reponer las reservas en la medida en que el uranio nacional sea consumido por nuestras centrales y/o exportado. Se busca constituir proyectos de inversión cuyas etapas finales de factibilidad definitiva y puesta en producción sean realizadas con la participación de capitales privados. Las tareas desarrolladas comprendieron al Yacimiento Uranífero Las Termas (Provincia de Catamarca); Cateos Mineros Uraníferos (Provincia del Chubut) y Manifestación Uranífera La Negra (Provincia de Córdoba).

## ■ ESPECTROMETRÍA DE RAYOS GAMMA

Su objetivo es desarrollar y aplicar tecnologías de avanzada en el relevamiento e interpretación de datos de espectrometría de rayos gamma en prospección minera (uranio y otros elementos) y medio ambiente. Por medio del proyecto de cooperación ARG/3/008 "Prospección de uranio y otros elementos mediante estudios de espectrometría de rayos gamma" con el Organismo Internacional de Energía Atómica, fueron provistos los Sistemas GR-660 y GR-320 para el monitoreo de rayos gamma provenientes de isótopos naturales y artificiales. Estos sistemas fueron montados y calibrados y se realizó una prospección de prueba en Sierras de Tandil, con óptimos resultados. Se planificaron estudios orientadores en áreas de interés metalogenético (U, Mo, Au), que disponen de información geológica relevante y una base radimétrica aérea.

## ■ APLICACIÓN DE TÉCNICAS BIOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA DEL URANIO

Las actividades desarrolladas en 2001 fueron:

### *Desnitrificación*

- \* Se elaboró un informe donde se volcaron los resultados obtenidos en los ensayos en la columna de laboratorio (5 litros). Se fijaron los parámetros para diseñar una segunda columna a escala piloto, con un cambio de escala del orden de 10.
- \* Se inició un informe técnico detallado al fin de los ensayos, donde se establece un análisis estadístico que vincula todos los datos obtenidos y permite brindar la información necesaria para realizar el diseño de una planta desnitrificadora a escala industrial.
- \* La información obtenida de los ensayos permite tener una visión alentadora, ya que responde a lo previsto.



*Proyecto Pierre Auger  
Telescopio en Cerro Los Leones*



*Proyecto Pierre Auger  
Edificio para telescopios  
en Cerro Los Leones*

### ***Biolixiviación***

Estos ensayos requieren tiempos prolongados de ejecución e incluyen muchas variables difíciles de mantener constantes. Esas características motivaron que estos ensayos se encararan de modo diferente a los de desnitrificación.

Los ensayos de biolixiviación a esta escala (16 kilogramos de mineral), comenzaron en setiembre de 2001. Un segundo grupo de ensayos con equipamiento similar pero mejorado, comenzó en noviembre.

## **PROYECTOS ESPECIALES**

Existen dos proyectos que por sus características deben considerarse especiales:

- **Proyecto Pierre Auger**
- **El Proyecto Restitución Ambiental de la Minería del Uranio (PRAMU)**

### ■ **PROYECTO PIERRE AUGER**

El Proyecto Pierre Auger consiste en la construcción de dos observatorios para el estudio de rayos cósmicos ultra energéticos, uno en cada hemisferio. En el año 2000 comenzó la construcción del Observatorio Austral en nuestro país. Para la realización de este Proyecto, en 1995, se constituyó una colaboración internacional de aproximadamente 200 científicos y técnicos de 50 instituciones de 16 países. De la Argentina, participan grupos de la CNEA (Centro Atómico Constituyentes, Instituto Balseiro y Complejos Mineros Malargüe y San Rafael), de la Universidad Nacional de La Plata, de la Universidad Tecnológica Nacional, del Instituto de Astronomía y Física del Espacio y de la Universidad de Buenos Aires. El Profesor J.W. Cronin, premio Nobel de Física 1980, es Director Emérito del Proyecto.

Éste es un emprendimiento de ciencia básica, que busca estudiar el misterio de las energías más altas conocidas en la naturaleza, rayos cósmicos provenientes del espacio exterior que llegan a la superficie de la tierra con un flujo muy reducido. Por esta razón, el Laboratorio Austral en construcción es un observatorio gigante, que se extiende 3000 km<sup>2</sup>, en los Departamentos Malargüe y San Rafael de la Provincia de Mendoza. Aparte de su tamaño, la característica distintiva del proyecto es su naturaleza híbrida, pues consta de 1600 detectores de superficie, esparcidos en un arreglo regular sobre los 3000 km<sup>2</sup>, y de 24 telescopios. Se obtendrá así una suficiente cantidad de eventos por año con mínimos errores sistemáticos de detección.

El proyecto es financiado por los países intervinientes. La contribución Argentina se canaliza a través de la CNEA y el gobierno de la Provincia de Mendoza. La Argentina está a cargo de la construcción de 500 detectores de superficie, su electrónica, las cajas de baterías y las estructuras de sujeción de los paneles solares, los edificios, las torres de telecomunicaciones y antenas de cada detector, las bolsas internas de ellos y el agua ultra pura que alojan, el emplazamiento de los detectores, la cartografía y desarrollo del emplazamiento. Aporta en la puesta a punto del instrumental, incluyendo la electrónica de los telescopios y detectores, en el gerenciamiento del proyecto y del observatorio, y será la encargada principal de la operación y mantenimiento del Observatorio, durante los 20 años calculados de operación. Además, conjuntamente con Brasil, está a cargo del programa de análisis de datos y, en función de ello, está estableciendo un centro de almacenamiento de datos en el Centro Atómico Constituyentes. También está llevando a cabo un programa de capacitación de científicos e ingenieros jóvenes.

La construcción está muy avanzada. Ya se encuentran en funcionamiento los edificios de la Estación Central, sita en la ciudad de Malargüe, el edificio para los telescopios en el cerro Los Leones –en el que ya hay dos telescopios operando–, 30 detectores de superficie, el sistema de telecomunicaciones y el de adquisición de datos.

Desde el punto de vista científico, el avance más relevante fue la primera detección de un evento híbrido (o sea un rayo cósmico detectado simultáneamente por telescopios y detectores de superficie). Se pudo comprobar que el sistema está funcionando exactamente de acuerdo con los parámetros de diseño, lo cual es muy importante para un equipamiento de esta complejidad, un verdadero hito en la historia del proyecto. Baste considerar que el rayo cósmico, al entrar en las capas superiores de la atmósfera, interacciona con ella y genera un chubasco cósmico (un sinnúmero de partículas subatómicas viajando a la velocidad de la luz, todas en coincidencia temporal dentro de la millonésima parte de un segundo). Actualmente, se están detectando 20 eventos híbridos por mes. En 2001, se inició la construcción de un nuevo edificio para telescopios, emplazado en el cerro Coihueco, a 40 km de Malargüe. El edificio es de iguales características que el del cerro Los Leones. La construcción se efectúa con aportes de la CNEA, de la Universität Karlsruhe y del Forschungszentrum Karlsruhe, ambos de Alemania, y su finalización está prevista para agosto de 2002. Con Coihueco, se tendrán telescopios funcionando en dos diferentes emplazamientos y se detectarán eventos en forma estereoscópica –esto es, mirados por dos “ojos” simultáneamente–, lo que permitirá un excelente estudio de estos rayos cósmicos.

También se encaró la instalación del primer sistema LIDAR en Los Leones, para estudios de la atenuación de la luz generada por el chubasco cósmico en su marcha por la atmósfera hasta llegar a los telescopios.

Está previsto para 2002 empezar la construcción –por la CNEA– de la torre de telecomunicaciones y del tendido eléctrico en Coihueco y la instalación de 100 nuevos detectores de superficie. Para fines de ese año se espera tener 6 telescopios instalados en Los Leones y 6 en Coihueco.

#### ■ **PROYECTO DE RESTITUCIÓN AMBIENTAL DE LA MINERÍA DEL URANIO (PRAMU)**

Los objetivos del Proyecto son mitigar y controlar los impactos ambientales generados en los principales sitios en que se desarrollaron tareas de minería y procesamiento de minerales de uranio bajo la responsabilidad de la CNEA, y fortalecer la capacidad institucional para el manejo ambiental, incluyendo el desarrollo de un sistema de información y gestión ambiental y de procedimientos sistematizados de información y consulta pública.

Las actividades a ejecutar en la primera etapa del proyecto son:

- \* Gestión de colas y restitución ambiental
  - Sitio Malargüe: reubicación, confinamiento de las colas y rehabilitación del área, sobre la base de los estudios existentes de prefactibilidad e ingeniería.
  - Sitios Córdoba y Los Gigantes: estudios de impacto ambiental y de ingeniería para la clausura y el desmantelamiento de las instalaciones y la rehabilitación del área.
- \* Fortalecimiento institucional de la CNEA mediante:
  - El establecimiento de una unidad de gestión ambiental para la implementación y el seguimiento de la política ambiental del sector.
  - El desarrollo de un sistema de organización de la información que permita analizar, clasificar, ordenar y registrar en bancos de datos toda la documentación relevante que haya sido generada y la que vaya a producirse a futuro, relacionada con la gestión ambiental, que, además, permita sentar las bases para desarrollar un sistema de información para la gestión ambiental, en un futuro cercano.
  - La ejecución de un proceso de información y consulta pública basado en el desarrollo y la aplicación de una metodología de información y participación pública en la toma de decisiones. A tal efecto, se llevarán a cabo consultas públicas en todos los sitios en los que, en el marco del Proyecto, se implementarán obras de restitución.



*Proyecto Pierre Auger*

**Detectores de superficie**

- Establecimiento de la Unidad de Ejecución del Proyecto, encargada de su gestión, supervisión y monitoreo, que reunirá al equipo técnico encargado del desarrollo de la ingeniería y de la supervisión de los trabajos. Su misión incluirá también los aspectos económicos y administrativos.

El Proyecto contará con financiación del Banco Mundial, institución ante la cual están en curso las pertinentes gestiones.

Las actividades desarrolladas en 2001, en relación con el PRAMU, han sido las siguientes:

### *Aspectos administrativos*

Con el objeto de contar con financiamiento para la etapa preliminar del Proyecto, se realizaron gestiones ante el Banco Mundial que culminaron con la extensión de un proyecto previo vigente con dicha institución (*Project Preparation Facility* (PPF) N° 352-0-AR) hasta el 31 de diciembre de 2001. En agosto de 2001 se concretó una misión del Banco a nuestro país, durante la cual se acordó el texto final del Plan de Implementación del Proyecto. Asimismo, se acordó el borrador final del Estudio Ambiental y del Suplemento Malargüe, los cuales fueron enviados oficialmente al Banco en el mes de setiembre siguiente y publicados en la página Internet de la CNEA. El Banco Mundial autorizó un primer desembolso por \$100.000, aunque su ejecución debió postergarse por restricciones presupuestarias.

Por otra parte, se continuó con el desarrollo de la documentación necesaria para la negociación definitiva con el Banco. En el mismo sentido, se compatibilizaron y pusieron operativos los sistemas administrativo-contables, requeridos tanto por el Banco Mundial como por la operatoria vigente para la Administración Pública Nacional.

En mayo y agosto, se participó en talleres con organizaciones no gubernamentales ambientalistas en el nivel nacional, destinados a exponer el proyecto de restitución.

### *Aspectos técnicos*

La obra principal de gestión, correspondiente al proyecto de restitución ambiental en el ex Complejo Fabril Malargüe, no se inició durante el año 2001 porque faltó la financiación necesaria. No obstante, con los recursos disponibles, se continuó asistiendo a la instalación, con tareas de monitoreo y mantenimiento. Entre otras, pueden citarse el monitoreo químico y caudales del drenaje; el monitoreo general de aguas y las tareas de mantenimiento en el sistema de drenaje subterráneo y de los cursos superficiales rectificadas. En julio, se licitó la obra "Preparación Parcial del Área de Gestión", la que, aunque estaba pre-adjudicada, no pudo contratarse por insuficiencia de recursos.

Se realizó la identificación y evaluación de aspectos ambientales relacionados con la obra de Malargüe, con el objeto de completar las especificaciones para su realización y el monitoreo posterior.

En el caso de Los Gigantes, se continuó avanzando sobre la metodología de gestión de líquidos y precipitados de los diques existentes, como así también en alternativas del proyecto integral de gestión, incluyendo la realización de ensayos a escala de laboratorio, relacionados con estudios de posible aplicación de barreras permeables para la gestión de escorrentías de colas de mineral.

Para el Sitio Córdoba (predio del ex Complejo Fabril Córdoba), se continuó con el monitoreo de los niveles freáticos, muestreo y de los piezómetros allí instalados.

En el Sitio Huemul, se realizó la construcción de un cerco perimetral de alambre tejido, para circunscribir subsidencias mineras producidas por las intensas precipitaciones.

Además, se capacitó personal en el extranjero, sobre tecnologías de contención y remediación en minería del uranio.

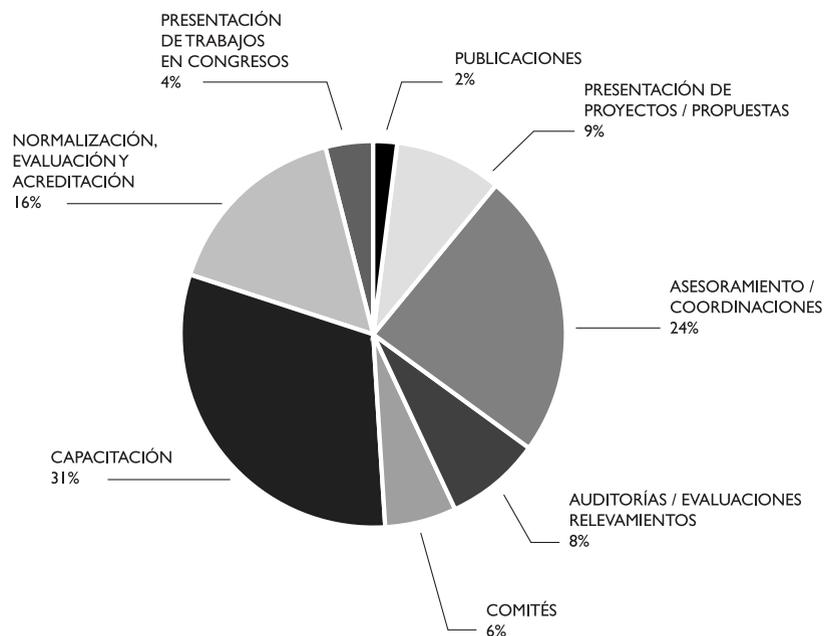
## GESTIÓN DE LA CALIDAD

En 2001, se profundizó el enfoque de proveer servicios de asesoramiento y consultoría a las dependencias de la institución, para el diseño, el desarrollo y la implementación de sistemas de gestión de calidad y de gestión ambiental.

Otro servicio prestado fue la ejecución de auditorías internas para evaluar la adecuación de los sistemas de calidad existentes a las normas ISO 9001:2000 o ISO 17025:1999, en sectores que prevén su certificación o acreditación con dichas normas.

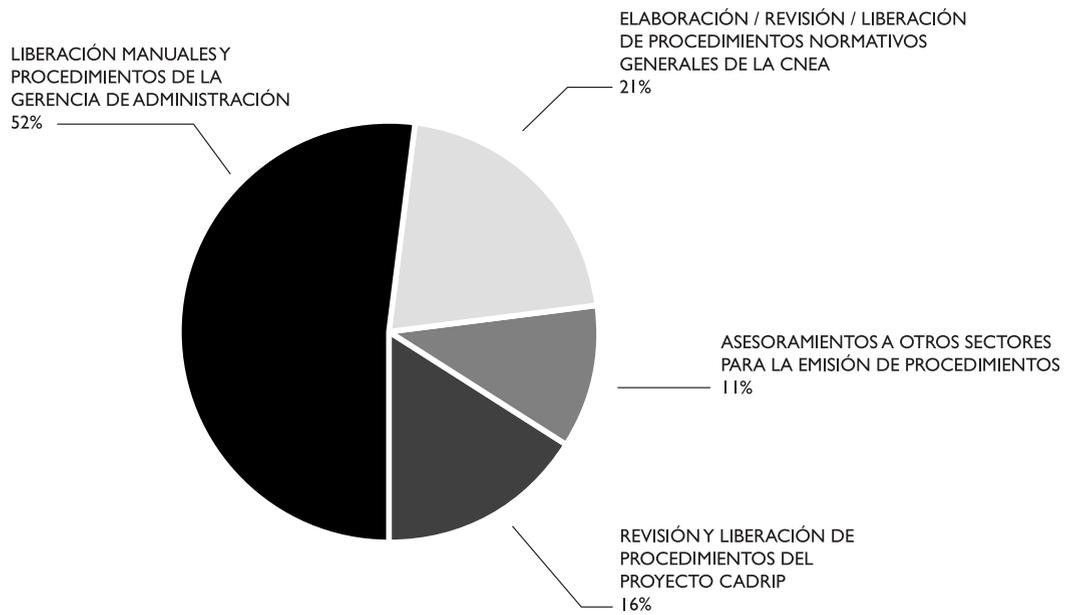
Las actividades más destacadas en esta área, en 2001, fueron:

- Gestión de acreditación de laboratorios de ensayos ante el Organismo Argentino de Acreditación, habiéndose logrado la del Laboratorio de Técnicas Analíticas Nucleares del Centro Atómico Ezeiza.
- Puesta a punto y actualización del sistema de calidad de la Planta de Producción de Fuentes Selladas de <sup>60</sup>Co.
- Diseño del sistema de calidad para el proyecto Planta de Tratamiento y Acondicionamiento de Residuos de Media y Baja Actividad del Centro Atómico Ezeiza.
- Diseño del sistema de calidad para el Subprograma Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares.
- Revisión y liberación de los procedimientos de gestión de calidad del Proyecto CADRIP (desarrollo de combustibles nucleares de alta densidad) y del Proyecto CASUMO (calificación y suministro de combustibles tipo MTR en base a uranio-molibdeno).
- Organización de ensayos interlaboratorios para el campo eléctrico.
- Desarrollo de sistemas de calidad para las instalaciones de la CNEA, de acuerdo con las normas ISO-9001:2000.
- Elaboración, revisión y liberación de los procedimientos normativos y generales del sistema de calidad de la CNEA



**CUADRO 1:**

Actividades en el área de gestión de la calidad, en 2001



**CUADRO 2:**

Actividades en el área de gestión de la calidad relacionadas con la emisión de procedimientos en 2001

## CAPÍTULO 3

### RECURSOS HUMANOS

■ *Recursos Humanos*

Lic. Leonardo Varela  
[varela@cnea.gov.ar](mailto:varela@cnea.gov.ar)

■ *Instituto Balseiro*

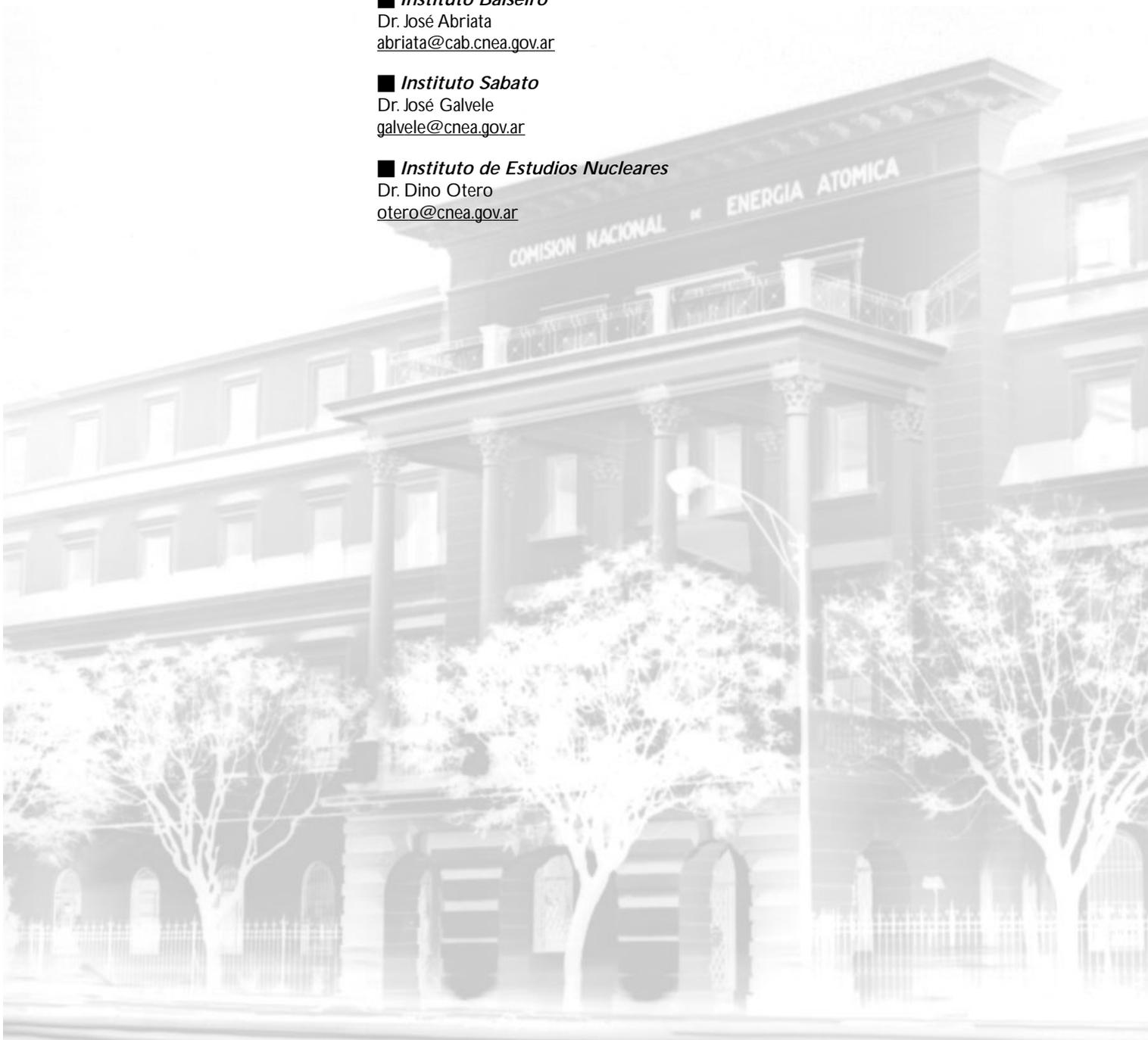
Dr. José Abriata  
[abriata@cab.cnea.gov.ar](mailto:abriata@cab.cnea.gov.ar)

■ *Instituto Sabato*

Dr. José Galvele  
[galvele@cnea.gov.ar](mailto:galvele@cnea.gov.ar)

■ *Instituto de Estudios Nucleares*

Dr. Dino Otero  
[otero@cnea.gov.ar](mailto:otero@cnea.gov.ar)



**RECURSOS HUMANOS**

**Personal permanente**

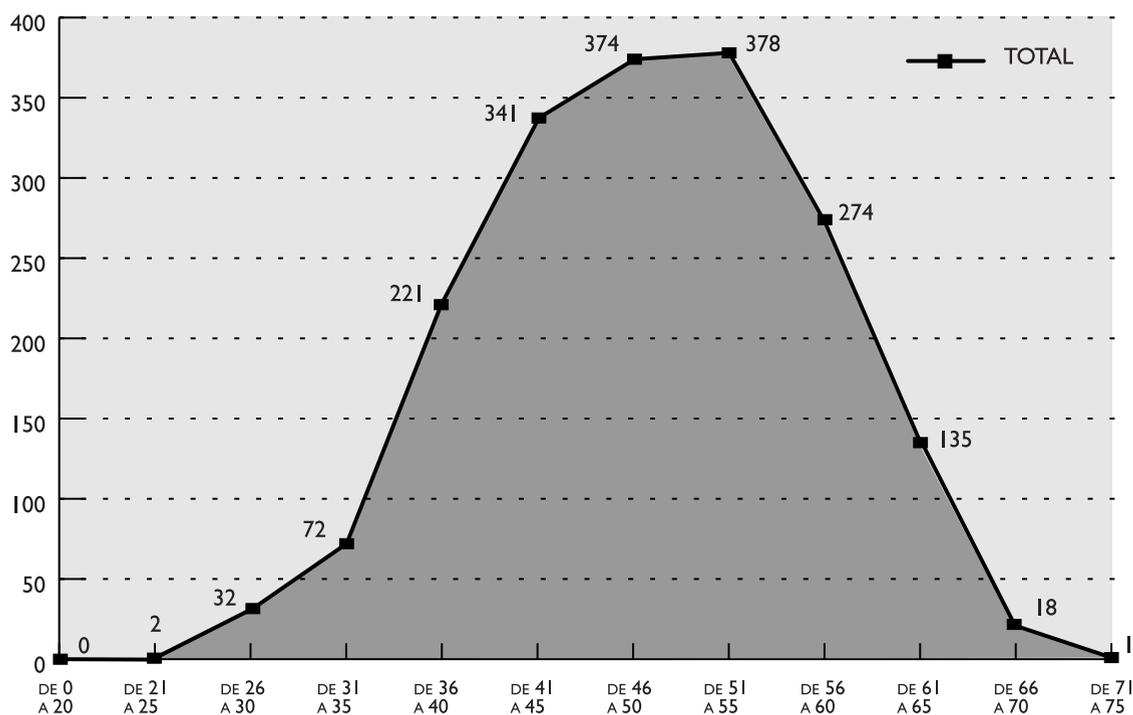
La dotación de personal permanente de la CNEA ascendió en 2001 a 1848 personas, ubicadas en los distintos emplazamientos que la institución posee en el país. Dicha dotación estuvo constituida por profesionales, técnicos, administrativos y personal de apoyo, distribuidos de acuerdo con la estructura organizativa vigente, según muestra la Figura N° 1.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA	PROFESIONAL	TÉCNICO	ADMINISTRATIVO	APOYO	TOTAL
Presidencia /VicePresidencia	4	0	4	2	10
Auditoría Interna	6	2	1	0	9
Administración Central	122	43	62	21	248
Unidades Operativas	669	505	133	274	1581
<b>TOTALES</b>	<b>801</b>	<b>550</b>	<b>200</b>	<b>297</b>	<b>1848</b>

Figura 1

Las unidades operativas incluyen los tres (3) centros atómicos y las delegaciones del interior del país

**Distribución del personal por tramos de edad**



En 2001 la edad promedio del personal de la CNEA era 49 años.

**Personal becario**

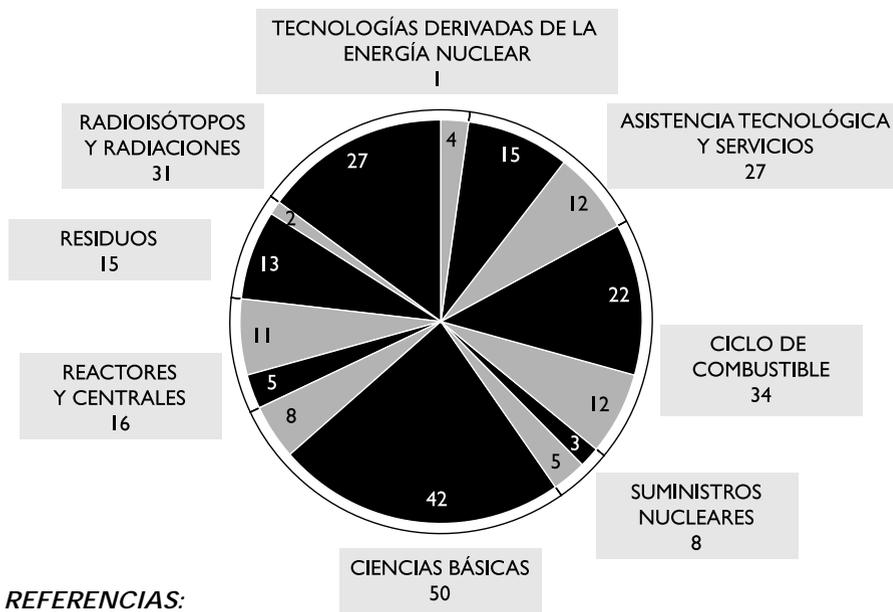
El personal becario de la institución correspondió a dos tipos de becas:

- **De estudio:** se otorgan para cursar carreras de grado y posgrado (maestrías o especializaciones) en los Institutos de la CNEA.

■ **De perfeccionamiento:** se otorgan para perfeccionamiento, profesional o técnico, a través del trabajo en los distintos proyectos y/o sectores de la CNEA. Se agrupan en las siguientes áreas temáticas:

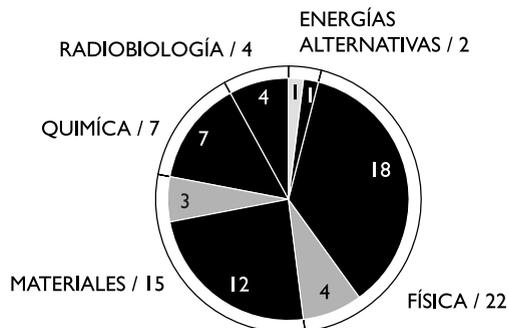
- \* Asistencia Tecnológica y Servicios
- \* Ciclo de Combustible
- \* Suministros Nucleares
- \* Ciencias Básicas:
  - Física
  - Química
  - Radiobiología
  - Materiales
  - Energías alternativas
- \* Reactores y centrales
- \* Residuos radiactivos
- \* Radioisótopos y radiaciones
- \* Tecnologías derivadas de la energía nuclear

El número promedio de becas en curso en el año 2001 fue de 326. Las 144 becas de estudio se desarrollaron en los tres institutos de enseñanza de la CNEA: en el Instituto Balseiro 91, en el Jorge Sabato 40 y en el de Estudios Nucleares 13. Las 182 becas de perfeccionamiento se distribuyeron de la forma que se indica en las siguientes figuras:



**REFERENCIAS:**

- Profesionales
- Técnicos





Edificio del Reactor RA-6

La gestión del sistema de becas de la CNEA se efectúa asignando los recursos con el propósito de maximizar la eficacia de su utilización. Conforme a ese criterio, durante el año 2001 se trabajó en la elaboración de un nuevo reglamento que regula las "Becas de Estudio para cursar carreras en institutos de enseñanza de la CNEA". Ese reglamento otorga a cada instituto autonomía en el manejo de sus presupuestos de becas y permite la incorporación de alumnos no becados, con becas parciales, o financiados por otros organismos. De este modo, la CNEA contribuye a formar recursos humanos de excelencia para el sistema científico-tecnológico nacional, optimizando en todo lo posible la utilización de sus instalaciones y capacidades.

Las Becas de Perfeccionamiento, orientadas a la capacitación de profesionales y técnicos a través del trabajo en instalaciones y laboratorios de la institución, constituyen una importante contribución a la formación del becario. Se continuó trabajando en el perfeccionamiento del sistema, con el empeño de que cada beca estuviera inserta en un proyecto prioritario de alguno de los programas de la institución, atendiendo a cubrir las necesidades de los grupos técnicos de ejecución de los Centros Atómicos.

### FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La CNEA cuenta con tres institutos de enseñanza de nivel universitario para la formación de recursos humanos: el Instituto Dr. José A. Balseiro, el Instituto de Tecnología Profesor Jorge Sabato y el Instituto de Estudios Nucleares.

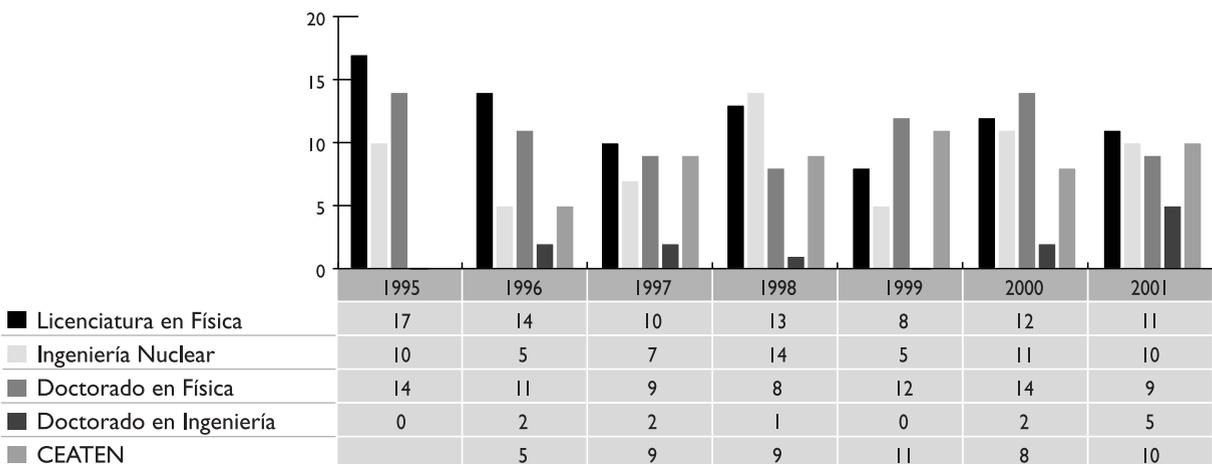
#### INSTITUTO BALSEIRO (IB)

Situado en el Centro Atómico Bariloche, es el más antiguo de los institutos de formación de recursos humanos de la CNEA. Depende académicamente de la Universidad Nacional de Cuyo, la cual otorga los títulos y asigna el plantel docente. Desde su creación, en 1955, ha adquirido una amplia experiencia en la formación de profesionales en Física e Ingeniería Nuclear, confirmando las ventajas del sistema de enseñanza adoptado: el contacto directo del estudiante con profesores dedicados a investigación y desarrollo. Esto asegura, además, la permanente actualización de los métodos y temas de estudio, lo que permite responder rápidamente a la evolución de la ciencia y tecnología modernas.

Además de las carreras de grado –Licenciatura en Física e Ingeniería Nuclear– el IB ofrece la posibilidad de completar una formación de posgrado mediante doctorados en ambas disciplinas y la carrera de posgrado Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear.

Los trabajos especiales de las carreras de grado fueron realizados en las siguientes áreas: Diseños avanzados y Evaluación económica, Física estadística, Partículas elementales y campos, Resonancias magnéticas, Física del estado sólido, Bajas temperaturas y Propiedades ópticas.

#### Egresados 1995-2001



Las tesis doctorales rendidas durante el año 2001, se desarrollaron en las áreas: Colisiones atómicas, Física estadística, Bajas temperaturas, Termohidráulica, Seguridad nuclear, Análisis por activación, Tecnología de materiales y dispositivos, y Teoría del estado sólido.

### ***Escuela Instituto Balseiro - Centro Atómico Bariloche (IB-CAB)***

La Escuela IB-CAB se enmarca en el esquema de cooperación entre unidades académicas, que tiene por finalidad mejorar la preparación de los egresados en Física de diferentes universidades para que puedan integrarse rápidamente en tareas de investigación en las áreas de Física del sólido y Ciencias de materiales. Creada en 1986 como una escuela nacional, desde 1994 incorpora estudiantes de otros países latinoamericanos, mediante el apoyo de la Third World Academy of Sciences (TWAS), de Trieste. En 2001 se dictó un curso de Magnetismo, en el que participaron pasantes argentinos y de otros países latinoamericanos.

### ***Centro de Formación Continua***

La temática elegida en 2001 se centró en dos ejes: "La física y las ciencias de la vida" y "Física forense". Durante el "Encuentro Nacional de Profesores de Física", realizado en Córdoba en mayo de 2001, y en el transcurso de las "Primeras Jornadas de Física", desarrolladas en Catamarca en junio de ese año, se dictaron cursos taller para docentes de Física y Ciencias Naturales de los niveles medio, terciario y universitario de distintos establecimientos del país.

En julio, se desarrolló en Bariloche el Curso Taller-Residencia IB 2001: "La física de la vida", que incluyó los módulos: "La física de la vida" y "Física forense". Fue declarado de interés educativo por Resolución 151/01 del Consejo Provincial de Educación de la Provincia de Río Negro. Asistieron participantes procedentes de distintos lugares del país.

En el marco de la "Reunión de Enseñanza de la Física", realizada en setiembre en el Colegio del Salvador, de la Capital Federal, se llevaron a cabo los siguientes talleres: "Física forense" y "La física de la vida", los que contaron con participantes del país y del Uruguay.

### ***Becas de verano***

Las pasantías de verano del IB se realizaron entre febrero y marzo de 2001, con el aporte de investigadores del Instituto y del Centro Atómico Bariloche, que dirigieron los trabajos de investigación. Becarios procedentes de distintas regiones del país realizaron trabajos de investigación experimental en las áreas: Colisiones atómicas, Termohidráulica, Neutrones y reactores, Bajas temperaturas, Fisicoquímica de materiales, Mecánica computacional, Resonancias magnéticas y Metalurgia.

### ***Programa FOMEC***

Están en ejecución los proyectos del Programa FOMEC correspondientes a las cuatro primeras convocatorias. Estos proyectos comprenden, esencialmente, becas de doctorado y posdoctorales, que se desarrollarán en el IB y en el exterior, y pasantías en el exterior. Incluyen también la compra de equipamiento destinado a la formación de estudiantes de grado y de posgrado.

***Biblioteca Leo Falicov*** La Biblioteca Leo Falicov fue creada en 1955 junto con el entonces Instituto de Física de San Carlos de Bariloche. Desde entonces, su misión es proveer recursos y servicios que satisfagan las necesidades de información de los alumnos, docentes e investigadores del Instituto Balseiro y del Centro Atómico Bariloche. Su acervo bibliográfico abarca las áreas de Matemática, Física, Química, Ingeniería, Ciencia de materiales y Computación.

La colección está compuesta por 18.000 libros (monografías, tesis, conferencias, normas, manuales, etc.), 730 títulos de publicaciones periódicas de los cuales 125 son títulos corrientes



*Instituto Balseiro,  
Biblioteca "Leo Falicov".*



*Instituto de Tecnología  
Profesor Jorge A. Sabato.*

y 25 se reciben en donación, 8100 informes técnicos en papel y microficha y 3 bases de datos bibliográficos en CD-ROM, cuya consulta puede realizarse en forma remota a través de la red interna.

La Biblioteca de la Fundación Bariloche, incorporada en el transcurso del año 2000, posee una importante colección en las áreas de energía, economía de la energía, medio ambiente, recursos naturales, etc.

Los catálogos están disponibles a través de Internet en <http://cabbib2.cnea.gov.ar>. Además, por esta misma vía, se puede acceder al texto electrónico de la mayoría de los títulos de publicaciones periódicas suscriptas. La Biblioteca pertenece a las redes SIBI, (Sistema Integrado de Bibliotecas Informatizadas de la Universidad Nacional de Cuyo) y RRIAN (Red Regional de Información en el Área Nuclear). Además, recientemente firmó el convenio para integrar el Consorcio de Bibliotecas Argentinas, coordinado por EDUC.AR. En 2001, se enviaron a la base de datos cooperativa INIS 74 trabajos correspondientes a la producción intelectual local.

### ***INSTITUTO PROFESOR JORGE A. SABATO***

El Instituto de Tecnología Profesor Jorge A. Sabato fue creado en noviembre de 1993, como resultado de un convenio entre la Universidad Nacional de General San Martín y la CNEA. Destinado a la formación de recursos humanos, incluye, entre sus principales actividades, la Carrera de Ingeniería en Materiales, la Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales y el Doctorado en Ciencia y Tecnología (Mención Materiales y Mención Física). Los estudiantes de estas carreras, tanto de grado como de posgrado, realizan una intensa actividad de experimentación en los laboratorios del Centro Atómico Constituyentes.

Las carreras se caracterizan por la interacción permanente y dinámica entre docentes y alumnos, la actualización constante de los temas de estudio e investigación y, entre otras cosas, la realización de tesis de grado y posgrado bajo la dirección de investigadores y tecnólogos de reconocido prestigio internacional.

El Instituto cuenta, además, con la Biblioteca Dr. Eduardo J. Savino, que cumple la función de proveer la información necesaria a sus becarios y alumnos.

#### ***Ingeniería en Materiales***

La carrera de Ingeniería en Materiales se dicta desde 1996. Está dirigida a alumnos con segundo año universitario aprobado en Ingeniería o en una Licenciatura en Ciencias que, mediante un sistema de becas, completan su formación en un período de cuatro años. El sistema de becas hace posible la dedicación exclusiva de los alumnos, quienes, a su vez, tienen exigencias de regularidad y rendimiento.

#### ***Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales***

Desde 1994, año de su creación, la Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales ha tenido 56 egresados, a los que se sumaron, en 2001, 15 nuevos egresados. Categorizada por la Comisión Nacional de Acreditación Universitaria (CONEAU) con el nivel A, es atendida por profesionales argentinos y extranjeros.

Profesionales provenientes de empresas, universidades e institutos de investigación de la Argentina y del extranjero asistieron a módulos individuales.

#### ***Doctorado en Ciencia y Tecnología (Mención Materiales y Mención Física)***

El Doctorado en Ciencia y Tecnología (Mención Materiales), acreditado por la CONEAU con el nivel A, fue creado en 1997. Por su parte, el Doctorado en Ciencia y Tecnología (Mención Física), fue creado en 1999 y acreditado por la CONEAU con el nivel Bn (nuevo).

### ***Cursos para la industria***

En septiembre de 2001, se dictó el curso "Corrosión en la industria petrolera", para ingenieros, técnicos y personal de plantas en el área de producción de petróleo y gas.

### ***Centro de Información Centro Atómico Constituyentes (CICAC) y Biblioteca Dr. Eduardo J. Savino***

Durante 2001, el CICAC continuó prestando sus servicios de información a la comunidad interna de profesionales de ciencia y tecnología, a los becarios y a usuarios externos, provenientes de instituciones de los ámbitos académico y gubernamental, de laboratorios medicinales, industrias y empresas de diversa índole.

En el nivel de cooperación nacional, continuó participando en el catálogo colectivo de UNIRED (Red de Redes Económica y Social). En su versión actualizada UNIRED 2001, este catálogo ha superado el millón de registros bibliográficos de documentos, que fueron aportados por 77 bibliotecas argentinas.

Por otra parte, incorporó por primera vez su colección de documentos a la BDU (Base de Datos Unificada), emprendimiento del Programa SIU-Bibliotecas (Sistema de Información Universitaria-Módulo de Bibliotecas), que cuenta con la participación de 27 bibliotecas universitarias y de la Biblioteca del Maestro, y que ha superado el medio millón de registros bibliográficos referenciales de documentos. Continuó participando, además, del CCPP (Catálogo Colectivo de Publicaciones Periódicas) generado por el CAICYT (Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica del CONICET).

En lo que respecta a la cooperación internacional, el CICAC continuó interactuando con las unidades de información participantes en la RRIAN (Red Regional de Información en el Área Nuclear), principalmente en el intercambio de documentos en formato electrónico a través de Internet y en el mantenimiento del sitio web de la Red.

Por otra parte, en la Base de Datos INIS (*International Nuclear Information System*) del Organismo Internacional de Energía Atómica, se incorporaron 306 registros y 166 documentos en formato electrónico, fruto del trabajo cooperativo entre las bibliotecas de la CNEA y las de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

El 15 de noviembre de 2001 se firmó, en la Ciudad de Buenos Aires, el convenio "Marco para la conformación de un Consorcio de Bibliotecas", en los ámbitos de ciencia y tecnología y universitario. La CNEA integra el grupo de miembros fundadores.

Junto a personal de Tecnologías de Información del Centro Atómico Constituyentes, y mediante un contrato con la UNESCO, el CICAC participó de un *beta-test* del *software* para Bibliotecas Digitales Greenstone, desarrollado por la Universidad de Waikato, de Nueva Zelanda.

### ***INSTITUTO DE ESTUDIOS NUCLEARES (IdEN)***

Situado en el Centro Atómico Ezeiza, el IdEN es el más reciente de los centros de formación de recursos humanos de la CNEA. Depende académicamente de la Universidad Nacional de la Plata y de la Universidad Tecnológica Nacional, las cuales otorgan los títulos y asignan el plantel docente. Desde su creación, el 2 de enero de 1996, ha adquirido una amplia experiencia en la formación de profesionales en radioquímica, reactores nucleares, fisiopatología endocrina: bioquímica y métodos diagnósticos, y medicina nuclear.

El sistema de enseñanza adoptado es el contacto directo del estudiante con profesores dedicados a la investigación y el desarrollo científico. El Instituto ha apuntado desde sus inicios a capacitar a los profesionales que desarrollan su labor en el ámbito nuclear, en el país y regionalmente. A sus cursos y carreras de posgrado ha asistido personal de la CNEA, de la Autoridad Regulatoria Nuclear, de la empresa Nucleoeléctrica Argentina y de varios países de Amé-



*Instituto de Estudios Nucleares.  
Clase de trabajos prácticos.*

rica Latina. Es frecuente que, mientras cursan el posgrado, los alumnos continúen con las tareas en sus instituciones de origen. Generalmente, esas tareas están estrechamente relacionadas con sus futuras tesis de Magister. Para estos alumnos se prevé una dedicación parcial al estudio. Los planes del currículo contemplan la compatibilidad con alumnos becados que deben dedicar el tiempo completo a la tarea académica. El número de becas (8 cada dos años) se ha establecido atendiendo a la demanda real de profesionales altamente capacitados en la tecnología nuclear.

Estas carreras de posgrado contemplan también la posibilidad de cursar módulos aisladamente y tienen una etapa intermedia que otorga el título de Especialista en cada disciplina. En forma similar a los cursos de posgrado, tienen asignada una matrícula por el total de la carrera o por la asistencia a un módulo.

Actualmente se está trabajando activamente con la Fundación Escuela de Medicina Nuclear de Mendoza para jerarquizar los cursos relacionados con la medicina nuclear y lograr que adquieran la categoría de carreras universitarias de grado y posgrado.

Además de las carreras de posgrado –Maestría Radioquímica y Reactores Nucleares–, el Instituto ofrece capacitación docente en temas de energía nuclear, aplicables al programa curricular de la Educación General Básica (EGB); también organiza exposiciones anuales de becarios, denominadas INFOBECA, en el Centro Atómico Ezeiza. Los trabajos especiales de las carreras de posgrado se realizan en las siguientes áreas: Combustibles nucleares, Radiofármacos, Reactores nucleares y Residuos radiactivos. En 2001, las tesis se desarrollaron en las tres últimas áreas.

### ***Biblioteca***

La biblioteca del IdEN fue creada en el año 1995. Su misión, desde entonces, es proveer recursos y servicios que satisfagan las necesidades de información de los alumnos, docentes e investigadores del Instituto y del Centro Atómico Ezeiza.

El acervo bibliográfico abarca las áreas de Medicina Nuclear, Química Analítica, Química Orgánica e Inorgánica, Ingeniería Química, Polímeros, Física, Irradiación de Alimentos y Residuos Radiactivos.

La colección está compuesta por 1500 libros (monografías, tesis, conferencias, normas, manuales, etc), 161 títulos de publicaciones periódicas y más de 100 informes técnicos en papel y microficha.

## CAPÍTULO 4

### CENTROS ATÓMICOS

■ **Centro Atómico Bariloche**

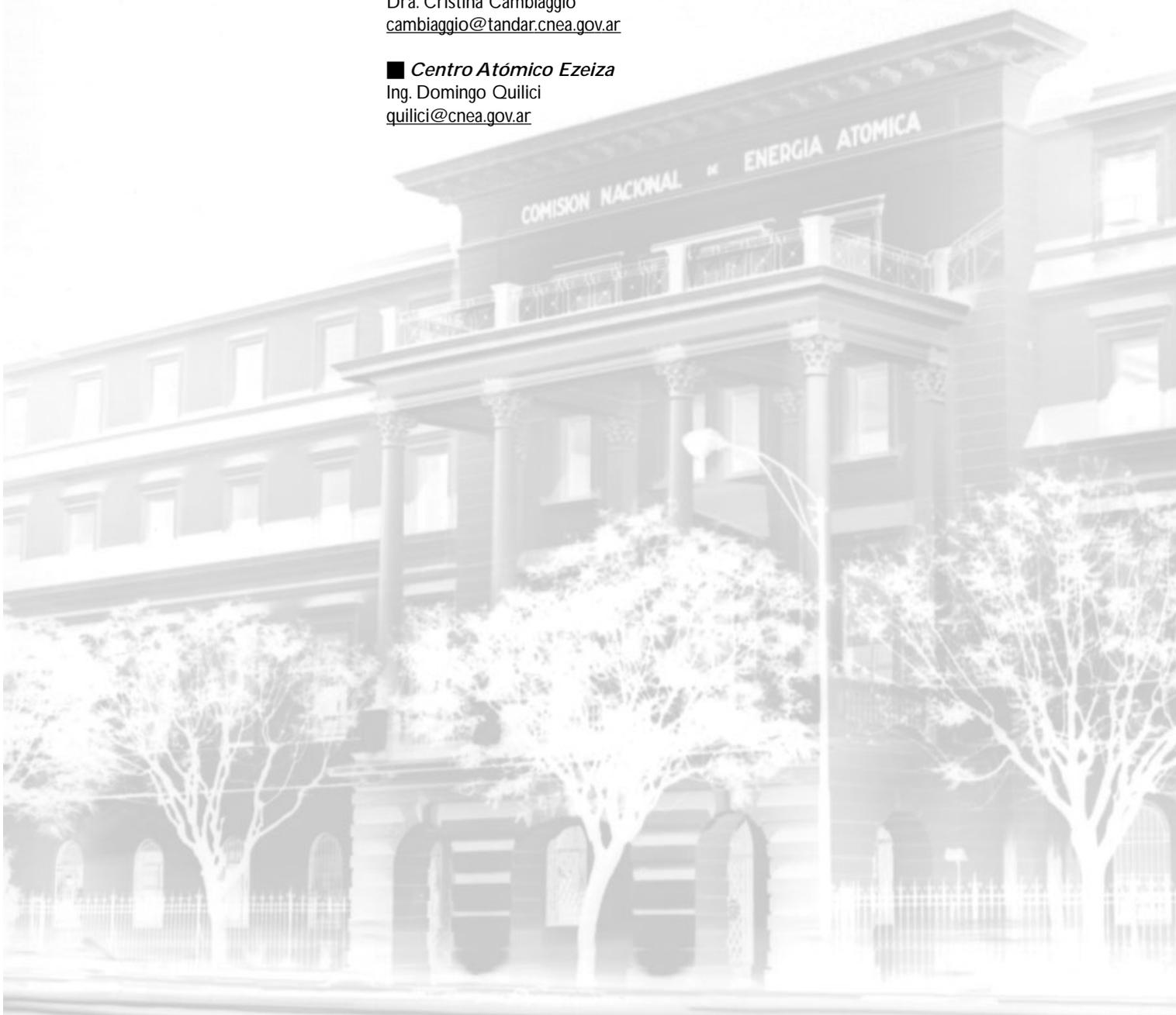
Ing. Roberto Cirimello  
[ciri@cab.cnea.gov.ar](mailto:ciri@cab.cnea.gov.ar)

■ **Centro Atómico Constituyentes**

Dra. Cristina Cambiaggio  
[cambiaggio@tandar.cnea.gov.ar](mailto:cambiaggio@tandar.cnea.gov.ar)

■ **Centro Atómico Ezeiza**

Ing. Domingo Quilici  
[quilici@cnea.gov.ar](mailto:quilici@cnea.gov.ar)





*Centro Atómico Bariloche.  
Investigación científica y  
formación de recursos humanos*

La CNEA cuenta con tres Centros Atómicos –Centro Atómico Bariloche, Centro Atómico Constituyentes y Centro Atómico Ezeiza– y un Complejo Tecnológico, el Pilcaniyeu, cada uno de ellos con perfil propio. Dispone, además, de ocho Complejos Minero Fabriles de uranio, de los cuales sólo dos se encuentran operativos: el Complejo Minero Fabril San Rafael y el Complejo Minero Fabril Córdoba.

### **CENTRO ATÓMICO BARILOCHE (CAB)**

#### **Perfil**

Situado en la ciudad de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, el Centro Atómico Bariloche cuenta con una dotación de 430 agentes, incluidos becarios e investigadores externos, y es sede del Instituto de Física Doctor José Balseiro.

El CAB y el Instituto Balseiro constituyen sectores interdependientes de la CNEA, con la doble misión de realizar investigación y desarrollo en las áreas de interés institucional y de formar recursos humanos de excelencia. Ello implica procurar la concreción de aportes sustantivos al crecimiento tecnológico nacional, materializando desarrollos e ingenierías propias en las áreas nuclear y no nuclear y, asimismo, promover en forma continuada actividades científicas, tecnológicas y académicas de alto nivel.

Para el logro de estos objetivos, mantiene laboratorios de avanzada y grupos de investigación destacados en las ciencias básicas y aplicadas que, a su vez, ostenten las más altas capacidades en el campo de la educación superior.

#### **Instalaciones**

##### ■ Instalaciones relevantes

##### \* Reactor de investigación RA-6:

Propósito: investigación, docencia e irradiación de materiales.

Potencia: 500 (quinientos) kW.

Combustible: placas con uranio enriquecido al 90% en <sup>235</sup>U.

##### ■ Otras instalaciones

- \* Laboratorio de bajas temperaturas
- \* Laboratorio de colisiones atómicas
- \* Laboratorio de física de metales
- \* Laboratorio de física estadística
- \* Laboratorio de partículas y campos
- \* Laboratorio de resonancias magnéticas
- \* Laboratorio de caracterización de materiales
- \* Laboratorio de cerámicos especiales
- \* Laboratorio de fisicoquímica de materiales
- \* Laboratorio de materiales nucleares
- \* Laboratorio de mecánica computacional
- \* Laboratorio de metalurgia
- \* Laboratorio de nuevos materiales y dispositivos
- \* Laboratorio de control de procesos
- \* Laboratorio de diseño de elementos combustibles
- \* Laboratorio de física de reactores avanzados
- \* Laboratorio de neutrones y reactores
- \* Laboratorio de seguridad nuclear
- \* Laboratorio de termohidráulica
- \* Laboratorio de análisis por activación neutrónica

- \* Laboratorio de protección radiológica
- \* Laboratorio de cinética química
- \* Laboratorio de desarrollos electrónicos
- \* Laboratorio SIGMA
- \* Laboratorio de separación isotópica
- \* Otros laboratorios e instalaciones menores

### **CENTRO ATÓMICO CONSTITUYENTES (CAC)**

#### **Perfil**

Situado en el Partido de San Martín, provincia de Buenos Aires, el Centro Atómico Constituyentes cuenta con una dotación de 990 agentes, incluidos becarios e investigadores externos, y es sede del Instituto de Tecnología Profesor Jorge A. Sabato.

Las actividades del CAC abarcan un rango muy amplio, desde la investigación básica hasta el desarrollo tecnológico. Se operan instalaciones experimentales, plantas piloto de fabricación de combustibles y reactores de investigación. Se prestan servicios y asistencia técnica para la industria local e internacional. En el mismo complejo multidisciplinario se forman recursos humanos de excelencia en el Instituto Sabato.

Se desarrolla una intensa actividad interdisciplinaria, producto de la contribución de físicos, químicos, ingenieros, biólogos, informáticos, etc. Con diversidad de enfoques disciplinarios y metodológicos, se trabaja en temas integrados, en áreas de energía nuclear y energías renovables, medio ambiente, materiales y salud.

En materia de energía nuclear y energías renovables se desarrollan actividades de asistencia tecnológica a las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse, se realizan desarrollos de elementos combustibles para reactores de experimentación y producción y reactores de potencia, y se encaran desarrollos en los campos de la energía solar y las energías alternativas. Los grupos de investigación y desarrollo del CAC tienen fuertes lazos con la comunidad científica nacional e internacional y participan en proyectos internacionales, tanto de investigación básica como tecnológica.

#### **Instalaciones**

##### ■ Instalaciones relevantes

- \* Reactor de investigación RA-1
  - Propósito: investigación, docencia y ensayo de materiales
  - Potencia: 40 kW
  - Combustible: barras cilíndricas con uranio enriquecido al 20% en <sup>235</sup>U.
- \* Acelerador electrostático TANDAR (20 megavoltios)
- \* Laboratorio de fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación (ECRI)
- \* Planta de conversión de hexafluoruro de uranio a óxido de uranio
- \* Laboratorio facilidad alfa
- \* Planta de núcleos cerámicos

##### ■ Otras instalaciones

- \* Laboratorio de química analítica
- \* Laboratorio de química nuclear
- \* Laboratorio de gestión del recurso aire
- \* Laboratorio de coloides
- \* Laboratorio de agua y otros fluidos
- \* Laboratorio de caracterización de materiales estructurales



*Centro Atómico Constituyentes.*

*Investigación científica  
y desarrollos tecnológicos.*



*Centro Atómico Ezeiza.  
Producción, gestión de residuos y  
formación de recursos humanos.*

- \* Laboratorios de materia condensada
- \* Laboratorio de celdas y paneles solares
- \* Laboratorio de caracterización de dióxido de uranio (UO<sub>2</sub>)
- \* Laboratorio de difusión
- \* Laboratorio de irradiación dosimétrica
- \* Laboratorio de ensayos no destructivos
- \* Circuito de ensayos hidrodinámicos de elementos combustibles
- \* Archivo Técnico General de Reactores y Centrales Nucleares
- \* Otros 65 laboratorios e instalaciones menores

## **CENTRO ATÓMICO EZEIZA (CAE)**

### **Perfil**

Situado en el Partido de Ezeiza, Provincia de Buenos Aires, el Centro Atómico Ezeiza cuenta con una dotación de 440 agentes, incluidos becarios e investigadores externos, y es sede del Instituto de Estudios Nucleares (IdEN).

El CAE se caracteriza por tener grupos técnicos y plantas piloto y semi industriales y laboratorios con capacidades destacadas en las áreas de producción de radioisótopos, producción y desarrollo de radiofármacos, uso de radiaciones ionizantes, como también en las áreas de servicio y divulgación de sus aplicaciones. La mayoría de los radioisótopos que la Argentina requiere, en el ámbito de la salud humana y para aplicaciones agropecuarias e industriales, son producidos en este Centro.

Los residuos de baja actividad generados en gran parte del país se gestionan en el CAE, el que se ocupa, asimismo, de los desarrollos relacionados con la gestión de los residuos radiactivos de media y alta actividad.

### **Instalaciones**

#### ■ Instalaciones relevantes

- \* Reactor de investigación RA-3:
    - Propósito: producción de radioisótopos para uso medicinal e industrial, investigación y ensayo de materiales
    - Potencia: 10 MW
    - Combustible: tipo MTR con 19 placas de uranio enriquecido al 20% en <sup>235</sup>U
  - \* Ciclotrón para producción de radioisótopos
  - \* Planta de producción de radioisótopos
  - \* Planta de producción de molibdeno 99 por fisión
  - \* Planta de fabricación de fuentes selladas de cobalto 60
  - \* Planta semi industrial de irradiación
  - \* Laboratorio de triple altura
  - \* Laboratorio de uranio enriquecido
  - \* Área de gestión de residuos radiactivos:
    - Planta de tratamiento de desechos radiactivos sólidos de baja actividad
    - Sistema de contención de desechos radiactivos sólidos de baja actividad
    - Instalación para la disposición de desechos radiactivos sólidos estructurales y fuentes encapsuladas
    - Depósito central de material fisionable especial irradiado
  - \* Laboratorio de facilidad radioquímica
  - \* Laboratorio de ensayos posirradiación
- #### ■ Otras instalaciones
- \* Laboratorio de física de detectores

- \* Laboratorio de análisis por activación
- \* Laboratorio de aplicación de radiotrazadores
- \* Centro regional de referencia de patrones secundarios
- \* Laboratorio curso metodología de aplicación de radioisótopos
- \* Laboratorio de radiofarmacia
- \* Laboratorio de dosimetría de altas dosis
- \* Laboratorio de manejo conservación suelos
- \* Laboratorio de materiales de la fábrica de aleaciones especiales
- \* Laboratorio de metrología
- \* Laboratorio de aplicaciones industriales:
  - Irradiación de alimentos
  - Irradiación de efluentes
  - Polímeros
- \* Laboratorio secundario de calibración dosimétrica
- \* Otros 16 laboratorios e instalaciones menores.

Además, en el predio del CAE se encuentran instaladas las plantas industriales de dos empresas asociadas a la CNEA: Combustibles Argentinos Sociedad Anónima (CONUAR S.A.) y Fábrica de Aleaciones Especiales (FAE S.A.).

### **COMPLEJO TECNOLÓGICO PILCANIYEU**

#### **Perfil**

Situado en Pilcaniyeu, provincia de Río Negro, el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu cuenta con una dotación de 80 agentes. El Complejo está dedicado a desarrollos innovadores en materia de reactores de potencia y del ciclo del combustible nuclear.

#### **Instalaciones**

- Instalaciones relevantes
  - \* Conjunto crítico RA-8:
    - Propósito: conjunto crítico del reactor CAREM
    - Potencia: 10 W
    - Combustible: uranio enriquecido al 1,8 y al 3,4% en  $^{235}\text{U}$ , en barras cilíndricas
  - \* Planta piloto de enriquecimiento de uranio

### **COMPLEJOS MINERO FABRILES**

La CNEA tiene 8 complejos minero fabriles de uranio, de los cuales sólo dos se encuentran en operación:

#### ■ **COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL**

Sito en la ciudad de San Rafael, provincia de Mendoza, cuenta con una capacidad nominal de producción de concentrado de uranio de 120 t/año y de tratamiento de mineral de 150.000 – 200.000 t/año.

#### ■ **COMPLEJO MINERO FABRIL CÓRDOBA**

Ubicado en la ciudad de Córdoba, de la provincia homónima, en su predio se encuentra instalada la planta de producción de dióxido de uranio de la empresa asociada DIOXITEK S.A., con una capacidad nominal de producción de 150 t/año.



*Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.  
Desarrollos tecnológicos.*



*Complejo Minero Fabril San Rafael.  
Mendoza.*



## CAPÍTULO 5

### PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE ASISTENCIA TECNOLÓGICA

Ing. María Fernanda Cervio Pinho  
[cerpinho@cnea.gov.ar](mailto:cerpinho@cnea.gov.ar)



## PRODUCCIÓN

### Radioisótopos

A partir del 1 de agosto de 1999, la CNEA decidió concentrar sus esfuerzos principalmente en la producción de radioisótopos primarios, con el objeto de aumentar la participación de la Institución en el mercado nacional y, de esta forma, disminuir la importación de esos productos.

Por otra parte, se están fabricando, y se tiene previsto fabricar, radiofármacos bajo licencia de las empresas que los comercializan. Este modo de operar aumenta el valor agregado del producto vendido, maximiza la utilización de las instalaciones e inserta el desarrollo de nuevos productos directamente en el proceso productivo.

Dentro de este marco se ha desarrollado un radiofármaco de diagnóstico de período de semidesintegración muy corto ( $^{18}\text{F}$ ), cuya única posibilidad de ser empleado en medicina nuclear radica en que se elabore en las cercanías de los centros de aplicación al paciente. Por ello, este tipo de radiofármaco no puede ser importado. Como se explica más adelante, se halla en la etapa precomercial.

La siguiente tabla detalla la producción de radioisótopos y compuestos radiactivos en 2001 y los ingresos obtenidos por su venta.

Radioisótopos y compuestos radiactivos	Actividad en Ci	Facturación
$^{99}\text{Mo}$	1.313,00 Ci	\$ 262.600
$^{201}\text{Tl}$	9,28 Ci	\$ 106.754
$^{51}\text{Cr}$	0,066 Ci	\$ 3.432
$^{131}\text{I-F}$	290,44 Ci	\$ 232.352
$^{131}\text{I-SF}$	166,7 Ci	\$ 36.908
$^{153}\text{Sm}$	2,48 Ci	\$ 7.440
$^{131}\text{I-HIP}$	0,126 Ci	\$ 2.083
$^{32}\text{P}$	0,066 Ci	\$ 1.452
<b>TOTAL</b>	<b>1.782,58 Ci</b>	<b>\$ 653.024</b>

Se efectuó un estricto control de calidad a todos los productos elaborados.

Para la elaboración de los radioisótopos primarios  $^{99}\text{Mo}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{153}\text{Sm}$  y  $^{32}\text{P}$  se utilizó el reactor RA-3, sito en el Centro Atómico Ezeiza. Debido a tareas de mantenimiento rutinario, el reactor no operó desde el 12 de diciembre de 2000 hasta el 1° de mayo de 2001. En ese período, se efectuaron modificaciones de importancia que permitirán aumentar la potencia del reactor a 10 Mw. En el mes de diciembre de 2001, debido a la realización de tareas de mantenimiento en los tanques de decaimiento, el reactor tampoco operó.

Para la producción de  $^{201}\text{Tl}$  se utilizó el Ciclotrón de Producción del Centro Atómico Ezeiza.

**Desarrollos recientes:** La tomografía por emisión de positrones es una técnica de diagnóstico no invasiva que permite realizar imágenes que muestran el metabolismo y el funcionamiento de tejidos y órganos. Los radionucleídos que se utilizan son de ciclotrón, de los cuales el más importante es el  $^{18}\text{F}$  o, más específicamente, el compuesto fluor-deoxi-glucosa (FDG), que tiene un período de semidesintegración de 109 minutos, lo cual impide su importación. Finalizados, en el año 2000, los desarrollos conducentes a la síntesis de este producto,

en 2001 se construyeron dos celdas radioquímicas para la síntesis y fraccionamiento de la fluor-deoxi-glucosa ( $^{18}\text{F}$ ) y se hizo la presentación comercial del producto en el XIII Congreso Argentino de Biología y Medicina Nuclear (noviembre de 2001). Están a punto de firmarse contratos con dos empresas privadas para el suministro comercial de FDG.

### **Fuentes selladas de cobalto 60**

En la planta de producción situada en el Centro Atómico Ezeiza, la CNEA fabrica fuentes selladas de cobalto 60 para uso industrial y médico, a partir de cobalto 60 producido en la Central Nuclear Embalse, del tipo CANDU. Por su volumen de producción, la institución es el tercer productor y exportador mundial.

Como consecuencia de la postergación por un período de 6 meses de la parada programada de la Central Nuclear Embalse correspondiente al año 2000, la cosecha de cobalto del mes de noviembre de ese año tuvo características disímiles de las usuales. En efecto, el volumen de cobalto extraído fue considerablemente superior a la media normal, por lo que el *stock* inicial para el año 2001 fue de 7.800.000 Ci. A su vez, las actividades específicas de la cosecha citada promediaron los 240 Ci/gr, o sea, prácticamente el doble del valor máximo admisible para poder ser utilizado en la producción de fuentes industriales.

Frente a esta circunstancia, se tomaron medidas para evitar, por un lado, significativas pérdidas económicas por decaimiento del elevado *stock* de cobalto almacenado y, por otro lado, con el propósito de hacer factible la utilización de pastillas de cobalto de tan elevada actividad específica, en la manufactura de fuentes selladas para uso industrial.

Para evitar las pérdidas económicas por decaimiento, se negoció en el mercado internacional la venta en el corto plazo de importantes volúmenes de cobalto a granel, lo que se logró a precios muy convenientes. Las ventas totalizaron, para todo el año, 4.045.694 Ci.

Para hacer factible la utilización del cobalto remanente de alta actividad específica, se procedió a diseñar y construir, juntamente con una empresa asociada a la CNEA, una máquina para el corte de los lápices irradiados y para la mezcla de los *slugs* de cobalto contenidos en ellos, con cilindros de acero inoxidable.

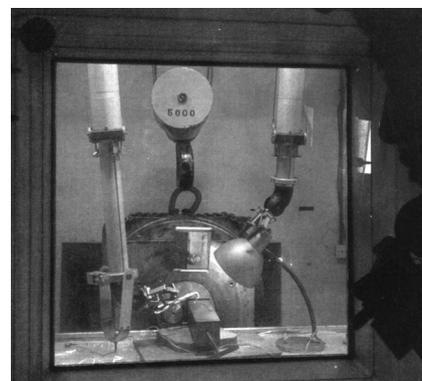
Mediante este mecanismo se logró, por primera vez, manufacturar fuentes industriales con cobalto de dilución, sin dispersión de contaminación en celda. La primera comercialización de las mismas se concretó en el mes de noviembre de 2001, mediante la exportación a Gran Bretaña de aproximadamente 200.000 Ci. La siguiente exportación concretada a dicho país fue un lote mayor, 800.000 Ci.

Así, las ventas totales de fuentes selladas para uso industrial bajo normas ISO 9000 alcanzaron en 2001 una cifra próxima a 2.000.000 Ci, cantidad que constituye un récord histórico para la Institución.

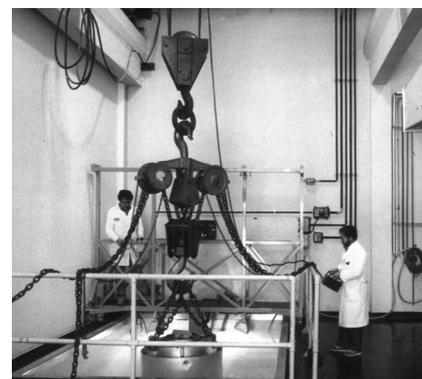
La CNEA es el único productor latinoamericano de fuentes de cobalto 60 para uso en equipos de telecobaltoterapia y posee las instalaciones necesarias para su desarrollo, producción y control de calidad. Por su parte, la empresa asociada INVAP S.E. es, en América latina, el único productor de estos equipos, de los cuales ya ha instalado varios en la Argentina y otros países de la región y el Oriente Medio, y tiene contratos firmados para su provisión al Brasil. Brinda, además, servicios de recambio de fuentes. En virtud de lo anterior, la CNEA está actuando en conjunto con INVAP S.E. con el objeto de aunar las capacidades de ambas organizaciones para incrementar la venta de tales fuentes.

En 2001 se vendieron fuentes para uso médico en el mercado nacional y se realizaron tratativas para proyectar la comercialización de estas fuentes al mercado latinoamericano, que tiene un excelente potencial. Se estima que durante 2002 se comercializarán aproximadamente 50.000 RHM de este tipo de fuentes.

En resumen: las ventas totales de cobalto 60, en el año 2001, sumando la comercialización de este radioisótopo a granel y en forma de fuentes para uso industrial y médico, fue de aproximadamente



*Blindaje de fuente de irradiación.*



*Contenedor blindado para transporte de  $^{60}\text{Co}$ .*

6.000.000 Ci., por un monto de \$3.500.000, y se logró procesar y vender el *stock* de cobalto excedente que se encontraba decaendo en las piletas de la Central Nuclear Embalse al comienzo de la operatoria y, de esta manera, llegó a igualarse la manufactura y la venta de fuentes con el producido de dicha Central. Por otra parte, la proyección de ventas de fuentes industriales para los próximos tres años exhibe una perspectiva estable, con alto grado de confiabilidad, en virtud de que los valores indicados se basan en compromisos firmes.

De esta forma, la CNEA consolidó, en 2001, el logro de su objetivo de incrementar en forma sustancial las ventas de cobalto 60 en forma de fuentes industriales y, al mismo tiempo, consiguió optimizar la cadena de producción del citado radioisótopo de manera sustentable.

## SERVICIOS DE ASISTENCIA TECNOLÓGICA

El monto contractual de los servicios de asistencia tecnológica prestados por la CNEA en 2001, a través de los Centros Atómicos, en el marco de la Ley de Innovación Tecnológica (Ley No 23.877), se incrementó en alrededor de un 40% respecto del año anterior. Por su parte, el monto utilizado en concepto de costos operativos aumentó en un 20 %. Este último, además de cubrir los insumos necesarios para la prestación de las asistencias, se volcó al mantenimiento y actualización de máquinas y equipos de los laboratorios.

### *Centro Atómico Bariloche*

En 2001, la asistencia tecnológica estuvo fundamentalmente orientada a satisfacer los requerimientos de la empresa asociada INVAP S.E., con relación a su contrato con la Australian Nuclear Science and Technology Organization (ANSTO) para la provisión de un reactor de investigación y producción de radioisótopos, y a la industria del petróleo. Para la primera, se destacan la elaboración de la ingeniería básica y de detalle para el diseño del reactor, el simulador del reactor para la capacitación de personal de operación y la provisión de la fuente fría de neutrones de un nivel tecnológico muy avanzado. En cuanto a la industria del petróleo, se destaca la asistencia a la empresa PECOM S.A.

### *Centro Atómico Constituyentes*

Los servicios de asistencia tecnológica prestados por este Centro en 2001 fueron muy variados. Predominó la demanda del Ente Binacional Yacyretá en temas de tecnología de materiales para los rotores de su central hidroeléctrica, y la del Ente Nacional Regulador Eléctrico, en temas ambientales orientados a la medición de contaminantes gaseosos. Otro punto destacable fue la asistencia a centrales térmicas de generación de electricidad.

### *Centro Atómico Ezeiza*

En 2001, el Centro Atómico Ezeiza continuó, con ritmo creciente, prestando servicios de asistencia técnica en temas de dosimetría y provisión de radioisótopos. Prosiguió, asimismo, con el mantenimiento de equipos de cobaltoterapia TERADI 800, fabricados por la empresa asociada INVAP S.E. También concretó un contrato para la incubación de la empresa SOLYDES, Soldaduras y Dispositivos Especiales, en el Centro Atómico.

En síntesis, los servicios de asistencia tecnológica prestados en 2001 fueron los siguientes:

**■ A través de la Unidad de Vinculación Fundación José A. Balseiro**
**a) Contratos CTS del Centro Atómico Constituyentes**

<i>Año</i>	<i>Contratos CTS</i>	<i>Monto contractual (\$)</i>	<i>% Ejecución</i>	<i>Facturado</i>	<i>Costos operativos</i>
2000	283	447.973,52.-	97	435.995,57.-	202.847,02
2001	264	632.814,54.-	74	467.530,80.-	247.706,39

**b) Contratos significativos y rama industrial a la cual fueron dirigidas**

<i>EMPRESA</i>	<i>MONTOS CONTRATADOS (\$)</i>	<i>RAMA INDUSTRIAL</i>
Ente Binacional Yacyretá	156.182,93	Energía eléctrica
Camuzzi Gas Pampeana	10.400,00	Transporte de gas
Alto Paraná	19.640,00	Industria del papel
Argone Laboratory (EE.UU.)	7.200,00	Investigación y desarrollo
Cemento Avellaneda	6.135,00	Industria de materiales
Central Costanera S.A.	5.900,00	Energía eléctrica
Central Puerto S.A.	29.200,00	Energía eléctrica
Conuar S.A.	31.500,00	Combustibles nucleares
Dock Norte S.A.	26.207,00	Petroquímica
Ente Nacional Regulador de la Electricidad	80.000,00	Regulación del mercado de energía eléctrica
Empresa Neuquina de Servicios e Ingeniería	7.400,00	Servicios de Exportación de fuentes de cobalto
Esso Campana	13.3115,00	Petroquímica
Fudetec	2.600,00	Investigación y desarrollo
Instituto Argentina de Siderurgia	36.180,00	Metalurgia
IHS (Holanda)	4.800,00	Medio Ambiente
Pride Internacional S.A.		Petróleo
Siemens	7.500,00	Energía
Unilever de Argentina	7.500,00	Perfumería
INVAP S.E.	5.090,00	Nuclear

**c) Convenio CNEA-Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NASA)**

<i>Contratos Particulares</i>	<i>Monto contractual (\$)</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Facturado de ejecución</i>	<i>Costos Operativos</i>
2001	398,461.76	72	288.440,43	82.121,84

■ **A través de la Unidad de Vinculación Asociación Cooperadora del Departamento de Física**

Convenio CNEA-Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)

<i>Monto contractual (\$)</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Facturado</i>	<i>Certificado de ejecución</i>	<i>% Certificación</i>
1.142.840	22	249.160	431.460	38

■ **A través de la Unidad de Vinculación Polo Tecnológico Constituyentes S.A.**

Asistencia técnica para el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), en el desarrollo y construcción de equipamiento nuclear

<i>Contrato CTS</i>	<i>Objeto</i>	<i>Monto Contractual</i>	<i>Porcentaje de ejecución</i>	<i>Facturado operativos</i>	<i>Costos</i>
0856/98	Medidor ruido neutrónico	7.916,00	100	7.916,00	5.500,00
0128/99	Cabezal de irradiación	6.686,00	100	6.686,00	3.500,00
0192/99	Cámara de ionización compensada	8.800,00	100	8.800,00	4.000,00

### CONVENIOS Y CONTRATOS RELEVANTES

Se destacan los siguientes:

■ **Lanza de medición de flujo neutrónico en un reactor de potencia**

El contrato CNEA-NASA mencionado precedentemente tiene por objeto el desarrollo, el diseño, la caracterización de materiales y procesos, la fabricación del prototipo, los ensayos y la emisión de documentación técnica, correspondientes a 6 lanzas de detección de flujo neutrónico *in-core* para la Central Nuclear Atucha I.

El 26 de mayo de 2001, se instaló en el recipiente de presión de la Central Nuclear Atucha 1 la primera lanza de medición de flujo neutrónico de fabricación nacional. Ésta, junto con otro lote a entregarse en los siguientes meses, permitirá realizar el recambio total de las lanzas actuales de fabricación alemana que, por diversas razones, han dejado de funcionar correctamente.

Cada lanza contiene siete detectores autoenergizados de vanadio a distintas alturas, lo cual permite tener una indicación del flujo neutrónico del núcleo a lo largo del mismo. Los cables que transmiten la señal de los detectores (de aislación mineral) pasan a través de agujeros realizados en un tapón del recipiente de presión. Para sellar este pasaje se realiza una soldadura estanca al helio entre los cables y el tapón.

El método de fabricación de los detectores se encuentra patentado por personal de la CNEA y en la construcción y ensayo de la lanza participaron distintos grupos de los Centros Atómicos Ezeiza y Constituyentes, involucrando alrededor de cien agentes.

El contrato ronda el medio millón de pesos y es el de mayor monto celebrado hasta el presente.

### ■ *Análisis de ADN en identificación forense*

A partir de un convenio firmado en diciembre de 1992, la CNEA y la Policía Federal Argentina realizan en forma conjunta análisis de ADN en identificación forense, en el Laboratorio de Radiobiología del Centro Atómico Constituyentes. Esto ha permitido esclarecer numerosos delitos de todo tipo, correspondientes a la justicia penal y correccional (robos, homicidios, violaciones, etc). Este laboratorio forma parte del Grupo Iberoamericano de Trabajo en Análisis de ADN (GITAD) y del Grupo de Expertos de Monitoreo de ADN-Interpol, y es evaluado a través de controles de calidad externos realizados anualmente por el GITAD. Participa, además, en un estudio multicéntrico a fin de obtener bases de datos poblacionales para los estudios de filiación. Este servicio se ofrece a la comunidad para análisis de paternidad.

### ■ *Gestión del recurso aire*

El Grupo Monitoreo Ambiental de la CNEA ha participado, en los últimos años, en actividades relevantes de evaluación de problemas de contaminación atmosférica en la Argentina. .

Desde 1994, el Grupo lleva a cabo mediciones de contaminantes atmosféricos en chimeneas y otros conductos de salida de procesos productivos, así como de aquellos contaminantes presentes en el aire ambiente. Realiza también estudios de impacto ambiental atmosférico que resultan útiles, por ejemplo, para evaluar los efectos de instalaciones –en actividad o proyectadas– o para discriminar el aporte relativo de diferentes fuentes emisoras a la contaminación atmosférica.

Mediante un acuerdo de cooperación tecnológica entre la Secretaría de Energía y la CNEA, con la finalidad de evaluar los problemas ambientales asociados al abastecimiento energético, el Grupo ha realizado mediciones de los principales contaminantes asociados a la combustión fósil, tanto en las chimeneas de centrales termoeléctricas como en el aire ambiente. en la vecindad de las mismas. El seguimiento del contenido de estos contaminantes permitió al Ente Nacional Regulador de la Electricidad tomar acciones correctivas para disminuir el aporte relativo de las centrales a la contaminación atmosférica y calcular, por primera vez en el país, los factores de emisión de material particulado en suspensión, óxidos de azufre y nitrógeno. Las mediciones asociadas a la generación termoeléctrica se han extendido al sector industrial (siderurgia, cemento y petroquímica) y a otros contaminantes. La extensión y confiabilidad del trabajo realizado han permitido que el Grupo sea considerado un referente en la medición de contaminantes en efluentes de chimeneas.

El Grupo ha planeado y ejecutado campañas de monitoreo de calidad de aire ambiente en la vecindad de varias centrales termoeléctricas de la Argentina, donde se han medido, a lo largo de periodos de alrededor de cien días, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y material particulado en suspensión. El propósito de estas campañas ha sido la adquisición de datos de calidad de aire en la zona de influencia de las centrales, localizadas en áreas donde existen potenciales problemas de contaminación atmosférica todavía no caracterizados.

Con fines semejantes, se han realizado campañas de monitoreo en el predio y la vecindad de dos de las acerías más importantes del país donde, además de los contaminantes citados, se midieron sulfuro de hidrógeno, cianuros, fenoles y composición de plomo y zinc en las muestras de partículas colectadas.

Entraña un particular reconocimiento a la labor desarrollada por el Grupo la invitación, por parte del Instituto Sueco de Meteorología e Hidrología, a participar en los proyectos de evaluación de calidad del aire en el área metropolitana de Buenos Aires y en las ciudades de Campana y Zárate. El objetivo fue realizar un pre diagnóstico acerca de la calidad del aire en las zonas mencionadas y elaborar recomendaciones para el diseño de una futura red de monitoreo.

Se han efectuado estudios de impacto ambiental de diversas centrales termoeléctricas y, a solicitud del Ente Nacional Regulador de la Electricidad, se elaboró la Guía Metodológica para

la Evaluación del Impacto Ambiental Atmosférico que, en enero de 1997, fue declarada por el citado Ente Regulador, de observancia obligatoria para los agentes del mercado eléctrico mayorista que deban presentar evaluaciones de impacto ambiental atmosférico o diagnósticos ambientales ante ese organismo. La Guía constituye el primer documento que regula aspectos técnicos de los estudios de impacto ambiental atmosférico en la Argentina y demanda, para su correcta aplicación, un grado importante de pericia en el tema. En 1997, la Guía fue adoptada por la Secretaría de Política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires para ser utilizada por todos los establecimientos industriales de la provincia.

El Grupo participó también en el desarrollo del Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Argentina para los años 1990 y 1994, que formó parte de la Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). En 1999, tuvo a su cargo el desarrollo del Inventario de Gases de Efecto Invernadero del Sector Procesos Industriales para el año 1997. Sobre la base de esta experiencia y por invitación del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), participó en la elaboración de una guía de buenas prácticas para el desarrollo del inventario de emisiones. Este documento fue aprobado por el IPCC en mayo de 2000. También ha colaborado con otras instituciones en el desarrollo de normativa o planes ambientales, tales como el Anteproyecto de Ley del Aire Limpio para la Ciudad de Buenos Aires y el Plan de Calidad del Aire y Salud para las Américas, de la Organización Panamericana de la Salud.

En febrero de 2001, en el marco del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL), el Grupo Monitoreo Ambiental fue denominado como Centro Designado para medición de contaminantes atmosféricos en fuentes fijas de emisión, medición de la calidad del aire y evaluación del impacto ambiental atmosférico mediante el empleo de modelos.

#### ■ *Estudio de bienes culturales con técnicas de caracterización nucleares y convencionales*

La experiencia reunida en los laboratorios de la CNEA en el estudio de bienes culturales, específicamente de objetos arqueológicos, históricos y artísticos, ha permitido desarrollar una metodología específica dado que, a diferencia de los bienes industriales modernos, los culturales presentan características particulares por el hecho de que son únicos e irremplazables.

La metodología consiste en una cuidadosa selección y secuencia en la aplicación de las técnicas de caracterización, nucleares y convencionales, para determinar diferentes características de los materiales con que están confeccionados los bienes culturales. La información obtenida por esos estudios es de interés para un amplio espectro de instituciones y personas del mundo de la cultura.

La metodología desarrollada comienza con la aplicación de técnicas de caracterización destinadas a describir el objeto y analizar su imagen. A continuación, y sobre la base de la información obtenida, se aplican técnicas de análisis no destructivas. En el caso de no lograr todas las respuestas buscadas en el estudio, se pasa a utilizar otras técnicas que, procurando no alterar su valor de exhibición, requieren tomar una pequeña parte del objeto.

Las técnicas utilizadas son: la metrología dimensional, la observación macroscópica y microscópica, y otras no destructivas, como radiografía, gammagrafía, termografía, ultrasonido, radiación infrarroja y ultravioleta, etc. Actualmente, se están poniendo a punto técnicas avanzadas de análisis de imágenes, fundamentalmente con apoyo de expertos del Organismo Internacional de Energía Atómica, en el marco del Proyecto ARG/8/0139 (Perfeccionamiento en la calidad de aplicación de métodos no destructivos para el diagnóstico de objetos arqueológicos y obras de arte), y se ha firmado un convenio con el Museo Nacional de Bellas Artes para el estudio de dichas obras.

Se está aplicando la técnica del análisis por activación neutrónica para estudiar la proveniencia de restos cerámicos arqueológicos del Noroeste Argentino. Por otra parte, se está desarrollando un programa de estudios de degradación de materiales, según datos provenientes de artefactos arqueológicos, con el propósito de selección de materiales para contenedores de residuos radiactivos de larga vida y alta energía.

### ■ *Subproyecto paneles solares*

Desde 1986, el Grupo Energía Solar, del Centro Atómico Constituyentes, realiza tareas de investigación y desarrollo en el campo de la conversión fotovoltaica. A partir de 1992, el trabajo se centró en el diseño, la elaboración y la caracterización de celdas solares de silicio para usos terrestres y espaciales.

A fines de 1995, la CNEA y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) concertaron un convenio con el objeto de diseñar y poner en práctica un experimento de celdas solares argentinas en el espacio. Como consecuencia de ello, en el Centro Atómico Constituyentes, se inició el proyecto "Dispositivos solares para uso espacial". Su principal logro fue el desarrollo y la construcción de un conjunto de dispositivos que fueron integrados y ensayados exitosamente en el satélite de aplicaciones científicas argentino SAC-A, que estuvo en órbita durante aproximadamente diez meses a partir de diciembre de 1998.

El Plan Espacial Nacional, en ejecución desde 1996, prevé la realización de diversas misiones satelitales tecnológicas y de observación y comunicaciones, entre ellas dos misiones SAOCOM y nuevos satélites de la serie SAC (Satélite de Aplicaciones Científicas). Estos satélites requerirán, en general, paneles solares con una superficie estimada entre 5 m<sup>2</sup> y 10 m<sup>2</sup> cada uno.

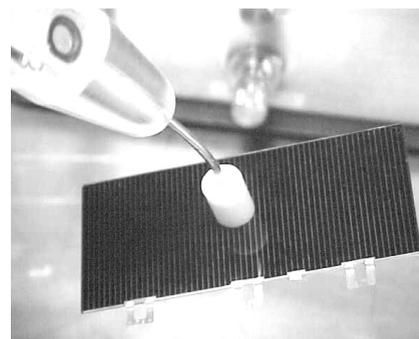
Cada misión satelital requiere paneles solares diseñados específicamente para satisfacer la demanda de los demás subsistemas del satélite, y que han de ajustarse a su geometría. Esto significa que deben ser construidos especialmente para cada misión, con una importante contribución artesanal. Por otra parte, existen en el mundo relativamente pocas empresas fabricantes de paneles espaciales. Lo expresado previamente, sumado a que el producto final debe ser de alta confiabilidad, da lugar a paneles solares de costo muy elevado.

Como continuación del proyecto antes mencionado y con el objeto de disponer en el país de las herramientas de diseño, fabricación, caracterización, calificación y ensayo de paneles solares para usos espaciales, ambas instituciones suscribieron un nuevo convenio que dio lugar a la iniciación, en abril de 2001, del "Subproyecto Paneles Solares", que forma parte del Proyecto SAOCOM de la CONAE. Su objetivo es diseñar, fabricar y ensayar los paneles solares de ingeniería y de vuelo para la misión satelital SAOCOM. Su duración será de 36 meses y comprenderá básicamente las siguientes tareas:

- \* Montaje del laboratorio de desarrollo, integración y ensayo.
- \* Diseño, fabricación y ensayo de celdas solares de silicio monocristalino.
- \* Análisis teórico y ensayos en la Tierra del daño por radiación sobre las celdas solares.
- \* Fabricación o adquisición y ensayo de interconectores.
- \* Puesta a punto de los procesos de soldadura y de las técnicas de ensayo correspondientes.
- \* Desarrollo de técnicas de alineación y pegado de vidrios sobre celdas y de celdas sobre el sustrato.
- \* Diseño del circuito eléctrico de los paneles y su interconexión al satélite.
- \* Estudio y desarrollo de modelos para la estimación de la energía generada por los paneles solares durante la misión espacial, al principio de la misma y al final de su vida útil.
- \* Elaboración de sensores de radiación solar, paneles de ingeniería y prototipo de panel de vuelo, para la realización de ensayos de calificación en la Tierra y/o en el espacio.



*Satélite de aplicaciones científicas.*



*Paneles solares.*

- \* Integración de paneles de vuelo.
- \* Realización de ensayos eléctricos, mecánicos y de termovació sobre los componentes y paneles.
- \* Calificación de paneles solares en el espacio, a través de su integración a satélites tecnológicos.

#### ■ *Análisis de integridad estructural de álabes de la Central Hidroeléctrica Yacyretá*

Los ensayos no destructivos constituyen una herramienta de fundamental importancia para la evaluación de estructuras, componentes y materiales. Permiten detectar y, por lo tanto, corregir en forma temprana, distintos tipos de defectos del objeto bajo estudio que, dependiendo de las solicitudes a las que se encuentre sometido, podrían derivar en fallas, a veces catastróficas. A ello se añade el consiguiente perjuicio económico, debido a la imprevista salida de servicio del componente, así como las eventuales pérdidas de vidas humanas y los riesgos para el medio ambiente.

Un adecuado plan de inspecciones que contemple las distintas etapas de la vida de un componente –desde su fabricación, su entrada en servicio y el transcurso de su vida útil– permite contar con la información necesaria para realizar un seguimiento de la integridad de dicho componente. La información obtenida de los ensayos, junto con técnicas de evaluación de integridad estructural, permiten la operación confiable de sistemas e instalaciones.

Uno de los diversos campos donde el análisis de integridad estructural presta un valioso aporte es el de la generación de energía eléctrica, entre otras causas, debido a la necesidad de disponibilidad de generación y a los riesgos potenciales que pueden ser evitados con estas técnicas.

Desde 1997, la CNEA viene realizando, en la Central Hidroeléctrica Yacyretá, trabajos orientados a la detección prematura de discontinuidades en los álabes de las distintas unidades de la mencionada Central. Tras la aparición de una importante fisura en uno de los álabes de la unidad N° 1, durante una parada de mantenimiento (posteriormente se detectaron fisuras en otras unidades y otros componentes), ese mismo año, el Ente Binacional Yacyretá encomendó a la CNEA tareas de asesoramiento integral para la realización de estudios conducentes a determinar el origen de las fallas producidas, análisis de las reparaciones por soldadura, mediciones de tensiones residuales, supervisión de mediciones de tensiones operativas y frecuencias de aplicación en servicio, y verificaciones de métodos de diseño. También comprometió su participación en la realización de un plan de inspecciones para la detección prematura de defectos que pudieran derivar en nuevas fisuras.

Los primeros trabajos estuvieron orientados a la determinación del origen de las fallas producidas y a la evaluación de los mecanismos de crecimiento de fisuras y de la integridad estructural de los álabes. En esa etapa, se emplearon diversas técnicas de análisis de fallas y se realizaron ensayos, no destructivos y destructivos, de diferentes tipos, para generar información que permitiera determinar el origen de la falla.

Desde entonces y hasta la actualidad, la CNEA viene realizando inspecciones de los álabes de las distintas turbinas durante las paradas de mantenimiento, utilizando variadas técnicas no destructivas. Estas inspecciones permiten detectar y corregir en forma temprana discontinuidades que, de otro modo, podrían producir la aparición de nuevas fisuras, con los correspondientes perjuicios económicos por falta de disponibilidad de generación.

Debe mencionarse que el conjunto de técnicas que se emplea para evaluar la integridad estructural de las turbinas de Yacyretá se aplica también en diversos componentes de otras centrales de generación eléctrica, como también de la industria en general. Se hace posible, así, la operación segura y confiable de esas centrales y se evitan perjuicios económicos tanto como riesgos potenciales para la salud y el ambiente.

## OTROS SERVICIOS

En 2001, la CNEA prestó los siguientes servicios en las áreas que se indican:

### ■ *Irradiación*

En la Planta de Irradiación Semiindustrial del Centro Atómico Ezeiza se irradiaron alimentos y productos farmacológicos, veterinarios, apícolas y de bioterio, a solicitud de clientes externos a la CNEA. Asimismo, respondiendo a solicitudes de sectores internos de la Institución, se efectuaron irradiaciones en relación con microbiología, polímeros, alimentos y aplicaciones industriales. También se procedió a la irradiación de piezas postales para la prevención de infección por ántrax, como respuesta a solicitudes externas a la CNEA e internas.

### ■ *Gestión de residuos radiactivos*

- \* Gestión de los residuos radiactivos generados en las centrales nucleares, en el marco de un acuerdo de cooperación entre la CNEA y la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A.
- \* Gestión de 21,7 metros cúbicos de residuos radiactivos de baja actividad y de 1,15 metros cúbicos de residuos alfa contaminados.
- \* Recorrido de un total de 39.600 kilómetros, recolectando y transportando fuentes selladas de radiación provenientes de usuarios médicos e industriales de todo el país. Gestión de un total de 383 fuentes selladas, las que fueron desarmadas y acondicionadas.
- \* Transporte, acondicionamiento y almacenamiento, en forma interina, de agujas y tubos de radio 226, en el marco de una resolución de la Autoridad Regulatoria Nuclear que limitó su utilización en aplicaciones médicas y estableció para los responsables la obligatoriedad de proveer su gestión segura.
- \* Asesoramiento sobre tecnologías de gestión a distintos generadores externos de residuos radiactivos.
- \* A solicitud de la Dirección Nacional de Tecnología Nuclear de la República Oriental del Uruguay, elaboración de una propuesta para el tratamiento y acondicionamiento de residuos radiactivos en el citado país. De ser aceptada, los trabajos serán ejecutados en el lapso de dos meses, durante el año 2002.

### ■ *Suministros nucleares*

- \* Realización por los laboratorios de análisis químico del área de 19.355 determinaciones de distintos elementos, a solicitud de sectores de la CNEA y de terceros, sobre un total de 3.614 muestras ingresadas, por un monto de \$23.700.
- \* Realización de tareas de seguridad y vigilancia por personal de la Regional Centro de la CNEA, en el predio del ex Complejo Minero Fabril Córdoba, en el que se encuentra ubicada la Planta de Producción de Dióxido de Uranio de la empresa asociada DIOXITEK S.A., por cuenta de esta última y por un monto anual de aproximadamente \$ 40.000.
- \* Prestación de asistencia y realización de tareas de apoyo técnico a la Planta de Producción de Dióxido de Uranio de la empresa asociada DIOXITEK S.A., por personal de la Regional Centro de la CNEA.



## CAPÍTULO 6

### SEGURIDAD Y SALVAGUARDIAS

Ing. Hugo Cárdenas  
[cardenas@cnea.gov.ar](mailto:cardenas@cnea.gov.ar)



## SEGURIDAD

**PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y SEGURIDAD NUCLEAR**

La manipulación de material radiactivo exige que una instalación sea diseñada, construida, puesta en marcha y operada en adecuadas condiciones de seguridad radiológica y nuclear. Con tal fin, la CNEA realiza las siguientes tareas:

■ **Control radiológico de instalaciones y del personal que trabaja con material radiactivo**

Con el objeto de verificar que las operaciones y procesos se lleven a cabo en forma segura en las 24 instalaciones relevantes de la Institución, se realiza la vigilancia radiológica en las mismas mediante monitoreo ambiental y personal. Dicha vigilancia se realiza en forma rutinaria en relación con las actividades normales de cada instalación, el monitoreo de procesos y del personal ocupacionalmente expuesto, la verificación del cumplimiento de las normas de acuerdo con la documentación mandatoria y la licencia de operación o autorización de funcionamiento, emitida por la Autoridad Regulatoria Nuclear.

Las actividades más destacadas en esta área, en 2001, fueron:

- \* Control radiológico en cada instalación: monitoreo ambiental (aire y superficie), monitoreo de objetos que egresan de la instalación (indumentaria de trabajo, herramientas, maquinarias, etc) y monitoreo del personal profesional expuesto (muestreo de orina).
- \* Confección de informes trimestrales para cada una de las instalaciones relevantes.

■ **Definición de aspectos de seguridad radiológica y nuclear vinculados a las tareas de desarrollo tecnológico nuclear**

Comprende estudios de riesgos radiológicos y de criticidad, en almacenamiento, transporte, operaciones y procesos con material fisionable especial, cálculo de blindajes, transporte seguro de material radiactivo, etc.

Las actividades más destacadas en esta área, en 2001, fueron:

- \* Evaluaciones ambientales en distintos sectores del Centro Atómico Ezeiza y de remediación ambiental del sector de dicho centro, denominado Campo 5.
- \* Cálculo del límite de masa total del uranio recuperado en el Laboratorio de Uranio Enriquecido, sobre la base de criterios radiológicos.
- \* Cálculo de :
  - La tasa de dosis para un Irradiador de tejidos (piel y huesos) con fines medicinales.
  - La potencia térmica disipada para 16 elementos combustibles del RA-3.
  - Las condiciones de criticidad para un depósito de 616 elementos combustibles.
  - La dosis producida por residuos en la Planta de Producción de Molibdeno 99 por Fisión.
  - La distribución de tasa de dosis en la Planta de Irradiación Semi Industrial para distintas distribuciones de las fuentes de <sup>60</sup>Co.
  - La tasa de dosis para el depósito de elementos combustibles dañados.
  - Las tasas de dosis para distintas condiciones en el almacenamiento transitorio de resinas y líquidos del depósito de elementos combustibles dañados.

■ **Licenciamiento de instalaciones y autorizaciones para prácticas puntuales**

La licencia de operación de una instalación es un documento emitido por la Autoridad Regulatoria Nuclear, mediante el cual se autoriza la operación de la instalación. Las autorizaciones

para prácticas puntuales corresponden a aquellas prácticas que se llevan a cabo por única vez. La actividad más destacada en 2001 fue la tramitación de 15 autorizaciones de prácticas puntuales en la Planta de Producción de Fuentes Selladas de  $^{60}\text{Co}$ , y de 20 en el Área de Gestión de Residuos del Centro Atómico Ezeiza.

## **INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INGENIERÍA EN SEGURIDAD NUCLEAR**

### ■ **Dispersión de contaminantes en aire**

Se trabajó en aspectos experimentales y teóricos referidos a la dispersión atmosférica y deposición en suelo de micro partículas (aerosoles).

En 2001, las actividades más destacadas en esta área fueron:

- \* Estudio y simulación de la dispersión atmosférica de gases. Se adquirió la experiencia necesaria para comenzar con la etapa de desarrollo de rutinas de dinámica de micro partículas en atmósfera libre, para su inclusión en códigos de dispersión atmosférica. Con tal propósito, se realizaron múltiples corridas con códigos desarrollados anteriormente, que describen la dinámica de aerosoles en recintos cerrados, con el fin de aplicar una fenomenología similar a problemas de atmósfera. Por otro lado, se participó, junto a la Autoridad Regulatoria Nuclear, en el desarrollo del código SEDA PUFF con las rutinas de deposición.
- \* Mediciones sistemáticas de las variables meteorológicas en las instalaciones del Centro Atómico Ezeiza, con el fin de organizar una base de datos que permita modelar la dispersión atmosférica en las inmediaciones de dicho Centro.
- \* Puesta a punto del sistema de medición con impactador de cascada (MOUDI). Se obtuvo información sobre la cantidad, composición y morfología de los aerosoles, separados por diámetro aerodinámico.
- \* En el marco del proyecto "Métodos perturbativos y análisis de sensibilidad en ciencias de la ingeniería", correspondiente al Programa de Incentivos del Ministerio de Cultura y Educación, y al Proyecto de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica 1999-2000 (que finalizó en el 2001), se abordó el estudio de sensibilidad de una población de aerosoles en aire respecto de parámetros físicos; se empleó la técnica del método perturbativo para determinar la sensibilidad del volumen medio de las partículas respecto de la velocidad de sedimentación y de la probabilidad de coagulación entre ellas, y se aplicó también ese método a un modelo para representar accidentes de pérdida de refrigerante en un reactor de potencia integrado.

### ■ **Reactores avanzados integrados: mapas de diseño**

En 2001, se finalizó el desarrollo y la aplicación inicial de un método para la incorporación de conceptos de seguridad en la etapa de ingeniería conceptual, a través del análisis de accidentes. Esta metodología se aplica para establecer nuevas restricciones en aspectos de seguridad, derivadas de los resultados de esos análisis. Esas restricciones, junto con las provenientes de otras áreas de diseño, sirven para delimitar un dominio en los parámetros de diseño, los que serán optimizados para obtener una mejor función de mérito relacionada con variables económicas del reactor. Se continuó ampliando esta metodología para manejar incertezas realizando su incorporación al Código Integral de Diseño de Reactores desarrollado en la CNEA y transferido recientemente al Organismo Internacional de Energía Atómica.

### ■ **Proyecto CAREM: prototipo CAREM-25**

En 2001, se continuó con la coordinación y planificación técnica de los aspectos de seguridad nuclear del proyecto, se realizó la optimización del sistema de inyección de refrigerante a baja presión mediante acumuladores, y se estudió la dinámica de autopresurización y la controlabilidad de ésta en un reactor tipo CAREM.

### ■ *Reactor de investigación para la Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nuclear (ANSTO)*

Las actividades más destacadas en esta área, en 2001, fueron:

- \* Finalización de las simulaciones para el cálculo de dosis en el grupo crítico de accidentes de reactividad y de pérdida de caudal refrigerante, para el Informe Preliminar de Seguridad. Estas tareas sirvieron, además, como soporte para el diseño de los sistemas de extinción y válvulas clapeta en lo que respecta a los requerimientos de reactividad y tiempo de actuación.
- \* Estudio y desarrollo de una metodología para la evaluación de incertezas para el cálculo de parámetros relacionados de seguridad, como soporte para el diseño termohidráulico del núcleo de reactores MTR. Modificación del código TERMIC.
- \* Cálculos de dosis para la instalación del reactor.

### ■ *Desarrollo de códigos termohidráulicos y de seguridad*

La actividad más destacada, durante el año 2001, fue la finalización del desarrollo de un modelo de generador de vapor de un solo paso y del sistema secundario para el reactor CAREM, que fueron incorporados al código HUARPE, de desarrollo propio.

### *DOSIMETRÍA EXTERNA E IRRADIACIÓN*

De las actividades desarrolladas en esta área en 2001, a través del Laboratorio de Dosimetría Externa e Irradiación, cabe señalar las siguientes:

- Determinación de las dosis equivalentes por irradiación externa gamma y neutrónica del personal expuesto a radiaciones ionizantes, perteneciente a 34 laboratorios e instalaciones relevantes de la CNEA.
- Como parte del servicio de determinación de dosis, procesamiento de un promedio mensual de 950 detectores personales pertenecientes a alrededor de 500 usuarios de la Institución, y visitas a diversos hospitales y a algunas áreas donde, por sus características, se realiza dosimetría en el lugar de trabajo.
- Registro de la historia dosimétrica individual de todo el personal y el cálculo de la dosis acumulada por el mismo.
- Calibración en kerma en aire libre y las posteriores lecturas con el equipo lector de dosímetros y procesamiento estadístico de los datos obtenidos.
- Irradiación de dosímetros termoluminocentes (TLD) con fuente de <sup>241</sup>Am-Be, con el objeto de discriminar los que se utilizan para detectar radiación gamma y para neutrones.

### *DOSIMETRÍA INTERNA Y DE ÁREA*

En el transcurso de 2001, las actividades más significativas desarrolladas por el Laboratorio de Dosimetría Interna y de Área fueron:

- Determinación de actividad y masa de uranio enriquecido en muestras de orina del personal profesionalmente expuesto.
- Determinación de actividad alfa total y masa de uranio en muestras de agua de cisterna.
- Determinación de tritio en agua de freático.
- Determinación de radio 226 por análisis de sus hijas (radón 222), en muestras de agua de perforaciones.
- Determinación de masa de uranio en orina.
- Determinación de uranio 235 en muestras de agua de perforación de campo.

### **HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO Y PROTECCIÓN FÍSICA**

Las actividades más destacadas en esta área, en 2001, fueron:

- Relevamiento de los Centros Atómicos y elaboración de un informe general que contiene la totalidad de las mejoras en materia de higiene y seguridad en el trabajo que deben realizarse. Para ello, se tomaron en cuenta los requerimientos formulados durante los últimos años por la empresa aseguradora de riesgos de trabajo contratada por la Institución, con sus prioridades y valores estimados de costos de ejecución.
- Elaboración del procedimiento de seguridad "Plan de Emergencias y evacuación" para toda la Institución, y su adecuación a cada Centro Atómico en particular.
- Dictado de cursos de entrenamiento para el personal sobre higiene y seguridad en el trabajo.

### **SALVAGUARDIAS**

Con el fin de actualizar mensualmente los inventarios del material nuclear en cada instalación, la CNEA cumplimenta un sistema de registros e informes del material nuclear. Sobre la base de los cambios en los registros contables y operacionales, se envían informes contables a la Autoridad Regulatoria Nuclear.

Para cada área de balance de material definida en cada instalación y para cada categoría de material nuclear, los registros contables consisten en:

- Libro Principal: documento donde se registran todos los cambios de inventario y que permite determinar, para una fecha dada, el inventario contable del material nuclear en cada instalación.
- Documentos Soportes (boleta de transferencia de material nuclear y protocolos de fabricación): son los documentos base para los asientos en el Libro Principal.
- Informe de Cambio de Inventario (ICR): documento con el cual se informa a la Autoridad Regulatoria Nuclear, mensualmente, respecto de los movimientos de material nuclear en cada instalación.
- Informe de Lista de Inventario Físico (PIL): lista de inventario físico de todo el material nuclear existente en cada instalación, que se presenta anualmente a la Autoridad Regulatoria Nuclear, la Agencia Brasileño Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares y el Organismo Internacional de Energía Atómica.
- Informe Balance de Material Nuclear (MBR): documento que refleja el balance anual de masa para cada categoría de material nuclear.

En 2001, estos registros contables se realizaron, en forma rutinaria, para todas las instalaciones con inventario de material nuclear.



# CAPÍTULO 7

## ASUNTOS INSTITUCIONALES

Dr. Gabriel Norberto Barceló  
[barcelo@cnea.gov.ar](mailto:barcelo@cnea.gov.ar)





*Ceremonia de firma de la declaración  
de creación de la ABAEN.  
Salón Dorado del Palacio San Martín.*

## ÁREA ASUNTOS INTERNACIONALES

Desde su fundación, en el año 1950, la CNEA ha interactuado en forma bilateral con una gran cantidad de instituciones similares de distintos países y con todos los organismos internacionales competentes en el área. Esto ha llevado a que hasta fines de 2001 se concertaran 30 acuerdos intergubernamentales con países de todas las regiones y convenios interinstitucionales con organismos de 15 países, para la cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear. De este modo, se abrieron las puertas para la concreción, por parte del sector nuclear, de exportaciones significativas con alto contenido tecnológico.

### HECHOS DESTACADOS

Entre los acontecimientos relevantes ocurridos en el área Asuntos Internacionales en el 2001 se destacan:

- La culminación de las negociaciones con Brasil para el establecimiento de la Agencia Argentino-Brasileña de Aplicaciones de la Energía Nuclear (ABAEN), concretada mediante la "Declaración Conjunta concerniente a la creación de la Agencia Argentino-Brasileña de Aplicaciones de la Energía Nuclear", firmada en Buenos Aires el 14 de agosto de 2001, por los Cancilleres de ambos países, el Ministro de Ciencia y Tecnología del Brasil y el Presidente del Directorio de la CNEA, en representación de sus respectivos gobiernos.

El documento constitutivo de la ABAEN contiene una propuesta central: "pensar juntos el futuro, de forma de mantener abierta y perfeccionar la alternativa nucleoelectrica y promover progresos en las aplicaciones pacificas de la energía nuclear". Al constituir la ABAEN, los gobiernos depositaron en sus respectivas agencias nucleares una gran responsabilidad y una importante oportunidad de servicio, tendiente al desarrollo y la integración de los dos países.

La misión permanente de la ABAEN será promover e intensificar la cooperación entre Argentina y Brasil en el campo de las aplicaciones pacificas de la energía nuclear, identificando áreas propicias para la elaboración y ejecución de proyectos conjuntos y estableciendo mecanismos para facilitar su implementación. Se contribuye, así, al desarrollo sustentable, propiciando condiciones favorables para que en ambos países se mantenga abierta la opción de la utilización de la generación nucleoelectrica y de las demás aplicaciones de esa tecnología.

- La entrada en vigor, el 18 de junio de 2001, de la "Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y seguridad en la gestión de desechos radiactivos", por haberse alcanzado el número de ratificaciones exigido en su articulado. El 19 de diciembre de 1997, la República Argentina firmó el documento, que fue aprobado por Ley N° 25.279 y ratificado el 14 de noviembre de 2000.

La Convención, instrumento vinculante para las partes signatarias, servirá de marco para la legislación y las actividades de esa naturaleza que se desarrollen en el país.

### OTRAS ACTIVIDADES

#### *En el plano multilateral*

- Durante el año 2001 se participó en reuniones de la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), celebradas en su sede del Centro Internacional de Viena, Austria. Nuestro país integró esta entidad rectora, en virtud de haber resultado electo Gobernador en representación de la Región América Latina y el Caribe, en ocasión de la 44ª Reunión Ordinaria de la Conferencia General de ese organismo internacional, celebrada en septiembre de 2000. El mandato es por dos años, o sea, hasta la 46ª

Reunión Ordinaria de esa Conferencia, que ha de llevarse a cabo en setiembre de 2002.

- Al igual que en años anteriores, la CNEA participó activamente en las actividades de ese organismo internacional, integrando diversos comités y grupos de expertos y de técnicos convocados con relación a distintos aspectos de la actividad nuclear. En particular, integró el Grupo de Expertos Senior sobre Energía Nuclear (SAGNE), establecido por el Director General del OIEA, con el objetivo de asesorarlo en materia de programas y actividades a desarrollar en el campo de la nucleoelectricidad y el ciclo de combustible, con miras a mantener abierta en el futuro la opción nuclear.
- En el curso del año se desarrollaron y completaron cinco proyectos de cooperación con el OIEA, en el marco de su Programa de Cooperación Técnica. También encuadradas en ese Programa, se brindó asistencia y cooperación técnicas a otros Estados Miembros del Organismo, de todas las regiones geográficas, a través de la capacitación de sus recursos humanos mediante la organización de cursos, el entrenamiento de becarios y visitas científicas. También se puso a disposición el servicio de expertos y conferenciantes y se abrieron a la concurrencia de profesionales latinoamericanos beneficiarios de becas otorgadas por el OIEA las carreras que se dictan en el Instituto Balseiro, en el Instituto Profesor Jorge Sabato, en el Instituto de Estudios Nucleares y en la Fundación Escuela de Medicina Nuclear.
- En el ámbito regional, en el marco del "Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (Programa ARCAL), la CNEA integró el Grupo Directivo del Programa y coordinó la participación de diversas instituciones de investigación científica y asistenciales nacionales en quince proyectos de cooperación. Nuestro país fue sede de varios eventos vinculados a esos proyectos.

#### *En el plano bilateral*

- Se llevaron a cabo actividades de cooperación y se ejecutaron proyectos conjuntos concertados con organismos competentes en materia de energía nuclear de diversas naciones. Todo ello se efectuó al amparo de acuerdos bilaterales de cooperación específicos para los usos pacíficos de la energía nuclear, de acuerdos bilaterales generales sobre cooperación científica y tecnológica, y de contratos comerciales de la CNEA o de sus empresas asociadas.
- El 8 de agosto de 2001 se firmó, en el nivel gubernamental, en la ciudad de Melbourne, el "Acuerdo entre la República Argentina y Australia sobre cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear", y el 19 de noviembre, en la ciudad de Hanoi, el "Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República Socialista de Vietnam sobre cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear". Ambos se hallan en proceso constitucional de aprobación y ratificación, y pasarán a constituirse, respectivamente, en el vigésimo noveno y el trigésimo acuerdo de cooperación vigente con Estados extranjeros en este campo.
- Asimismo, en el ámbito institucional, se firmó en forma simultánea en Ottawa y Buenos Aires el "Acuerdo de cooperación técnica entre la Atomic Energy of Canada Limited y la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina", en vigor desde el 1º de enero de 2001. El 26 de abril, en Buenos Aires, fue firmado el "Acuerdo Específico N° 1 del Convenio Marco entre ENRESA y CNEA", sobre caracterización y verificación de la calidad de residuos radiactivos, que comprende seis temas específicos de cooperación, y el 15 de mayo del mismo año, también en Buenos Aires, se firmó el "Tercer Programa de Cooperación Técnica entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y el Ministerio de Energía Atómica de la Federación de Rusia". Los dos últimos acuerdos están en vigor desde esas fechas.

- Cabe destacar la realización de acciones de cooperación con Chile, España, los Estados Unidos de América, la República Federal de Alemania, la Federación de Rusia, la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) y la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).
- Merecen también mención las visitas oficiales que efectuaron autoridades y delegaciones extranjeras a instalaciones nucleares argentinas. Entre ellas, las del Ministro de Industria, Ciencia y Recursos de Australia; el Presidente de AECL de Canadá; el Presidente de la Comisión Nacional de Energía Atómica del Brasil; el Presidente de la Comisión Chilena de Energía Nuclear; el Secretario de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá; y las delegaciones de la Academia China de Ingeniería, presidida por el Vicepresidente del Parlamento; la Corporación Nacional Nuclear de China, presidida por su Presidente; la Unión Europea, presidida por la Comisionada de Energía y Transporte; la Federación de Rusia, presidida por el Jefe del Departamento de Energía Atómica del Ministerio de Energía Atómica; y Ucrania, presidida por el Subsecretario del Consejo Nacional de Seguridad y Defensa. Tales visitas permiten consolidar en su promisorias relaciones de cooperación con esos países, o contribuyen a su establecimiento.

### ÁREA COMUNICACIÓN Y RELACIONES PÚBLICAS

La CNEA desarrolla actividades de comunicación social y relaciones públicas derivadas de la responsabilidad que la ley le asigna como organismo promotor de la actividad nuclear en la República Argentina. Las acciones se llevan a cabo en dos planos: uno centralizado, con el objeto de mantener una imagen cohesionada y transmisora de la política institucional, y otro descentralizado, con actividades ejecutadas por los Centros Atómicos, vinculadas a sus actividades específicas y a la interacción con sus áreas geográficas de influencia.

#### HECHOS DESTACADOS

Los hechos destacados ocurridos en 2001 en el área Comunicación y Relaciones Públicas fueron:

- Publicación de los siguientes documentos institucionales que fueron ampliamente distribuidos en los ámbitos gubernamentales y legislativos, nacionales y provinciales; en los círculos académicos y científicos, públicos y privados; en el medio empresarial, en el ambiente periodístico y entre el público general:
  - \* LA POLÍTICA NUCLEAR ARGENTINA - Evaluación y propuestas de la Comisión Nacional de Energía Atómica - marzo de 2001.
  - \* LA POLÍTICA NUCLEAR ARGENTINA -Addendum I - Privatización de las centrales nucleares y la situación de Atucha II - mayo de 2001.
  - \* LA POLÍTICA NUCLEAR ARGENTINA -Addendum II- Atucha II - Por qué es imprescindible concluir la construcción de la tercera central nuclear y cómo hacerlo - junio de 2001.
- Reinicio de la publicación de la Memoria Anual con la correspondiente al año 2000.
- Creación de la Revista de la Comisión Nacional de Energía Atómica, de periodicidad trimestral, y publicación de sus cuatro primeros números.
- Organización del Seminario Internacional "Energía Nuclear, Educación, Empleo y Medio Ambiente", celebrado en el mes de abril, en la Biblioteca Nacional. Su última jornada y cierre se llevó a cabo en la "Feria del Libro".
- Participación en la exposición que se realizó en octubre, en el marco del 18° Congreso Mundial de Energía, muestra en la que también participaron las empresas asociadas INVAP, DIOXITEK y ENSI. Los respectivos *stands*, fueron atendidos por profesionales de la institución y de esas empresas.

- Realización de actos conmemorativos del Día Nacional de la Energía Atómica y del 51º Aniversario de la CNEA, el día 31 de mayo, con entrega de medallas recordatorias al personal que cumplió 30 años en la Administración Pública Nacional, y de plaquetas, al personal recientemente jubilado.

### **OTRAS ACTIVIDADES**

#### **Actividades desarrolladas por el Departamento Comunicación y Relaciones Públicas**

- Acto en la Sede Central, en homenaje a quien fuera Presidente de la Institución durante 18 años, el Contralmirante Oscar A. Quihillalt, con motivo de su fallecimiento. Incorporación de su cuadro recordatorio a la galería de ex Presidentes fallecidos.
- Exposición Itinerante, destinada a establecimientos educativos de la Capital Federal y el Gran Buenos Aires, con concurrencia masiva de alumnos de todos los cursos y charlas a cargo de profesionales de la Institución.
- Organización de congresos, seminarios y talleres de índole científica y tecnológica, participación en exposiciones y publicación de un folleto institucional, en español e inglés, para la difusión masiva de las actividades de la CNEA.
- Distribución de comunicados de prensa a los medios y difusión de información de interés para el personal de la Institución, a través de gacetillas y de la red interna.

#### **Actividades desarrolladas por el Centro Atómico Bariloche (CAB)**

- Difusión de las actividades científicas, tecnológicas y de interés general llevadas a cabo en el CAB.
- Mantenimiento de fluida relación con las autoridades locales y con los organismos y empresas vinculados al desarrollo de la ciudad. Participación en las actividades que organizaron en 2001.
- Realización de visitas de establecimientos educativos e instituciones en general a instalaciones del CAB, en las que participaron 2250 personas.
- Participación del CAB en la Primera Muestra de Ciencia y Tecnología-Bariloche 2001, realizada en dicha ciudad, entre el 29 de setiembre y el 5 de octubre, con la participación de organismos de ciencia y tecnología.
- Organización de los siguientes eventos realizados en instalaciones del CAB:
  - \* Escuela de Física del Sólido Instituto Balseiro-CAB, entre el 20 de agosto y el 17 de setiembre.
  - \* 5º Taller Latinoamericano sobre Magnetismo y Materiales Magnéticos y sus aplicaciones, celebrado entre el 3 y el 7 de setiembre.
  - \* 2º Seminario Regional de Física Forense, realizado entre el 14 y el 16 de noviembre.
  - \* VIII Taller sobre Física de Vórtice de Superconductores, celebrado entre el 26 de noviembre y el 1º de diciembre.
  - \* Curso Taller Avanzado de Métodos de Cálculos de Bibliotecas de Datos para Problemas Específicos de Reactores de Investigación, realizado entre el 26 de noviembre y el 7 de diciembre, en el marco del programa regional ARCAL.

#### **Actividades desarrolladas por el Centro Atómico Constituyentes (CAC)**

- Ejecución de campañas de difusión institucional y de estudios y encuestas sobre la evolución de la opinión pública en relación con la temática nuclear.
- Realización de visitas de establecimientos educativos y de periodistas a instalaciones del CAC, en las que participaron 645 alumnos, 49 docentes y 23 periodistas.
- Organización de los siguientes eventos realizados en instalaciones del CAC:



*Seminario Internacional  
"Energía nuclear, educación,  
empleo y medio ambiente",  
celebrado en la Biblioteca Nacional.*



*Cierre del Seminario Internacional  
"Energía Nuclear, Educación,  
Empleo y Medio Ambiente"  
en la Feria del Libro.*

- \* IV Curso de Procesamiento de Materiales por Plasma (Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA)/CNEA).
- \* Curso Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear (Instituto Balseiro-CAC).
- \* Acto Académico de la Maestría y Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Materiales e Ingeniería en Materiales (Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)/CNEA).
- \* II Encuentro del Grupo Latinoamericano de Emisión Acústica.
- Celebración, el 27 de octubre, de la tradicional jornada anual denominada "CAC-Puertas Abiertas a la Comunidad", destinada a la divulgación de la actividad nuclear y, específicamente, a la que desarrolla el CAC, en cuyo marco se efectuaron visitas guiadas a diversas instalaciones del Centro.
- Realización de un Concurso Literario de Poesía.
- Publicación de un folleto institucional sobre el CAC, destinado al público en general.

#### **Actividades desarrolladas por el Centro Atómico Ezeiza (CAE)**

- Realización de visitas de establecimientos educativos secundarios y universidades a instalaciones del CAE y concurrencia de profesionales del Centro Atómico a instituciones educativas, para participar en jornadas de orientación vocacional y laboratorios de ciencias.
- Organización de los siguientes eventos, realizados en instalaciones del CAC:
  - \* Ceremonias de Apertura y de Colación de Grados, correspondientes a las Maestrías de Reactores y de Radioquímica, y al Curso de Metodología y Aplicación de Radioisótopos.
  - \* Taller sobre Planificación Regional de Áreas Protegidas, a requerimiento de la Administración de Parques Nacionales. En este Taller participaron organismos de todas las provincias.
  - \* Reunión del Grupo de Trabajo sobre Irradiación de Alimentos del Instituto Argentino de Racionalización (IRAM), en el mes de noviembre.
- Participación en la "2ª Jornada de Vinculación Ciencia-Tecnología-Empresa", llevada a cabo en setiembre, en el Instituto Tecnológico de Chascomús. El tema central fue "Alimentos: transformación de productos del sector agroindustrial y pesquero". Se montó una muestra atendida por 10 especialistas en temáticas vinculadas al desarrollo de la región.
- Elaboración de un video comercial, presentado en el XIIº Congreso Argentino de Biología y Medicina Nuclear y en la 1ª Jornada de Biología y Medicina Nuclear de Países del Mercosur, celebrada en noviembre, referida al lanzamiento comercial del radiofármaco FDG (flúor deoxi glucosa) marcado con flúor 18, producido en el Ciclotrón del CAE.
- Elaboración de gacillas de prensa vinculadas a la utilización de técnicas nucleares para evitar la diseminación postal del Ántrax y la contaminación bacteriana de comidas rápidas.

## CAPÍTULO 8

### EMPRESAS E INSTITUCIONES ASOCIADAS

Ing. Pablo Lacoste  
[lacoste@cnea.gov.ar](mailto:lacoste@cnea.gov.ar)





*Combustibles Nucleares Argentinos S.A.  
(CONUAR S.A.)*

Durante el año 2001, las empresas e instituciones asociadas a la Comisión Nacional de Energía Atómica eran las siguientes:

- *Combustibles Nucleares Argentinos Sociedad Anónima (CONUAR S.A.)*
- *Fábrica Aleaciones Especiales Sociedad Anónima (FAE S.A.)*
- *Investigación Aplicada Sociedad del Estado (INVAP S.E.)*
- *Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería Sociedad del Estado (ENSI S.E.)*
- *DIOXITEK Sociedad Anónima (DIOXITEK S.A.)*
- *Nuclear Mendoza Sociedad del Estado (NUCLEAR MENDOZA S.E.)*  
(Hasta julio de 2001)
- *Polo Tecnológico Constituyentes (PTC)*
- *Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN)*

En agosto de 2001, se estableció una estructura gerencial cuya responsabilidad y acciones están dirigidas a coordinar las políticas en las empresas asociadas a la CNEA y controlar su aplicación, conduciendo la gestión destinada a alcanzar los objetivos de la institución en materia empresaria y a mantener su rol de soporte tecnológico de aquéllas.

Dicha estructura se consolidó como ámbito permanente de transmisión de directivas, consultas e información entre las autoridades de la CNEA y los Directores y Síndicos de las empresas. Se incorporó, además, a sus incumbencias el seguimiento y control económico, financiero y operacional de la actividad de dichas empresas, así como el control patrimonial de los activos de la CNEA explotados, operados y/o cedidos en uso a aquéllas; se sistematizaron, asimismo, las tareas de registro y actualización de la información sobre la vida orgánica de las empresas.

#### *Acciones emprendidas*

Se destacan las siguientes acciones emprendidas en el curso de 2001:

- En el área del ciclo del combustible, se continuó el análisis de la necesidad y conveniencia de la fusión de las empresas FAE S.A. y CONUAR S.A., y se iniciaron las acciones de evaluación para definir el alcance de una futura empresa para la producción de dióxido de uranio.
- En el área agua pesada, se definió como objetivo mantener la operación comercial de la planta industrial sobre la base de los requerimientos reales del mercado nacional y del internacional.
- En el área de radioisótopos, se continuaron los estudios para la transformación de la actividad en sociedad comercial.
- Se reestructuraron los directorios y sindicaturas de las empresas asociadas, con el objeto de optimizar la organización.
- Se promovieron innovaciones tecnológicas desarrolladas en la CNEA y su posible aplicación en las distintas empresas del sector.

#### *Ingresos presupuestarios*

El sector productivo nuclear sobre el que tiene injerencia la CNEA contribuyó con un ingreso de \$4.800.000 en concepto de dividendos por participaciones accionarias, retribución por asistencia tecnológica, servicios a las empresas del sector y alquileres de instalaciones industriales. Esta recaudación representó el 64% del total ingresado en el año a la CNEA en concepto de recursos propios.

### *Contratos de asistencia técnica*

La CNEA comprometió asistencia técnica a las empresas FAE S.A. y CONUAR S.A. por un total de 20.000 horas hombre. Se comenzaron las gestiones con las empresas asociadas DIOXITEK S.A. y ENSI S.E. para acordar un nuevo marco contractual, a fin de intensificar los trabajos de asistencia tecnológica y brindarles colaboración técnica en trabajos a terceros, a través de ENSI.

### *Patentes*

En el transcurso de 2001, se desarrollaron las siguientes actividades en materia de patentes:

- Se atendieron nuevas propuestas de inventos susceptibles de patentamiento, mediante el asesoramiento, búsqueda de antecedentes y evaluación técnica, con las gestiones y los resultados siguientes:
  - \* Se presentaron ante el Instituto Nacional de Propiedad Intelectual (INPI) dos solicitudes de patentes.
  - \* Se amplió la presentación en Brasil de la solicitud de patente del Proyecto "SIGMA", en el marco del tratado Internacional PCT, a fin de presentarla en otros países.
  - \* Fue concedida una patente sobre un procedimiento para inmovilizar residuos de pilas eléctricas.
  - \* Se realizaron las gestiones necesarias para el seguimiento de las solicitudes en trámite y para mantener vigentes las patentes de interés para la institución. Actualmente hay 22 solicitudes de patente en trámite en el INPI, otras dos en Brasil y una en Canadá, en Rumania, en República de Corea y en China, respectivamente.
- Se continuó la difusión pública de las patentes de la CNEA, a fin de darlas a conocer a la comunidad y a empresas potencialmente interesadas.
- En los Centros Atómico Ezeiza y Constituyentes se fabricaron los primeros detectores de radiación adquiridos por Nucleoeléctrica Argentina S.A., de acuerdo con una patente en trámite.



*Fábrica de aleaciones especiales S.A.  
(FAE S.A.)*

### *Cantidad de patentes y modelos de utilidad, solicitados y concedidos, durante 2001*

<i>PATENTES</i>	<i>PRESENTADAS</i>	<i>EN TRÁMITE</i>	<i>CONCEDIDAS</i>
EN LA ARGENTINA	2	22	1
EN EL EXTRANJERO	1	6	0
	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>1</b>

## **ACTIVIDAD DE LAS EMPRESAS E INSTITUCIONES ASOCIADAS**

### *CONUAR S.A.*

- La empresa CONUAR S.A. continuó con el suministro de elementos combustibles a la empresa Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima (NASA), operadora de las dos centrales nucleares argentinas. Se fabricaron 151 elementos combustibles de uranio levemente enriquecido (ULE) para a la Central Nuclear Atucha I y 5632 elementos combustibles de uranio natural, para la Central Nuclear Embalse.
- A fin de 2001, se suscribió un contrato con la NASA para la provisión de elementos combustibles para las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse hasta el año 2008.



Planta Industrial  
de Agua Pesada. ENSI S.E.

#### FAE S.A.

- La empresa FAE S.A. produjo 116.716 metros de vainas para tubos de zircaloy (aleación basada en circonio), destinadas a la fabricación de elementos combustibles para las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse. El sector fundición produjo 1171 kilogramos de lingotes de zircaloy. Con posterioridad, éstos fueron forjados para la obtención de barras y maquinados en rodajas para la fabricación de separadores de elementos combustibles para Atucha I.
- FAE S.A. fabricó 220 kilómetros de tubos de acero inoxidable sin costura, destinados a los mercados de la Argentina y el Brasil, y 342 kilómetros de tubos con costura para el mercado argentino.

#### INVAP S.E.

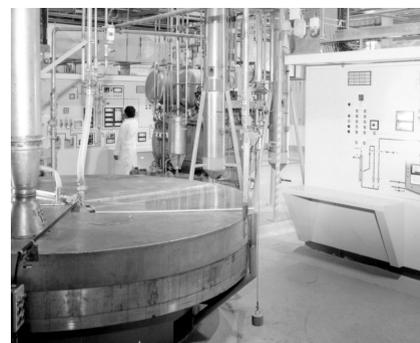
- La empresa INVAP S.E. avanzó con los trabajos correspondientes al contrato vigente con la Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nuclear (*Australian Nuclear Science and Technology Organization* - ANSTO) para la ingeniería, la construcción y la puesta en marcha de un reactor de 20 MW de potencia, para investigación y producción de radioisótopos.
- Los trabajos realizados en el área satelital constituyeron otra actividad de gran importancia. Se destaca la recepción y el manejo de datos recibidos del satélite argentino SAC-C, lanzado al espacio en noviembre de 2000 desde la Base Vandenberg de la NASA, en California, EEUU. Este satélite pertenece a la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y parte de su diseño y construcción fue realizado por INVAP, en carácter de contratista principal. Lleva a bordo instrumentos desarrollados y construidos por la misma empresa, junto a otros de diverso origen. Se verificó que todo ese instrumental se comporta correctamente en servicio.
- En el área de equipos para medicina nuclear, interactuó con la CNEA, a fin de optimizar la oferta de fuentes selladas para uso médico.

#### ENSI S.E.

- Producción de agua pesada
  - \* Durante 2001, no produjo agua pesada en la Planta Industrial de la empresa por falta de demanda, tanto local como internacional. Consecuentemente, la Planta se mantuvo en parada con mantenimiento y se aprovechó para realizar tareas de optimización en diversas unidades de las instalaciones.
  - \* Se gestionó financiamiento para operar la Planta Industrial y producir un *stock* de 200 toneladas de agua pesada en un periodo de dos años y medio, con el fin de abastecer las necesidades de reposición de las centrales nucleares argentinas y cubrir requerimientos del mercado internacional.
  - \* Con relación al mercado internacional, ENSI presentó cotizaciones a distintos países –Tailandia, Canadá, Corea del Sur, Francia y Alemania– y a la empresa INVAP, para el reactor vendido a ANSTO de Australia. Se trata de cantidades menores, pero que suman una cifra significativa. Además, se enviaron 1,5 toneladas de agua pesada a Noruega, en el marco del acuerdo de cooperación entre la CNEA y el Instituto para la Energía (Institut for Energiteknikk-IFE) del Reino de Noruega.
- Obras y Servicios
  - \* A pesar de las restricciones del mercado, ENSI incrementó el nivel de facturación en un 24 %. La actividad desarrollada se concentró fundamentalmente en los rubros gas y petróleo. En este último rubro, se destaca el importante contrato por 3 años firmado con la empresa Pluspetrol S.A. Además, se consolidó un sostenido crecimiento en los servicios de análisis de laboratorio que ENSI presta a las empresas de la zona del Neuquén.

**DIOXITEK S.A.**

- En 2001, la planta industrial de DIOXITEK produjo 118 toneladas de uranio en forma de polvo de dióxido de uranio natural, que cubrió la demanda de CONUAR S.A., cumpliendo en todas las entregas con las especificaciones y requerimientos de calidad exigidos al producto.
- Concretó, además, la mayor parte del proyecto de optimización del tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos, lo que permitirá adaptar la instalación a las nuevas normativas vigentes en la provincia de Córdoba.
- El informe de calificación de los procesos de precipitación, conversión y homogeneización del polvo de dióxido de uranio natural, emitido por un "Comité de Calificación de Procesos" de la CNEA, resultó favorable.
- Con respecto al proyecto de relocalización de la planta industrial, actualmente ubicada en la ciudad de Córdoba, se conformó una Comisión Técnica a fin de realizar un estudio sobre su futuro lugar de emplazamiento. Como resultado de dicha investigación, el Complejo Minero Fabril San Rafael aparece como uno de los lugares más ventajosos, en atención a lo cual se ha iniciado el estudio de impacto ambiental correspondiente a esa localización.



*Detalle de mezclador  
y tablero de control, DIOXITEK.*

**NUCLEAR MENDOZA S. E.**

- En julio de 2001 se rescindió, de común acuerdo, el convenio vigente con Nuclear Mendoza S.E., dejando sin efecto la participación de la CNEA en los órganos de administración y fiscalización de la sociedad.

**POLO TECNOLÓGICO CONSTITUYENTES (PTC)**

A pesar de las dificultades económicas del país, que repercutieron en las actividades de la Sociedad de Gestión PTC, se pueden señalar una serie de logros:

- Apoyo y asistencia al desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas (PyME), emprendedores y especialistas en transferencia de tecnología: dictado de cursos de desarrollo empresarial y sobre transferencia de tecnología (organizados en forma conjunta con el Instituto de Empresarios Bonaerenses y el Programa de Intercambio Científico-Tecnológico del Gobierno Italiano). Realización de tareas de asistencia a empresas por la consultora PyME del PTC. Ejecución de un estudio sobre la optimización de mecanismos de transferencia de tecnología, en colaboración con la Secretaría para las Pequeñas y Medianas Industrias del gobierno nacional.
- Incubadora de empresas de base tecnológica: en 2001, el PTC cumplió su segundo año de funcionamiento albergando 5 empresas: Titantec (tecnología del titanio), Tecnología del Color (pigmentos para la industria del plástico), Cordillera (fermentación), Tecnomegnyer (química fina) y Ili Technology (desarrollo de equipamiento e inspección de ductos). De este modo, ganó experiencia en la selección de empresas y en la gestión de la incubadora.
- Desarrollo del Parque Tecnológico San Martín: gestión de un predio del Instituto Geográfico Militar para el emplazamiento de un parque de industrias farmacéuticas nacionales, que generaría unos 400 puestos de trabajo.
- Formación tecnológica de recursos humanos: dictado de cursos "a medida" sobre soldadura y emergencias químicas. Capacitación sobre diseño y mecanizado numérico, en el Centro de Formación Tecnológica.

En la relación CNEA-PTC, se destacaron las acciones para posicionar al PTC como Unidad de Vinculación Tecnológica de aquella, en particular:



*Escuela de Medicina Nuclear.  
Mendoza.*

- Exportación de cámaras de fisión construidas en el Centro Atómico Constituyentes, para el FPC del Massachusetts Institute of Technology de los Estados Unidos.
- Estudios de *marketing* y factibilidad empresarial en el área de radioisótopos para el Centro Atómico Ezeiza.

### **FUESMEN**

Las principales actividades desarrolladas en 2001 por la FUESMEN, en el Hospital Escuela de Medicina Nuclear de la ciudad de Mendoza, fueron:

- Asistenciales
  - \* En clínica: estudios de diagnóstico para estadificación, seguimiento y reestadificación del cáncer.
  - \* En cardiología: determinación de viabilidad miocárdica para evaluar necesidad de revascularización, trasplante cardíaco o tratamiento médico.
  - \* En neuropsiquiatría: diagnóstico temprano de demencias y de epilepsias.
  
- De investigación
  - \* Evaluación de respuesta metabólica de drogas antipsicóticas en fase III.
  - \* Alteraciones metabólicas en síndrome de estrés postraumático.
  - \* Evaluación del  $^{18}\text{F}$  y su molécula marcada 2-flúor-2-desoxiglucosa (FDG) en infección e inflamación.
  - \* Estadificación con PET-FDG - $^{18}\text{F}$ - en cáncer de cuello uterino.
  - \* Utilización del PET-FDG para la evaluación de síndrome de estrés postraumático en veteranos de la Guerra del Atlántico Sur (Malvinas).
  - \* Desarrollo y validación del método de electroforesis capilar para control de calidad de FDG y otras aplicaciones.
  - \* Ejecución del proyecto de cooperación con el Organismo Internacional de Energía Atómica ARG/6/009 "Optimización del tratamiento radiante del cáncer de cervix uterino".
  
- De docencia y formación de recursos humanos
  - \* Dictado de cursos en la Asociación Psiquiátrica Argentina, la Sociedad Argentina de Radiología, la Sociedad Argentina de Cancerología y la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Cuyo.
  - \* Dictado de materias en el Instituto Balseiro.

# CAPÍTULO 9

## BALANCE GENERAL

Dr. Miguel Mazzei  
[mmazzei@cnea.gov.ar](mailto:mmazzei@cnea.gov.ar)



**BALANCE AL 31 DE DICIEMBRE DE 2001**  
**Comparación con el Ejercicio 2000**

	EJERCICIO FINALIZADO EL	
	31-12-01	31-12-00
<b>ACTIVO</b>		
<b>Activo Corriente</b>		
Disponibilidades	1.945.016,59	2.586.953,65
Créditos (1)	141.885.489,15	110.387.258,81
Bienes de Cambio	13.768.959,14	15.889.038,00
Bienes de Consumo	359.154,78	396.680,28
<b>Total del Activo Corriente</b>	<b>157.948.619,86</b>	<b>129.259.930,74</b>
<b>Activo No Corriente</b>		
Inversiones Financieras (2)	19.930.135,80	19.930.135,80
Bienes de Uso	403.679.684,32	405.283.472,33
Bienes Inmateriales	16.757,30	77.786,96
<b>Total del Activo No Corriente</b>	<b>423.626.577,42</b>	<b>425.291.395,09</b>
<b>Total del Activo</b>	<b>581.575.197,28</b>	<b>554.551.325,83</b>
<b>PASIVO</b>		
<b>Pasivo Corriente</b>		
Deudas	13.153.858,67	9.393.206,92
Previsiones	88.657,48	660.094,42
Fondos de Terceros y en Garantía	359.717,50	448.436,43
<b>Total del Pasivo Corriente</b>	<b>13.602.233,65</b>	<b>10.501.737,77</b>
<b>Pasivo No Corriente</b>		
Pasivo Diferido a Largo Plazo	972.000,00	1.215.000,00
<b>Total del Pasivo No Corriente</b>	<b>972.000,00</b>	<b>1.215.000,00</b>
<b>Total del Pasivo</b>	<b>14.574.233,65</b>	<b>11.716.737,77</b>
<b>PATRIMONIO</b>		
<b>Patrimonio Institucional</b>		
Capital Institucional	60.744.906,45	60.744.906,45
Transferencias y Contribuciones de Capital Recibidas	12.158.297,21	11.740.994,37
Resultado de la Cuenta Corriente	391.404.647,49	378.992.348,62
Variaciones Patrimoniales de los Organismos Descentralizados	102.693.112,48	91.356.338,62
<b>Total del Patrimonio Neto</b>	<b>567.000.963,63</b>	<b>542.834.388,06</b>
<b>Total del Pasivo y Patrimonio</b>	<b>581.575.197,28</b>	<b>554.551.325,83</b>

**ESTADOS DE RECURSOS Y GASTOS CORRIENTES**  
**AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2001- Comparación con el Ejercicio 2000**

	EJERCICIO FINALIZADO EL	
	31-12-01	31-12-00
<b>RECURSOS</b>		
<i>Ingresos Corrientes</i>		
Ingresos No Tributarios (3)	30.900.791,66	31.128.672,27
Venta de Bienes y Servicios	5.512.288,92	2.386.660,08
Rentas de la Propiedad (4)	3.493.219,62	3.613.100,00
Transferencias Recibidas		573.588,61
Contribuciones Recibidas (5)	63.692.685,91	63.687.720,20
<b>Total de Recursos</b>	<b>103.598.986,11</b>	<b>101.389.741,16</b>
<b>GASTOS</b>		
<i>Gastos Corrientes</i>		
Gastos de Consumo (6)	83.926.080,92	90.919.475,73
Rentas de la Propiedad	4.946,28	1.648,76
Transferencias Otorgadas (7)	4.406.139,00	3.687.245,80
Contribuciones Otorgadas (8)	286.532,10	525.210,89
Otras Pérdidas	41.181,80	418.439,97
<b>Total de Gastos</b>	<b>86.664.880,10</b>	<b>95.552.021,15</b>
<b>CUENTAS DE CIERRE</b>		
<i>Resumen de Ingresos y Gastos</i>		
Ahorro de Gestión	14.934.106,01	5.837.720,01
<b>Total</b>	<b>14.934.106,01</b>	<b>5.837.720,01</b>

**COMPOSICIÓN Y ACLARACIONES SOBRE RUBROS**  
**DE LOS ESTADOS CONTABLES AL 31 DE DICIEMBRE DE 2001**  
**Comparación con el Ejercicio 2000**

1) CRÉDITOS	2001	2000
Cuentas a Cobrar	99.403.316,57	67.748.537,17
Crédito Fiscal IVA	42.482.172,57	42.638.721,64
<b>Total</b>	<b>141.885.489,14</b>	<b>110.387.258,81</b>

En cuentas a cobrar al cierre del ejercicio 2001, \$ 88.647.061,70 corresponden a la deuda que Nucleoeléctrica Argentina SA (NASA) mantiene con el organismo, en concepto del canon facturado en los últimos tres años de acuerdo con lo establecido en el artículo 14 del Decreto 1540/94. Del saldo del crédito fiscal del ejercicio 2001, \$ 16.616.061,47 corresponden al saldo técnico y \$ 25.866.111,10 al saldo disponible.

2) INVERSIONES FINANCIERAS	2001	2000
Acciones y Aportes de Capital	19.930.135,80	19.930.135,80
<b>Total</b>	<b>19.930.135,80</b>	<b>19.930.135,80</b>

La participación accionaria y de capital en las empresas asociadas es la siguiente:

<b>CONUAR S.A.</b>	33,33 %	1.433.190,00
<b>FAE S.A.</b>	32,00 %	1.467.200,00
<b>DIOXITEK S.A.</b>	99,00 %	12.125.718,00
<b>ENSI S.E.</b>	49,00 %	4.904.027,80

<b>3) INGRESOS NO TRIBUTARIOS</b>	<b>2001</b>	<b>2000</b>
Derechos	30.243.000,00	30.243.000,00
Otros No Tributarios	657.791,66	885.672,27
<b>Total</b>	<b>30.900.791,66</b>	<b>31.128.672,27</b>

Los derechos se corresponden con la facturación anual del canon a la NASA y a ENSI S.E. Con relación a otros recursos no tributarios, éstos se refieren a los alquileres cobrados a las empresas CONUAR S.A., FAE S.A., DIOXITEK SA e INVAP S.E.

<b>4) RENTAS DE LA PROPIEDAD</b>	<b>2001</b>	<b>2000</b>
Dividendos	3.488.219,62	3.613.100,00
Arrendamiento tierras y terrenos	5.000,00	
<b>Total</b>	<b>3.493.219,62</b>	<b>3.613.100,00</b>

Los dividendos cobrados en el curso del ejercicio 2001 son los siguientes:

<b>CONUAR S.A.</b>	2.299.977,00
<b>FAE S.A.</b>	320.000,00
<b>DIOXITEK S.A.</b>	868.262,62

<b>5) CONTRIBUCIONES RECIBIDAS</b>	<b>2001</b>	<b>2000</b>
Contribuciones de la Administración Central	63.399.364,91	63.687.720,20
Contribuciones de los Organismos Descentralizados	293.321,00	
<b>Total</b>	<b>63.692.685,91</b>	<b>63.687.720,20</b>

En contribuciones de la Administración Central se registran los importes correspondientes al Aporte del Tesoro – Fuente 11 para gastos corrientes. En contribuciones de los organismos descentralizados se registran los importes facturados a la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN).

<b>6) GASTOS DE CONSUMO</b>	<b>2001</b>	<b>2000</b>
Remuneraciones	54.434.277,53	60.501.277,84
Bienes y Servicios	13.464.572,30	14.780.590,91
Impuestos Indirectos	595.406,94	1.062.220,02
Amortizaciones	15.431.824,15	14.575.386,96
<b>Total</b>	<b>83.926.080,92</b>	<b>90.919.475,73</b>

<b>7) TRANSFERENCIAS OTORGADAS</b>	<b>2001</b>	<b>2000</b>
Transferencias al Sector Privado	4.041.299,00	3.463.148,80
Transferencias Corrientes al Sector Público	278.440,00	40.000,00
Transferencias al Sector Externo	86.400,00	184.097,00
<b>Total</b>	<b>4.406.139,00</b>	<b>3.687.245,80</b>

En el ejercicio 2001, en transferencias al sector privado se registraron: a) becas por valor de \$2.917.779,00 y b) aportes a la Fundación Universidad Nacional de Cuyo (Proyecto Pierre Auger), \$1.123.520,00.

En el mismo ejercicio 2001, en transferencias al sector público, se registraron los aportes a la Universidad Nacional del Centro (Proyecto Plasma) y en transferencias al sector externo se registró el aporte al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

<b>8) CONTRIBUCIONES OTORGADAS</b>	<b>2001</b>	<b>2000</b>
Contribuciones a la Administración Central	19.341,00	172.564,00
Contribuciones a Organismos Descentralizados (ARN)	267.191,10	352.646,89
<b>Total</b>	<b>286.532,10</b>	<b>525.210,89</b>

En contribuciones a la Administración Central se registraron pagos a favor de la Tesorería General de la Nación. En contribuciones a organismos descentralizados (ARN) se registraron, fundamentalmente, los pagos en concepto de tasas por licenciamientos efectuados por ese organismo.





**CNEA**

Sede Central: Av. del Libertador 8250  
C1429BNP Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
Teléfono (conmutador): 54-11 4704-1000  
<http://www.cnea.gov.ar>  
E-mail: [rrppsede@cnea.gov.ar](mailto:rrppsede@cnea.gov.ar)