

Comisión
Nacional
de Energía
Atómica

Memoria
anual 1985

República Argentina



Comisión Nacional de Energía Atómica

Memoria anual 1985

| | |
|--|----|
| PROLOGO | 3 |
| CENTRALES NUCLEARES | 5 |
| SUMINISTROS A CENTRALES NUCLEARES | 9 |
| RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES | 15 |
| PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD NUCLEAR | 21 |
| INVESTIGACION Y DESARROLLO | 27 |
| INFRAESTRUCTURA Y ASPECTOS GENERALES | 47 |

SIGLAS USADAS EN ESTA MEMORIA

| | |
|------------|---|
| CNEA | - Comisión Nacional de Energía Atómica |
| CAB | - Centro Atómico Bariloche |
| CAC | - Centro Atómico Constituyentes |
| CAE | - Centro Atómico Ezeiza |
| CALIN | - Consejo Asesor en Licenciamiento de Instalaciones Nucleares |
| CFC | - Complejo Fabril Córdoba |
| CITEFA | - Centro de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas |
| CNA I | - Central Nuclear Atucha I |
| CNA II | - Central Nuclear Atucha II |
| CNE | - Central Nuclear Embalse |
| CONICET | - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas |
| CONUAR | - Combustibles Nucleares Argentinos S.A. |
| ECBE | - Elementos Combustibles de Bajo Enriquecimiento |
| ENACE S.A. | - Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas Sociedad Anónima |
| FAE | - Fábrica de Aleaciones Especiales |
| FECN | - Fábrica de Elementos Combustibles Nucleares |
| INVAP S.E. | - Investigación Aplicada Sociedad del Estado |
| IPEN | - Instituto Peruano de Energía Nuclear |
| IRAM | - Instituto Argentino de Racionalización de Materiales |
| ITBA | - Instituto Tecnológico de Buenos Aires |
| LPR | - Laboratorio de Procesos Radioquímicos |
| OIEA | - Organismo Internacional de Energía Atómica |
| PHWR | - Reactor de Agua Pesada Presurizada |
| PPFAE | - Planta Piloto Fábrica de Aleaciones Especiales |
| PPFECN | - Planta Piloto Fábrica de Elementos Combustibles Nucleares |
| SUCOEM | - Suministro de Combustible Tipo Embalse |

SEDE CENTRAL:

Comisión Nacional de Energía Atómica
Avda. Libertador 8250
1429 - Buenos Aires
Argentina

PROLOGO

El año 1985 - durante el cual la CNEA celebró el 35 aniversario de su creación - estuvo signado por múltiples dificultades de orden económico-financiero que, empero, pudieron ser superadas merced a una ajustada cuantificación de los recursos otorgados por el presupuesto nacional. De ese modo se logró continuar con los distintos proyectos y actividades de la Institución, como también reactivar, durante el segundo semestre y luego de correspondientes renegociaciones contractuales con las empresas contratistas, las grandes obras, principalmente la de la Central Nuclear Atucha II y de la Planta Industrial de Agua Pesada, que se habían visto seriamente afectadas por las dificultades ya señaladas.

Siempre dentro de la tónica de mantener el nivel científico técnico que caracterizó a la CNEA a lo largo de su existencia, el énfasis correspondió este año a las aplicaciones de los subproductos nucleares, tema en el que cabe destacar el comienzo de la ingeniería conceptual para el futuro Centro de Producción de Radioisótopos Córdoba (CEPRACO), en un esfuerzo por ampliar el aporte de estos subproductos a la salud y el bienestar de la población. También se acentuó, comparativamente, el avance en temas del ciclo de combustible nuclear, con miras a alcanzar la total autosuficiencia en sus diversas etapas. Merece además especial mención la iniciación de las primeras experiencias con haces de iones pesados en el acelerador TANDAR - puesto en funcionamiento en 1984 - abriendo así nuevos caminos a la investigación en física nuclear teórica y experimental.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ACTIVIDADES

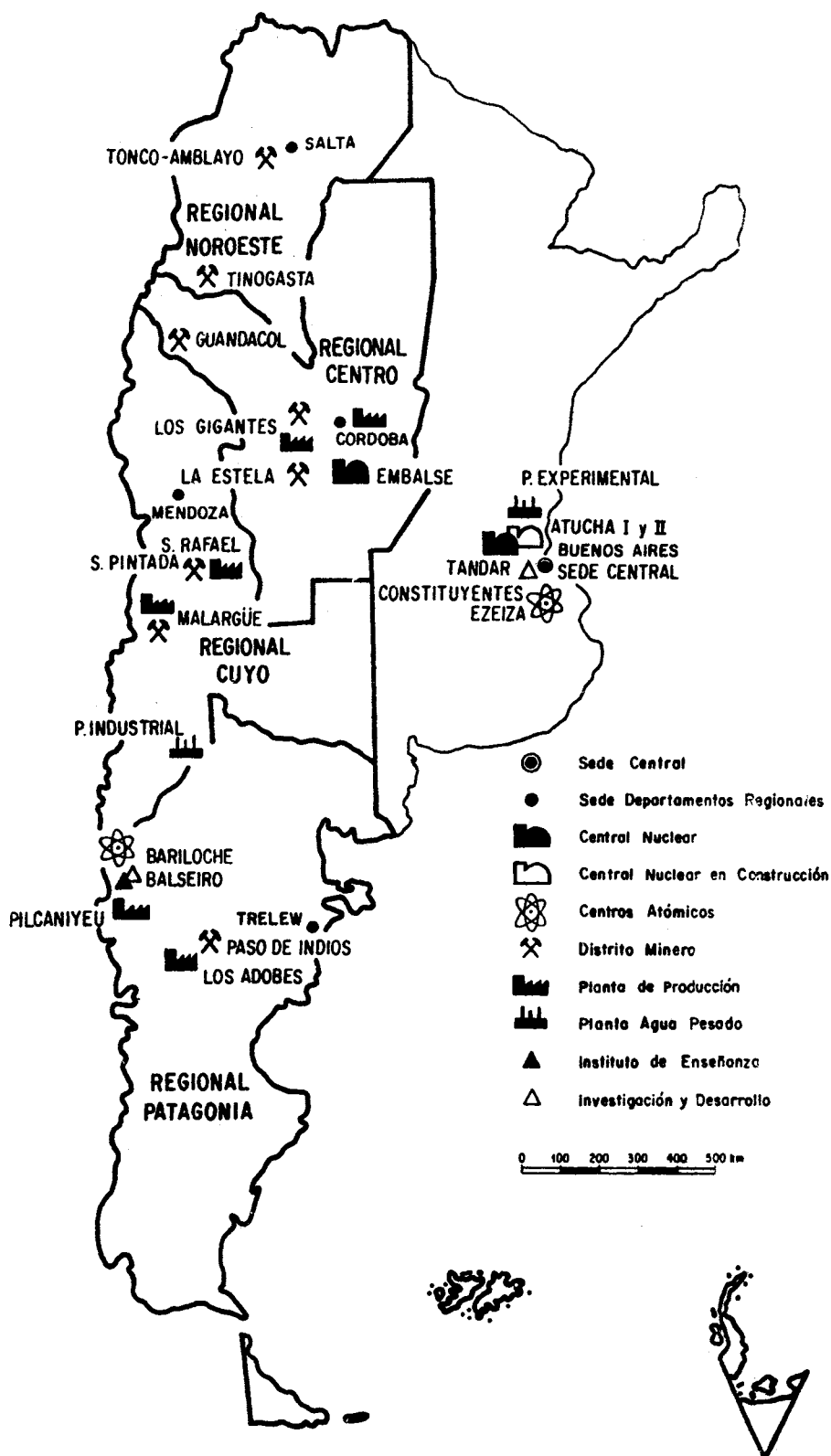


GRAFICO 1

CENTRALES NUCLEARES

Desde su iniciación a mediados de la década de 1960, este programa persigue el objetivo de contribuir a satisfacer las necesidades energéticas del país a mediano y largo plazo mediante la instalación de centrales nucleoelectricas con una creciente participación de la ciencia, la tecnología y la industria argentina, como así también el de asegurar el suministro de electricidad al Sistema Interconectado Nacional a través de la operación comercial de las dos centrales nucleares ya instaladas que, al igual que una tercera actualmente en construcción, basadas en reactores nucleares alimentados con uranio natural, moderados y refrigerados por agua pesada.

En los párrafos siguientes se reseñan los principales avances registrados durante el año.

CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I (CNA I)

Potencia eléctrica neta: 335 MW.
Tipo de reactor: PHWR con recipiente de presión.

El décimo primer aniversario de operación comercial de esta primera central nucleoelectrica argentina, siendo de destacada eficiencia operativa y excelente disponibilidad, la ubican entre las mejores del mundo al poder ostentar nuevamente un factor de disponibilidad 91,34%, llevando así el valor promedio de disponibilidad al 78,57%. Durante el año se utilizaron 250 elementos combustibles registrándose

se un grado de quemado promedio de extracción de los elementos combustibles de 6.430 MWd/tU, produciéndose una pérdida de agua pesada de 1.320 kg.

La energía entregada por la central al sistema eléctrico fue de solamente 1.470.451 MWh, con un factor de carga del 50,11% debido a limitaciones impuestas por el Despacho Nacional de Cargas.

CENTRAL NUCLEAR EMBALSE (CNE)

Potencia eléctrica neta: 600 MW
Tipo de reactor: PHWR con tubos de presión (CANDU)

La Central se conectó al sistema interconectado nacional el 17 de enero, como consecuencia de una falla en la excitación del generador principal, ocurrida durante la operación de arranque de la central, al finalizar la parada programada del año 1984, llevada a cabo entre octubre y diciembre.

Durante el primer semestre se operó con restricciones como consecuencia de un exceso de hidráulicidad en el sistema.

Durante el segundo semestre se alcanzaron factores de carga crecientes, como consecuencia de una mayor demanda del Despacho Nacional de Cargas, alcanzándose para diciembre un factor de carga neta de 97,59%.

En el período se realizaron operaciones a 80% y 100%, de plena potencia, con ciclos de fin de semana al 60%. Esto permitió completar los estudios que determinaron la posibilidad de tal tipo de ciclado de potencia. El mismo abarcó aspectos que hacen al comportamiento del combustible y los sistemas, durante tales tipos de variaciones de potencia.

Este resultado permitirá optimizar el despacho de la central, por parte del Despacho Nacional de Cargas.

Como consecuencia de la baja producción de los sistemas hidráulicos nacionales así como por razones de conveniencia operativa se decidió la postergación de la parada programada para final del primer cuatrimestre de 1986, originalmente prevista para octubre de 1985.

Las reducciones del crédito presupuestario así como la tardía aprobación del mismo, dificultaron significativamente el abastecimiento de repuestos y consumibles para la central, especialmente para el caso de elementos importados a raíz de las dificultades para la colocación de las cartas de crédito correspondientes. Lo indicado ha producido un importante impacto en los stocks, lo que en algunos casos se encuentran debajo del mínimo establecido, lo que podría en el futuro, afectar la disponibilidad de la central.

Se citan algunos valores que destacan la performance de la central durante 1985:

- Pérdidas de agua pesada no recuperable: 1,93 t
- Quemado medio de extracción : 6.953 MWD/t
- Emisiones al medio ambiente inferiores al 2,71% del valor límite autorizado por licencia.
- Producción de energía eléctrica:
Generación bruta: 4.153.220 MWH
Factor de carga Bruto: 73,16%
Factor de disponibilidad: 94,07%
Horas en línea: 8.178 horas

El mes de mayor generación fue diciembre con:

| | |
|-------------------------------|-------------|
| Generación bruta: | 473.660 MWH |
| Factor de carga bruto:(FC) | 98% |
| Factor de disponibilidad:(FD) | 100% |
| Horas en línea: | 744 horas |

Potencia eléctrica neta: 692 MW

Tipo de reactor: PHWR con recipiente de presión.

Durante el año 1985 el avance del proyecto se vio seriamente afectado por las reducciones de crédito y la tardía aprobación del respectivo Presupuesto.

Las construcciones civiles, que al finalizar el año anterior se encontraban semiparalizadas, experimentaron una relativa reactivación durante la primera mitad del año para luego volver a decaer, llegándose a un grado de avance no significativo durante el último cuatrimestre.

Prosiguieron las tareas de ingeniería, si bien afectadas por falta de información de proveedores resultante de la imposibilidad de colocación en término de nuevas órdenes de compra y el estancamiento de las ya colocadas por falta de pagos. Se comenzaron las actividades de ingeniería de cañerías.

Se modificó el cronograma del Proyecto debido a que numerosos contratos de suministros se encontraban paralizados o semiparalizados, sujetos a renovación; esto, sumado a las restricciones presupuestarias existentes, a un flujo de fondos limitado y a los requerimientos energéticos previstos, llevó la fecha de entrada en operación de la central, de junio de 1990 a junio de 1992.

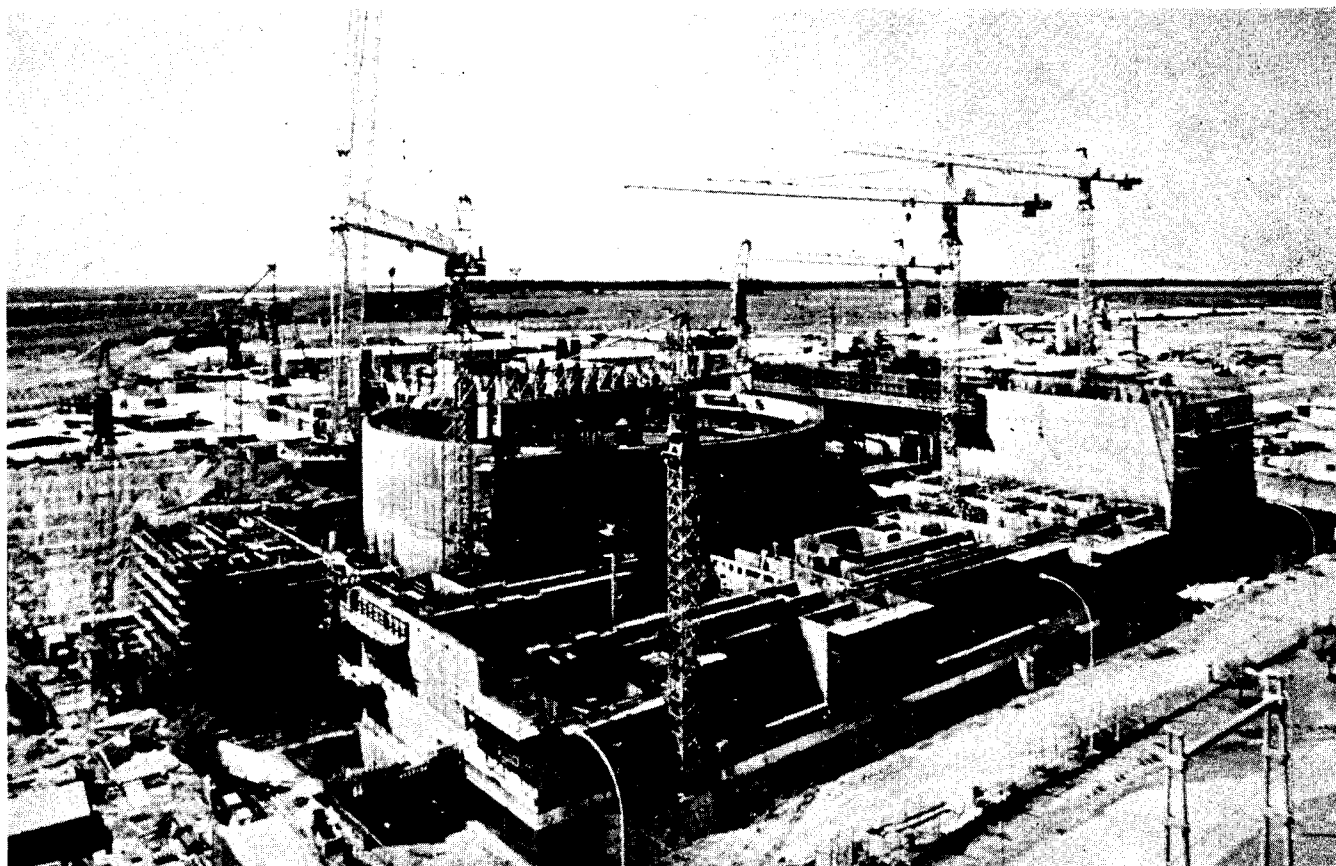
El avance físico total del proyecto a fines de 1985 es de orden del 50%, contra uno del orden del 60% que se programaba hacia fines del año anterior.

CUARTA CENTRAL NUCLEAR ARGENTINA
(En estudio)

Continuando el estudio de emplazamiento y analizando distintos lugares sobre la costa Atlántica, del Paraná y el Noroeste. Se determinó que salvo las dos primeras zonas, en los demás luga-

res es necesario el empleo de torres de enfriamiento.

Se ha comenzado un estudio de pre-ingeniería para la actualización de la ingeniería conceptual y básica de una central de 700 MWe con tubos de presión similar a la CNE, a fin de adaptarla a las nuevas condiciones de licenciamiento y del lugar de emplazamiento.



Vista general de la obra
C.N. Atucha II

SUMINISTROS A CENTRALES NUCLEARES

EXPLORACION Y PRODUCCION DE URANIO

PROSPECCION

Geología del uranio y prospección general

- Mediante imágenes LANDSAT y fotografías, se realizó la interpretación geológico-estructural de 8.500 m² en las áreas de Sa. de San Luis y Córdoba y Cuenca del Chubut.
- Se efectuaron reconocimientos geológico-radimétricos y geoquímicos en 320 km², mediante perfiles con extracción de 360 muestras para estudios petrológicos, mineralógicos y geoquímicos, en trabajos llevados a cabo en las provincias de Tucumán, Catamarca, Jujuy, Córdoba, Mendoza y Chubut y la revisión de 412 anomalías aéreas radimétricas, en las provincias de Córdoba y San Luis.
- En las provincias de Chubut y Mendoza se realizaron 40 sondeos eléctricos verticales con equipos propios de geofísica para investigación del subsuelo en áreas uraníferas.

Prospección detallada

- Se ejecutaron 4.600 m y 190 km² de perfiles geológico-radimétricos y extracción de 113 muestras para estudios petrográfico-mineralógicos y geoquímicos, en las provincias del Chubut y Mendoza.

ESTUDIOS ESPECIALES

Laboratorio Petrográfico-Mineralógico

Se cumplieron 213 estudios petrográficos; 128 estudios mineralógicos; 50 estudios sedimentológicos; 200 cortes delgados; 388 separaciones de minerales; 347 diagramas de Rayos X; 591 análisis de fluorescencia de Rayos X y 511 moliendas de minerales.

Se elaboraron informes de investigaciones en áreas de las provincias del Chubut, Salta, Jujuy, Mendoza, Córdoba y de muestras de la República de Argentina.

Laboratorio Analítico

En la provincia de Mendoza se efectuaron 8.467 determinaciones de uranio, radio, torio, elementos mayoritarios y minoritarios sobre muestras de aguas, aluviones y rocas, como así también 1.512 determinaciones de oligo-elementos en muestras de roca.

EXPLORACION-EVALUACION

Se realizaron 2.149 m de sondeos de exploración con equipos propios, en los yacimientos Aguiliri (Prov. de Jujuy) y Carrizal (Prov. de San Juan), realizándose, asimismo, el control geológico y perfilado de dichos sondeos.

Las restricciones presupuestarias y la tardía asignación de los créditos, han ocasionado una sensible disminución en las tareas de Prospección-Evaluación, a raíz de la paralización de las labores de campaña durante varios meses del año, en los cuales sólo se llevaron a cabo trabajos de gabinete.

COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL - (MENDOZA)

Inició sus tareas de extracción de mineral como estaba previsto por cronograma a partir del mes de marzo. La explotación minera fue normal durante el período, correspondiendo una media mensual de 108.000 m³ de estéril y 10.000 m³ de mineral.

El mineral previamente triturado fue clasificado radimétricamente, según sus tenores de uranio en 3 categorías:

- a. leyes bajas : (inf. a 0,6 o/oo U)
- b. leyes medias: (aprox. 1 o/oo U)
- c. leyes altas : (sup. a 1,4 o/oo U)

El mineral de alta ley (superior a 1,4 o/oo U) fue transportado y procesado en el Complejo Fabril Malargue y las otras dos categorías fueron tratadas en forma independiente en el Complejo Minero Fabril San Rafael.

El procesamiento independiente de estas dos categorías de mineral se debe a la conveniencia de efectuar diferentes ataques ácidos al mineral en las pilas de lixiviación y a la diferencia de tiempo de tratamiento.

Durante el período considerado se cargaron en planchadas de lixiviación 121.846 toneladas de mineral, descargándose a su vez 133.737 toneladas ya procesadas las que se transportaron al dique de efluentes estériles.

La Planta de Concentración, con recuperación de uranio por resina de intercambio iónico produjo 43.794,4 kilogramos de uranio equivalente como concentrado comercial con una pureza superior al 70% de uranio y con impurezas por debajo de los límites admisibles.

A partir de julio, comenzaron a realizarse trabajos en el Area Experimental referentes a diferentes condiciones de lixiviación de mineral, tendiente a conocer su comportamiento con antelación a la producción industrial, como así también ensayos de neutralización de efluentes con distintos reactivos y parámetros con el objeto de optimizar este proceso.

COMPLEJO FABRIL MALARGUE

Este Complejo situado a 190 km al sur de San Rafael procesó en el período 34.695 toneladas de mineral procedentes del Yacimiento Dr. BAULIES obteniendo 41.451,5 kilogramos de uranio equivalente, con recuperación de uranio por la técnica de solventes aminados y con una pureza superior a 72% de uranio.

Por otra parte la planta de ácido sulfúrico, anexa a la instalación de concentración de uranio produjo 7.017 toneladas de ácido comercial (98%) suficientes para abastecer el requerimiento total de la planta de concentración de uranio.

COMPLEJO MINERO - FABRIL LOS GIGANTES - (CORDOBA)

Este complejo está situado en la Provincia de Córdoba a 25 km de la localidad de Tanti.

Procesa mineral del Yacimiento SCHLAGINTWEIT por la técnica de lixiviación en pilas y recuperación de uranio por resina de intercambio iónico. Tanto la explotación minera como la producción de concentrado de uranio es realizada por una empresa privada (SANCHEZ GRANEL, INGENIERIA S.A.) con la que CNEA, contrató el diseño y operación del Complejo, adquiriendo el concentrado producido.

Durante el ejercicio produjo 38.618,4 kilogramos de uranio equivalente.

COMPLEJO MINERO FABRIL LA ESTELA - (SAN LUIS)

Ubicado en la vertiente occidental de la Sierra de Comechingones y próximo a la localidad de Villa Larca.

Este caso también se trata de una explotación por terceros, pero a diferencia del anterior inclusive la mina es de particulares. Los titulares del Yacimiento ofrecieron a la CNEA, hacerse cargo de la explotación de la mina y del procesamiento del mineral, hasta la elaboración de concentrado comercial de uranio.

Siguiendo la política establecida por la CNEA en este aspecto se formalizó el contrato respectivo, iniciando su operación de puesta a punto a fines del presente período.

Comenzó a producir concentrado a partir de noviembre y su producción fue de 2.456 kilogramos de uranio equivalente.

PLANTA DE PRODUCCION DE UO₂

La producción total alcanzó a 108,9 toneladas de UO₂ que representa un 94,7% del objetivo propuesto sobre el presupuesto original y que llega al 121% sobre el presupuesto reducido por economía.

El suministro al usuario (CONUAR S.A.) alcanzó a 80.515 kg de UO₂, proveyendo además 1.528 kg de UO₂ para programas especiales.

En el sector de operaciones se continuó el estudio y aplicación de criterios de optimización de procesos y en sector mantenimiento de planta se cumplieron los programas correctivos y preventivos con resultado satisfactorio.

En lo que se refiere a obras periféricas y de infraestructura quedó completada la red de instalaciones de lucha contra incendio y las redes de distribución interna de gas natural y agua potable, dándose comienzo a las obras de taller de mantenimiento de área controlada, interceptoras de volcamiento accidental de afluentes y torre de absorción de vapores nítricos y nitrosos. El retraso de ejecución de estas obras reconoce como causal restricciones presupuestarias de años anteriores.

Se concretó la adquisición de un equipo de computación para tres estaciones de trabajo basadas en "computador personal" conectados entre sí y uno de ellos con el Centro de Cómputos del C.A.C.

PROYECTO UO₂ - TECNOLOGIA NACIONAL

Se concluyeron los trabajos de optimización de calidad del polvo de

UO₂ quedando a la espera de aprobación por parte del usuario, a concretarse en febrero de 1986.

Está concluida y aprobada la ingeniería de base de la etapa "purificación" y se ha presentado el requerimiento de contratación de la ingeniería de detalle y ejecución de obra.

Fue completado el montaje y puesta a punto del horno prototipo lindberg, brindando satisfactorios resultados en su operatoria y calidad de productos.

FABRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES

FABRICA DE ALEACIONES ESPECIALES (F.A.E.)

La fábrica está ubicada en el C.A.E. y tiene por objeto satisfacer los requerimientos de insumos de zircaloy (una aleación cuyo componente principal es el circonio) para la fabricación de elementos combustibles nucleares. El insumo de zircaloy más importante en cuanto al volumen y complejidad de fabricación está constituido por las vainas de los elementos combustibles.

El proceso de fabricación de los tubos de zircaloy para dichas vainas parte de la esponja de circonio y otros elementos necesarios para obtener el tipo de zircaloy de que se trate según las especificaciones de la respectiva central nuclear. Se comienza con la fabricación del lingote por medio de la compactación de esponja de circonio y de elementos aleantes. Se preparan briquetas, las que soldadas convenientemente, en vacío y con un haz de electrones, se convierten en un electrodo que luego es fundido dos veces, en vacío en un horno de arco con electrodo consumible, dando origen de este modo a un lingote final homogéneo. A continuación se maquina el lingote, eliminando así la capa superficial y se despuntan su cabeza y pie. Así acondicionando, el lingote es forjado y extrudado; estas operaciones se realizan en plantas metalúrgicas nacionales, calificadas para tal propósito.

Luego de la extrusión el tubo reingresa a la planta de tubos de F.A.E., donde debe comenzar su deformación para llevarlo a la dimensiones de la vaina. Sucesivos pasos de laminación transforman el tubo extrudado en un producto intermedio llamado TREX, que es nuevamente laminado y tratado térmicamente hasta alcanzar la dimensión del tubo final.

Antes de su despacho se controla la totalidad de los tubos mediante ultrasonido, verificándose la exactitud de las dimensiones y la ausencia de defectos internos o externos.

De cada lote, se extrae una cierta cantidad de muestras, a las cuales se les efectúan los controles estipulados en el contrato de suministro.

La Planta de Tubos F.A.E. tiene una superficie cubierta de 8.500 m², dividido en tres grandes grupos:

- 1) Fundición. Abarca la etapa esponja-lingote.
- 2) Deformación. Alberga la etapa TREX-vaina.
- 3) Oficinas y Laboratorios.

La producción nominal de la planta es de 430.000 m/año.

El objetivo de la planta Fábrica de Aleaciones Especiales (F.A.E.) es lograr la sustitución total de la importación de tubos de zircaloy de vainas CANDU y ATUCHA.

Se lograron avances sustanciales en el conjunto de tramitaciones conducentes a la privatización de la operación de la planta, previéndose finalizar dichas tramitaciones para mediados de 1986.

FABRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES NUCLEARES

Durante el año se dió total cumplimiento al Cuarto Contrato celebrado con la Comisión Nacional de Energía Atómica para el suministro de 240 elementos combustibles, para la Central Nuclear Atucha I.

A fin de año, en la Central Nuclear Atucha se encontraba en el reactor 106 E.C. de este contrato con un quemado promedio de 3500 Mwd/tU habiéndose extraído E.C. con un quemado promedio de 6000 Mwd/tU.

En breve se suscribirá el Quinto Contrato con la misma finalidad que contempla el suministro de otros 240 E.C. para el próximo año, el que incluye la fabricación de hasta 50 E.C. prototipos, elaborados con uranio enriquecido al 0,85% suministrado por CNEA.

Conforme a las obligaciones asumidas por CONUAR de prestación de servicios a la CNEA en sus actividades de desarrollo de tecnología de combustibles nucleares y componentes afines, se cumplimentó el Segundo Contrato de prestación de servicios de fabricación de E.C. para la Central Nuclear Embalse y se continuó la colaboración bajo los auspicios de un Tercer Contrato de Provisión de Materiales y Servicios de Fabricación.

Asimismo, y luego de acordado el respectivo contrato, se iniciará el suministro de servicio de mantenimiento e instalaciones en el Centro Atómico Constituyentes para la producción piloto de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación, cuyo objeto es completar bajo la Dirección Técnica de CNEA con el aporte de la experiencia y apoyo de CONUAR, las instalaciones, equipamiento, montaje y puesta en marcha de la línea de óxidos (U₃O₈) y la posterior operación y mantenimiento integral de las instalaciones de fabricación de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación y la fabricación de los Elementos Combustibles para un núcleo de cada uno de los reactores RA3 (Argentina), RPO (Perú) y Reactor Argelia.

Igualmente CNEA contrató con CONUAR S.A. la reparación de 35 elementos combustibles de la CNA-I y la construcción de Barras de Control de Reactividad para la Central Nuclear de Embalse.

Asimismo, se ha efectuado diversas contrataciones en curso de adjudicación

para el suministro de repuestos varios a la CNA-I, estando actualmente en construcción una máquina de encapsulamiento de Cobalto 60.

Por último, es de destacar que se hallan muy adelantadas las negociaciones para la constitución de FAE S.A. (Fábrica de Aleaciones Especiales) con una participación de CONUAR S.A. del 68% y del 32% por parte de CNEA. Esta sociedad tendrá por objeto la elaboración de tubos y semiterminados de Zry para la producción de E.C. y la fabricación de aleaciones especiales de alta tecnología.

Por otra parte, paralelamente al aumento de la actividad, CONUAR S.A. ha continuado mejorando su organización en el área de Control de Calidad.

PLANTA INDUSTRIAL DE AGUA PESADA

La Planta está ubicada en Arroyito, provincia de Neuquén, a orillas del río Limay a 50 Km al sudeste de la ciudad de Neuquén. Se logra en el total de la obra un avance acumulado del 84,1%; la obra civil obtuvo un avance que acumulado es del 83,60%. El montaje electromecánico ejecutado por Techint SACI tuvo un avance del 8,25% dando un acumulado del 32,25% este avance corresponde entre otros al izaje de las torres de la Unidad 12 - Enriquecimiento isotópico - ensayos de presión de la unidad 12 - síntesis de amoníaco.

Continuó la construcción de las 68 viviendas del barrio CNEA en Plottier destinado al personal de operaciones.

A partir del mes de octubre comenzó la reactivación de la obra debido a la solución del problema financiero, estimándose alcanzar un ritmo normal a principios de 1986.

RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES

Continuaron las acciones tendientes a la obtención de los objetivos del programa relacionados con la producción y aplicación de radioisótopos y radiaciones ionizantes en todo el país, con el fin de derivar los beneficios de su utilización en las áreas de la salud y la industria acorde con la política mantenida por la CNEA en las mismas.

Se ha conformado una Comisión Mixta CNEA-CAPREMEN (Comisión Nacional de Energía Atómica - Cámara Argentina de Prestadores de Medicina Nuclear) con la participación de usuarios de material radiactivo para uso médico, tanto de Capital Federal como del interior del país con el objeto de lograr una mayor relación entre los usuarios y los sectores de producción, aplicación y comercialización de la Institución.

PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE MATERIALES RADIATIVOS

COMERCIALIZACION DE MATERIAL RADIATIVO

El abastecimiento de material radiactivo en todo el país alcanzó un total de 14.200 envíos lo que representa un volumen similar al año anterior.

En cuanto a la actividad de los compuestos producidos y elaborados, se incrementó en un 69% con respecto al año anterior.

Se han distribuido fuentes para radioterapia fabricadas por la CNEA, con una actividad de 12.000 Curíes.

PLANTA DE PRODUCCION

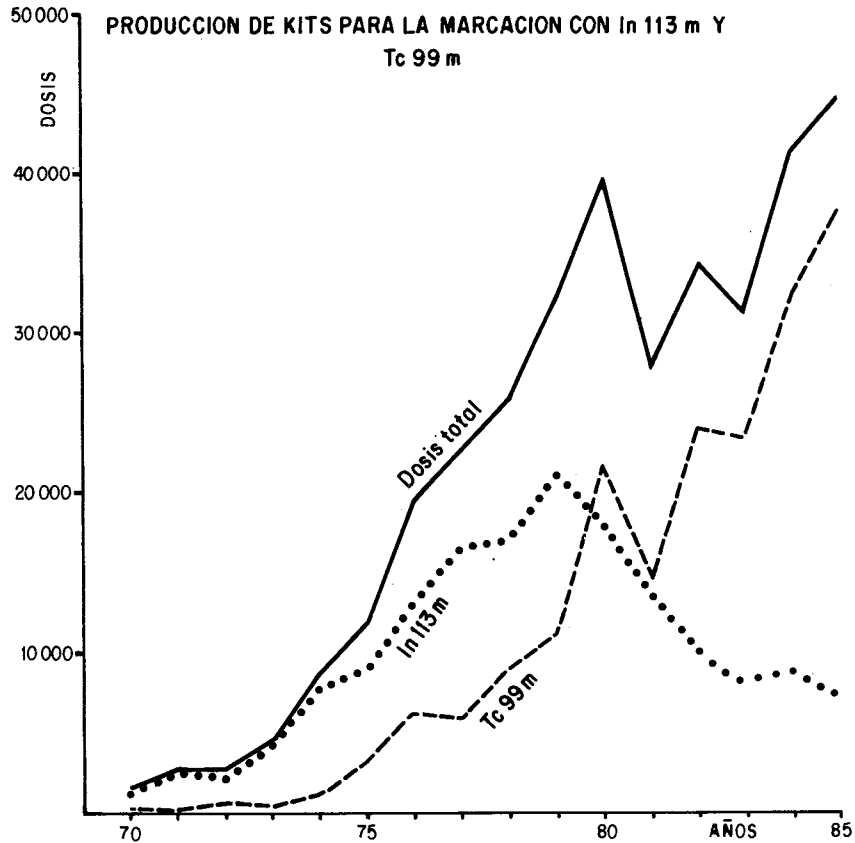
La producción rutinaria de radionucleídos, radiofármacos y productos especiales mantuvo sus niveles para abastecer el mercado usuario. Se produjeron más de 30 productos radiactivos conjuntamente con los juegos de reactivos para la marcación de diversos agentes de diagnóstico con Tc-99m e In-113m.

La producción de juegos de reactivos alcanzó la cifra de 44.770 dosis que equivalen a 3.450 kits. Estas cifras representan un sustancial aumento con respecto a la producción de 1984.

El número de envíos despachados durante el año es de 13.000 y la actividad correspondiente es de 3300 Curíes. Todos los productos radiactivos elaborados o fraccionados por la CNEA han sido sometidos a controles de calidad de acuerdo a especificaciones internacionales.

Cabe destacar que uno de los productos con mayor demanda lo constituyen los generadores de alta actividad específica de Tc-99m para uso médico. En este caso se ha cubierto el 90% de la demanda de este producto que hasta hace poco tiempo se importaba.

Continuaron las tareas relacionadas con el mantenimiento y construcción de equipos y dispositivos para la Planta de Producción así como con el desarrollo de nuevos métodos de producción de radioisótopos. En esta área prosiguió el entrenamiento de becarios en los temas de producción y control de materiales radiactivos.



Ha sido presentado para su consideración, gran parte de la documentación técnica, requerida para el licenciamiento de la Planta de Producción de Radioisótopos.

PROYECTO MOLIBDENO - 99 DE FISION

Durante el año se puso en marcha la instalación para producción de Molibdeno-99 por el método de fisión. Fue necesario completar la documentación necesaria para que el CALIN autorizase el desarrollo del programa de puesta en marcha.

Se llevó a cabo el cronograma de puesta en marcha el cual consistió en cinco procesos con tiempos de irradiación de muestras de uranio enriquecido al 90% (1 gramo cada muestra) de 3, 6, 24 horas y 3 y 5 días. En cada uno de estos procesos se separó Molibdeno-99 con una pureza acorde con los requerimientos internacionales de calidad. En la última irradiación se logró una actividad de 15 curies de Molibdeno-99

con el cual se elaboraron generadores, en la Planta de Producción.

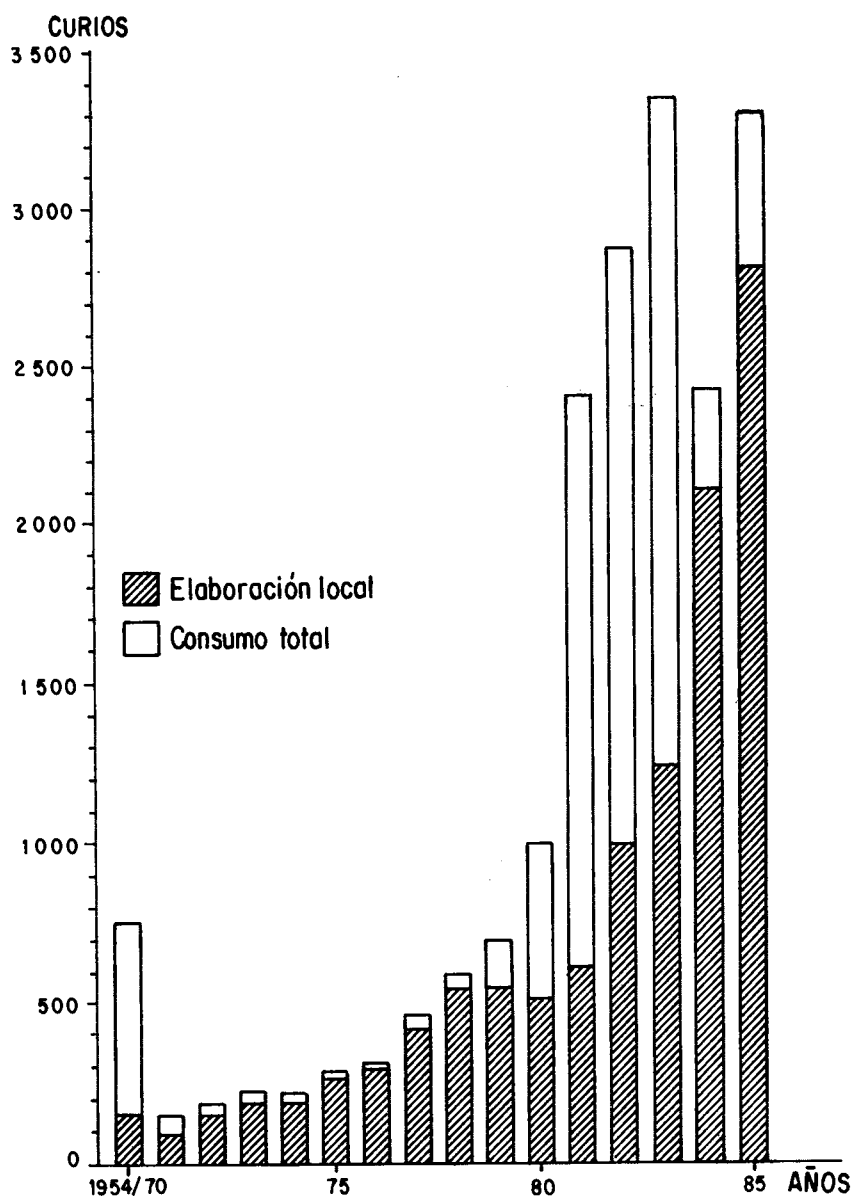
Fue desarrollado un método separativo para purificar Iodo-131 de los restantes productos de fisión. En una próxima etapa se adaptará la celda para separar este radionucleído en el mismo proceso de producción de Molibdeno-99. Se está desarrollando también un método de separación conjunta de Xenon-133 del conjunto de gases de fisión.

Se realizó la licitación de la obra civil para la ampliación de la instalación destinada a la purificación del uranio irradiado. En esta misma obra se incluye la entrada independiente a la instalación de la celda de Cobalto-60.

PROYECTO COBALTO-60

Se completó el desarrollo y la puesta a punto de la fabricación de fuentes selladas para uso industrial, a fin de efectuar la primera carga de Cobalto-60 de origen nacional en la Planta de Irradiación Semi-industria'

CONSUMO Y ELABORACION DE MATERIAL RADIATIVO EN LA REPUBLICA ARGENTINA (EXCLUYENDO FUENTES SELLADAS)



de Ezeiza, estas fuentes son fabricadas con niveles de calidad internacional. Durante el ejercicio se ha efectuado el transporte desde la Central Nuclear de Embalse de 250.000 Ci. de Cobalto-60 y se ha efectuado y aprobado todos los ensayos de calidad del prototipo de fuentes para uso industrial diseñado y construido en el país, programándose la entrega de las primeras fuentes a la Planta para los primeros meses de 1986.

Por otra parte fueron fabricados cuatro (4) fuentes de Cobalto-60 para equipos de radioterapia y se efectuaron servicios de reparación, calibración, transvase, descarga y recarga de fuentes para uso médico e industrial. Se puso a punto un método para la calibración de fuentes industriales en aire.

Durante el presente año se debió haber producido la venta de Cobalto-60

(1.800.000 Ci. a granel y 200.000 Ci. encapsulado) a Canadá, de acuerdo al convenio CNEA-AECL.R.C.C. actualmente en vigencia. Dado que la Central Nuclear Embalse decidió postergar la parada de mantenimiento para los primeros meses de 1986, la operación de extracción del Cobalto-60 ha sido postergada para esa fecha. Se contrató con INVAP S.E. la provisión de dos contenedores con capacidad de hasta 400.000 Curies de Cobalto-60 cada uno.

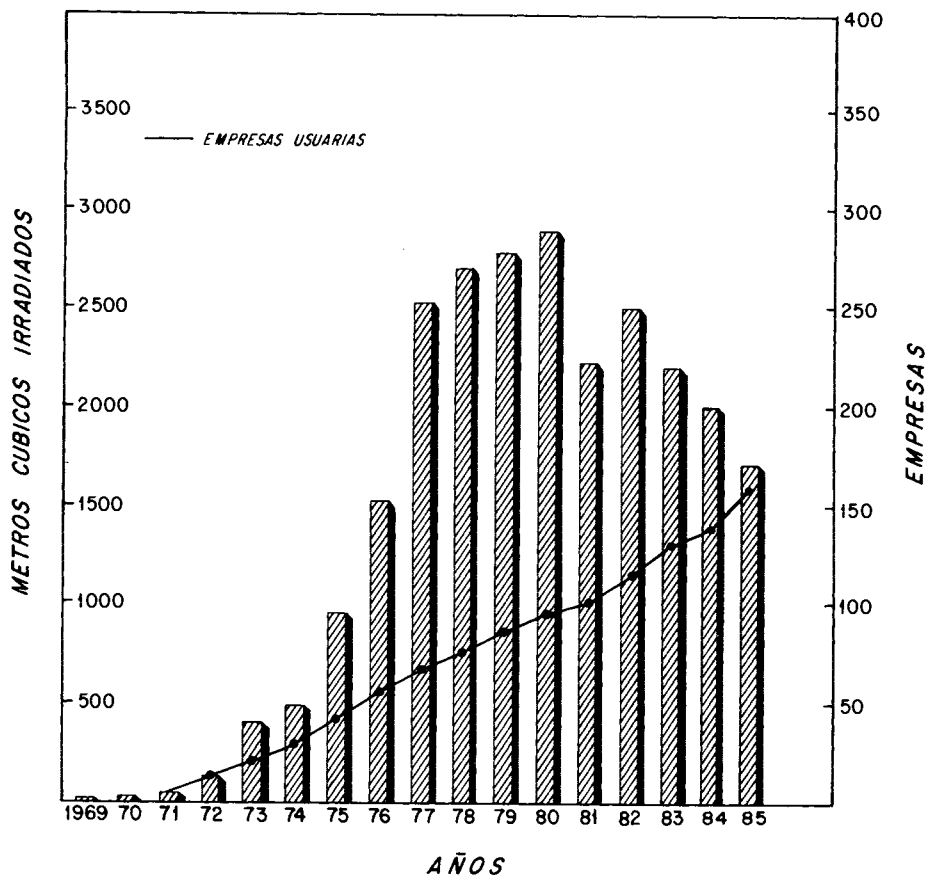
Se repararon y pusieron en operación contenedores blindados con capacidad de hasta 50.000 Curies, y se está gestionando su correspondiente licencia. En el próximo recambio de barras ajustadoras en la Central Nuclear Embalse se incorporarán algunas de fabricación nacional. Los estudios previos para la construcción de estas barras se realizaron en conjunto con varios grupos de CNEA, encargándose por último su construcción a la empresa CONUAR.

APLICACION DE LOS RADIOISOTOPOS Y DE LAS RADIACIONES

Se realizaron convenios para el desarrollo de las aplicaciones de los radioisótopos y las radiaciones con diversas provincias y empresas del país, posibilitando la concreción de importantes iniciativas en unos casos y en otros existen ya tangibles resultados. Mediante estos convenios serán contruidas e instaladas seis (6) unidades de cobaltoterapia en diversos lugares de nuestro país dando cobertura terapéutica particularmente en áreas con carencias asistenciales básicas o en regiones postergadas en este campo.

Se ampliaron las prestaciones de servicios que demandan los usuarios dentro y fuera de CNEA en los campos de la hidrología, ingeniería, geología y metrología radioisotópica.

RADIOESTERILIZACION DE PRODUCTOS MEDICOS
PLANTA DE IRRADIACION C.A.E.
FUENTE 320000 Ci Co60



Se efectuaron numerosos servicios relacionados con la medición de caudal y velocidad en conductos cloacales así como balances de mercurio en plantas de producción de cloro y soda cáustica.

En el campo de la bioquímica nuclear se desarrollaron numerosos trabajos relacionados con el metabolismo del yodo a través de la formación de lípidos yodados tiroideos, como una posibilidad de aplicación de agentes terapéuticos.

Continuó el desarrollo de las aplicaciones agropecuarias, entre ellas debe destacar los estudios sobre fertilización fosfatada de suelos, el metabolismo nitrogenado a través de marcación con P-32, y N-15, así también varios trabajos sobre sanidad y producción animal.

En la planta de irradiación se ha continuado con los servicios de esterilización de material médico alcanzándose los 1.700 m³ de materiales.

Se ha iniciado un servicio de irradiación de productos alimentarios, entre ellos se menciona la irradiación de tres toneladas de especias, cinco toneladas de espinaca disecada para exportación y cinco toneladas de cebolla para prueba de mercado. Efectuáronse varios estudios y ensayos sobre conservación de durazno y uva y así también sobre pescado eviscerado y fileteado.

OTROS PROYECTOS

Durante el año 1985 comenzó la concreción de varios proyectos que se con-

sideran de significativa trascendencia para cumplimentar los objetivos del programa, siendo ellos:

- Celdas para la producción de fuentes selladas de Cobalto-60.
- Reactor productor de radioisótopos primarios.
- Laboratorios para el procesamiento de radioisótopos.
- Ciclotrón para producción de uso médico.

Con respecto al ciclotrón, durante el año se ha efectuado el estudio sobre el emplazamiento del edificio, una evaluación de las distintas máquinas ofrecidas en el mercado y se dió comienzo a la confección de las especificaciones necesarias para efectuar una licitación o selección de la misma. Además se inició la implementación y capacitación del grupo de profesionales y técnicos que operará el proyecto y se realizaron las primeras licitaciones destinadas a dotarlo de la infraestructura necesaria.

Por otra parte con el nombre de Centro de Producción de Radioisótopos Córdoba (CEPRACO) se han agrupado las obras que implican la construcción de las instalaciones requeridas para el proyecto Cobalto-60, el reactor de producción de radioisótopos y los laboratorios para la producción primaria de radioisótopos, que estarán emplazadas en cercanías de la Central Nuclear Embalse.

Se comenzó con el desarrollo de la ingeniería conceptual de las distintas instalaciones, así también los estudios referidos al emplazamiento del Centro.

PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD NUCLEAR

En su caracter de organismo ejecutor de la Autoridad Licenciante, la Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad continuó ejerciendo las funciones relativas al licenciamiento y elaboración de normas de su competencia y complementariamente prosiguió con los programas de protección radiológica y seguridad nuclear, orientado a la protección de las personas y del medio ambiente contra los riesgos originados por las radiaciones.

PROTECCION RADIOLOGICA

En los temas relacionados con la protección del público se cumplieron los programas de monitoreo de radionucleidos en muestras ambientales relacionados con el fallout atmosférico y con el funcionamiento de las distintas instalaciones del ciclo de combustibles nucleares; los nucleidos de interés comprendieron el tritio, estroncio-90, cesio-137, radio-226, iodo-131, y otros productos de fisión y de activación.

Durante el año se continuó efectuando el monitoreo de Carbono-14 en efluentes gaseosos de la CNA I; el análisis de la tasa de emanación de Rn-222 en pilas de mineral agotado en los yacimientos minero fabriles y en el interior de viviendas de distintas zonas del país.

Se gestionaron alrededor de 100 m³ de residuos radioactivos sólidos de baja actividad, 160 tambores de residuos radiactivos sólidos provenientes de la

CNA-I y aproximadamente 200 m³ de residuos radiactivos líquidos de actividades baja e intermedia provenientes de la Planta de Producción de Radioisótopos del C.A.E. y del reactor RA-3.

Con el fin de evaluar el impacto radiológico de la eliminación superficial de residuos radiactivos sólidos de baja y media actividad, se han realizado estudios tendientes a la determinación de la concentración de radionucleidos en el acuífero, la evaluación del término fuente y los estudios destinados a mejorar la información disponible relativa a los parámetros hidrológicos en jurisdicción del C.A.E.

Asimismo, se prosiguió con el estudio de las consecuencias radiológicas de accidentes nucleares, y se inició el análisis de las variables de proceso indicativas de una determinada situación de emergencia. Además, se extendió la aplicación del código de cálculo SEDA FORTRAN, que permite evaluar las consecuencias radiológicas en caso de accidente nuclear, a los reactores de investigación RA-3 y RA-6. Paralelamente, se prestó asesoramiento a la Dirección de Centrales Nucleares en lo referente a la actualización de los planos de emergencia de las CNA-I y CNE, como así también a la realización de los respectivos simulacros de accidente nuclear, con participación activa en los mismos.

En temas relativos a Medicina Radiosanitaria se elaboró el reglamento para la atención médica de personas sobreexpuestas de acuerdo a lo exigido

para el convenio suscripto con el Ministerio de Salud y Acción Social y la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires. Se evaluó la radiosensibilidad cromosómica de primates con altas dosis de radiaciones electromagnéticas, como modelo para sobreexposiciones accidentales extrapolables al hombre. Asimismo se continuó con la puesta a punto de técnicas de bandeado cromosómico tendientes a estudiar el detrimento citogenético producido por translocaciones recíprocas en linfocitos de sangre periférica.

En lo que se refiere a dosimetría radiosanitaria, se logró un compuesto de sulfato de calcio dopado con disprosio de respuesta termoluminiscente similar a los productos comerciales de origen extranjero. También, se confeccionó un documento conteniendo el conjunto de requerimientos que deberán cumplimentar las empresas prestatarias de los servicios de dosimetría externa para ser reconocida por la autoridad.

Se cumplió con la prestación del servicio de dosimetría externa a las diversas áreas de la CNEA y a usuarios externos.

En lo referente al desarrollo de técnicas analíticas aplicables a la determinación de distintos contaminantes incorporados al organismo humano, se pusieron a punto técnicas para la determinación de U y Th en orina (U-234 y Th-228); en muestras de filtros y para el estudio de la acción de complejantes a nivel celular sobre Ce-144. Asimismo, dentro del marco del convenio OIEA se cumplimentó la intercalibración para medición de plutonio y americio en pulmón e hígado, y se completaron las tareas para la calibración de medición de espesores de tejidos blandos por ultrasonido.

Se realizaron los servicios provistos de análisis de contaminantes internos (7000 en excretas y otros materiales biológicos, 3000 en mediciones directas y 2300 en muestras de ambientes de trabajos, aguas y sedimentos).

En el tema Instrumentación de Radioprotección se continuó realizando el mantenimiento, modificación a solicitud de los usuarios y modernización de la instrumentación de radioprotección de la gerencia.

En lo referente a mayor desarrollo del sector, se realizó el software de interfase entre un computador y un espectrómetro multicanal; se completó el sistema de adquisición de datos meteorológicos, así también el desarrollo y puesta en funcionamiento de un monitor portátil de tasa de exposición. Se continuó con el desarrollo de un sistema modular de espectrometría, hallándose concluida en su totalidad la etapa de proyecto y desarrollo, restando terminar su montaje y calibración.

En lo referente a los temas de Tecnología de Radioprotección se realizaron asesoramientos y cálculos de blindajes para instalaciones de telegamaterapia, aceleradores y fuentes radioactivas para uso médico e industrial.

Como tareas de asesoramiento, apoyo y servicios, se efectuaron evaluaciones de sistemas de ventilación y estanqueidad de diversas instalaciones (RA-6, Planta de Producción de Radioisótopos, Laboratorios analíticos diversos, etc.); en el Tandem, se realizó la evaluación práctica de la atenuación de las puertas blindadas; y se continuó estudiando el comportamiento de los sistemas de retención de contaminantes de instalaciones nucleares bajo condiciones accidentales.

EVALUACION DE SEGURIDAD NUCLEAR

Las actividades se desarrollaron cubriendo temas referidos a estudios técnicos de evaluación de seguridad para determinadas instalaciones o sistemas de transporte de materiales radiactivos, temas de aplicación más general y aspectos normativos.

Respecto al primer aspecto, en la C.N.Embalse se efectuaron las siguientes tareas: a) se participó en la vali-

dación de la versión 1985 del Informe Final de Seguridad correspondiente al análisis de accidentes; b) se completó la evaluación del análisis de confiabilidad del sistema eléctrico clase I y II efectuándose la verificación de resultados utilizando códigos de cálculo propios; c) se participó en la preparación del simulacro de emergencia realizado y en el análisis crítico del mismo; d) se comenzó la aplicación del programa RETRAN para la predicción de transitorios accidentales de la C.N.E.; e) se comenzó la generación de un normal para evaluaciones rápidas de parámetros termohidráulicos en diferentes situaciones accidentales postuladas, y f) se efectuaron análisis en relación con la refrigeración por termosifón.

Con referencia a la C.N.Atucha I, se analizaron los resultados y consecuencias de la primera inspección en servicio del recipiente de presión; se participó en la preparación del simulacro de emergencia realizado y en el análisis crítico del mismo, como así también se inició la confección de un manual para evaluaciones rápidas de parámetros termohidráulicos en diferentes situaciones accidentales postuladas.

Asimismo, en lo referente al análisis de otras instalaciones, se evaluó el IFS del reactor RA-6 (versión 85), se realizó un análisis crítico del manual descriptivo del sistema primario y moderador de la CNA-II; se respondieron consultas sobre aspectos de seguridad del acelerador TANDAR, Planta de Producción de Radioisótopos y Planta de Irradiación del C.A.E.; se realizaron estudios y evaluación de prevención de criticidad relacionados con el diseño de una instalación de conversión de hexafluoruro a dióxido de uranio enriquecido; se realizaron tareas de asesoramiento e inspección en el tema de transporte de materiales radiactivos. Entre otros se destaca lo relacionado con el proyecto de contenedor tipo B(u) de cobalto-60 para 400.000 Ci; se ha iniciado el estudio de los problemas técnicos del transporte de UF₆ y se formalizó un acuerdo de investigación con el OIEA.

Al mismo tiempo especialistas en análisis de emplazamiento continuaron colaborando con distintas instalaciones en la colocación, calibración y mantenimiento de instrumental meteorológico y se asesoró a diversas instalaciones sobre la metodología para determinación de parámetros meteorológicos.

Asimismo, se efectuaron evaluaciones, investigación y desarrollo de aplicación general en seguridad nuclear tal como la iniciación de estudios de los criterios de aceptación desarrollados en distintos países en relación con el riesgo radiológico de las instalaciones nucleares y radiactivas. En lo referente a aspectos normativos se coordinaron comentarios y se efectuaron análisis de las revisiones de seis documentos del programa NUSS del OIEA y Colección de Seguridad N° 37.

Se revisó la versión en idioma castellano del Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos del OIEA, edición 85, y se hicieron comentarios y contribuciones sobre otros tres documentos del OIEA relacionados con el transporte de materiales radiactivos. Además, se desarrollaron instrucciones generales para emergencias en el transporte de materiales radiactivos por carretera, modelos de certificados y se continuó interactuando con la Secretaría de Transporte en el tema.

ELIMINACION DE RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD

En esta disciplina, se continuaron los estudios de factibilidad para la construcción de un repositorio destinado a la eliminación de residuos radiactivos de alta actividad. Se ha continuado con los estudios geomorfológicos, neotectónica y sísmicos, referidos al intrusivo gramitoide denominado Sierra del Medio (Provincia de Chubut). Se continuó asimismo el desarrollo de la instalación profunda a nivel de anteproyecto de ingeniería (costos, transportes y diseño de labores) y provisión y mantenimiento de la infraestructura necesaria.

En los aspectos técnicos del tratamiento primario de los residuos, se prosiguió con la elaboración de distintas matrices vítreas aptas para la inclusión de los residuos de alta actividad. A los efectos de evaluar la barrera geológica, se ha implementado y puesto a punto un método de determinación del coeficiente de distribución entre soluciones acuosas que contenga radionucleídos simulados y roca granítica. También se procedió a la selección de métodos de caracterización de bentonita para ser utilizados como barrera de ingeniería en el repositorio.

Como uno de las últimas realizaciones en este período fue la elaboración y discusión con las empresas INVAP e IDEMSA de desarrollos relativos a: las características técnicas del instrumental destinado a la medición de permeabilidad hidráulica en roca granítica a grandes profundidades, y a las características técnicas de los estudios de vulcanismo a desarrollar por la Universidad Nacional de San Juan en la Zona de Gastre.

INSPECCION, FISCALIZACION Y CONTROL

A los efectos de dar cumplimiento a los compromisos por el país en materia de salvaguardias, se mantuvieron actualizados los inventarios de materiales nucleares, materiales y equipos, componentes principales, listados de información transferida, registros operativos e informes contables requeridos por el OIEA.

Se efectuaron 113 inspecciones rutinarias en áreas de la CNEA verificando inventarios, registros operativos, balances contables y el cumplimiento de las reglamentaciones y prácticas operativas aprobadas por la Autoridad. Asimismo se participó en diversas reuniones con representantes del OIEA en temas referidos a Salvaguardias de la Planta Industrial de Agua Pesada y se acompañó la actuación de los inspectores del OIEA durante las inspecciones realizadas en el país.

Se realizaron unas 480 inspecciones regulatorias para verificar que las

instalaciones nucleares y radiactivas propias de la CNEA se construyen y operan dentro de los términos de las respectivas licencias y autorización, y ajustándose a las normas, reglamentos y códigos de práctica correspondiente. Se fiscalizó el cumplimiento del "Reglamento de Transporte Seguro de Material Radiactivo" en todo el ámbito del país.

Al mismo tiempo se prosiguió con el programa previsto de reunir información sobre aspectos técnicos de la operación de reactores de potencia desde el punto de vista de seguridad nuclear, para tal fin, los inspectores residentes de las CNA I y CNE han recopilado información relevante en lo concerniente a fallas e incidentes operacionales, pruebas repetitivas, supervisión de tareas de mantenimiento, etc.

Se continuó con el análisis de la documentación relativa al licenciamiento del Acelerador Tandem, se supervisó la realización de diversas pruebas llevadas a cabo en la instalación y se participó en la confección de diversos documentos normativos inherentes a este tipo de instalación.

Se verificó el cumplimiento de las condiciones impuestas en las Autorizaciones de Operación de la Fábrica de Elementos Combustibles (CONUAR); del Depósito transitorio de material Radiactivo en Tránsito; del Laboratorio de Uranio Enriquecido (LUE); de la Instalación para la Producción de Fuentes Selladas de Co-60 e Ir-192; de los Complejos Mineros Fabriles San Rafael y los Gigantes; y de los Complejos Fabriles Malargüe y Córdoba. En los casos correspondientes se efectuó la renovación de las pertinentes Autorizaciones de Funcionamiento o se prorrogó la vigencia de las ya existentes.

Se otorgó la Autorización provisoria de puesta en marcha, en dos etapas, para el Complejo Minero Fabril "La Estela" (Provincia de San Luis); asimismo se efectuaron tareas de fiscalización en la etapa de puesta en marcha de la Instalación para la producción de radioisótopos por fisión.

Con referencia al cierre de los Yacimientos Don Otto, Los Adobes, Huemul y Agua Botada, se efectuaron inspecciones tendientes a verificar las condiciones actuales.

Se completó el estudio de la documentación correspondiente al licenciamiento de la Planta de Producción de Radioisótopos del CAE para la cual se confeccionó un Proyecto de Licencia de Operación. Se verificó el cumplimiento de las condiciones impuestas en las licencias de operación de las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse, reactores RA-3, RA-4 y RA-6, Laboratorio Alfa y Laboratorio de Separación y Purificación de U-235.

En cumplimiento de lo dispuesto por el Decreto 842/58 y reglamentaciones complementarias, se continuó con el registro y fiscalización de usuarios de material radiactivo. Se realizaron unas 692 inspecciones de las cuales 551 fueron rutinarias, 92 de habilitación, 14 de supervisión de trasvases, 23 de asesoramientos técnicos "in situ" y 12 de intervención en situaciones anormales; asimismo se verificaron cálculos de blindaje.

En el presente ejercicio se prestó especial énfasis en el relevamiento y actualización de usuarios de equipos de gammagrafía industrial (aprox. 80%).

Se continuó colaborando con la Secretaría Técnica del Consejo Asesor de Aplicación de Radioisótopos (CAAR), a la cual se remitió información procesada en solicitudes para su tratamiento.

Se prestó asesoramiento a INVAP en los aspectos de diseño, operación y mecanismos de seguridad para la construcción de un prototipo de telecobaltoterapia, como asimismo se inició el análisis del programa de Garantía de Calidad de aplicación en el diseño del mencionado prototipo.

Finalmente se confeccionó un informe radiosanitario que contiene las dosis individuales y colectivas por unidad de práctica en instalaciones nu-

cleares y radiactivas, resultantes de las diferentes tareas que se llevan a cabo en las mismas.

Se inició un análisis tendiente a evaluar el impacto radiológico sobre la población producido por exámenes médicos con fines de diagnóstico.

LICENCIAMIENTO Y NORMAS

Entre las principales tareas regulatorias del Consejo Asesor para el Licenciamiento de Instalaciones Nucleares (CALIN) durante el año 1985, cabe mencionar: los diversos requerimientos y recomendaciones a los responsables de las centrales en operación CNA I y CNE por intermedio de los inspectores residentes y el coordinador de licenciamiento.

Asimismo y continuando con la tarea de revisión del informe preliminar de seguridad de la CNA II se efectuaron 4 requerimientos y 6 pedidos de ampliación de información a la Entidad Responsable del licenciamiento de esa Central Nuclear.

En relación con el resto de las instalaciones licenciadas se mantuvo un control del cumplimiento de las respectivas licencias de operación efectuándose las observaciones pertinentes en cada caso.

Se analizó y autorizó el comienzo de las pruebas previas para la producción rutinaria de Mo 99 por fisión.

En lo referente al personal licenciable de las distintas instalaciones, durante el período considerado se otorgaron 29 Licencias y 62 Autorizaciones Específicas.

Continuó la tarea regulatoria vinculada con la redacción de normas que expresen los criterios nacionales en aspectos relacionados con la Seguridad Radiológica y Nuclear. Se incorporó una nueva Norma CALIN, la Norma 4.1.3 "Criterios Radiológicos Relativos a Accidentes" y se comenzó la redacción de una nueva versión de la "Norma Básica

de Seguridad Radiológica" en la que se han incorporado los nuevos criterios vigentes en esta área.

El Consejo Asesor en Aplicación de Radioisótopos (CAAR) continuó con el asesoramiento y recomendación a la CNEA de los permisos y autorizaciones de uso de radioisótopos y sus radiaciones, según lo indicado en el Decreto N° 842/58, y de máquinas aceleradoras atento lo prescripto por la Ley N° 17.557/67, para usuarios externos a esta Comisión Nacional.

Con tal propósito se analizaron antecedentes sobre elaboración, comercia-

lización, aplicación y tenencia de tales materiales como así también de las instalaciones en las que se opera, habiéndose recomendado durante el ejercicio 556 nuevos permisos.

Se actualizaron o modificaron normas y códigos de procedimiento conforme con la experiencia resultante de su aplicación. En tal sentido se incorporaron a las Normas Sobre "Operación de Unidades de Terapia Radiante", las recomendaciones de las Jornadas de Normalización en Terapia Radiante efectuadas en la provincia de Córdoba en noviembre de 1984.

INVESTIGACION Y DESARROLLO

INVESTIGACIONES

FISICA NUCLEAR

Durante el año se iniciaron las primeras experiencias utilizando haces de iones pesados del nuevo acelerador electrostático TANDAR. De esta manera se ha concretado uno de los objetivos del Proyecto de construcción e instalación de esta importante facilidad experimental, una de las más avanzadas en el mundo para el trabajo de investigación básica en Física Nuclear.

Se organizó la Cuarta Conferencia de Aceleradores Electroestáticos, que se efectuó en Buenos Aires en el mes de Abril y reunió a los máximos especialistas en el tema y permitiendo exponer y mostrar las realizaciones de los científicos y técnicos de la CNEA.

También se llevó a cabo en octubre en el Laboratorio TANDAR la Octava Reunión de Trabajo de Física Nuclear, con participación de científicos del país, Brasil, Chile e Italia.

Se continúa con el programa de doctorado, que completó su segundo año, incorporando otra promoción de las cuatro previstas. Este programa está destinado a la formación de físicos nucleares con el objeto de su posterior incorporación a otros sectores de la CNEA, de las universidades o de otras actividades del país que requieran personal con formación científica.

Proyecto Tandar

Luego del cambio de piezas defectuosas y de sucesivas aperturas del tanque de presión y reparaciones varias se alcanzó el vacío requerido en el orden de 10 E-7/-8 mbar en los tubos de aceleración, con un caudal de pérdidas de E-10 mbar.lit/seg. para una presión de SF₆ de 5 kg/cm².

Se logró acelerar un haz de 12C⁺³ a una tensión de 12 MV, con una corriente de 50 nA, usando el stripper gaseoso.

Después de haber sido reemplazadas tres unidades defectuosas por nuevos tubos de aceleración, la columna completa fue puesta a una tensión de 16 MV.

El 29/8/85 se pasó el primer test de aceptación del acelerador: un haz de 3 uA de protones de 10 MeV. Asimismo se obtuvo un haz de 600 nA de protones a 17 MV, utilizando el stripper sólido.

A partir del último cuatrimestre se suspendió por seis meses el acondicionamiento, a fin de realizar experiencias de física nuclear cuyo objeto es el verificar el sistema de protección radiológica y poner a punto la instalación.

Hasta el presente se han acelerado haces ²H, ⁷Li, ¹²C, ¹⁶O, ¹⁹F y ⁴⁰Ca, con tensiones entre 10 y 15 MV.

Se completó el montaje de cuatro líneas experimentales:

- 1) Línea NAVE (Separador de isótopos "on line")
- 2) Cámara de scattering multipropósito
- 3) Cámara de electrones y espectroscopía de rayos gamma
- 4) Cámara de espectroscopía de rayos gamma

Dos líneas más están en etapa de montaje:

- 1) Cámara de iones pesados
- 2) Línea para estudios en física atómica y aplicaciones

El laboratorio de blancos proveyó las folias de carbono necesarias para la operación del acelerador, así como distintos tipos de blancos que se han usado para las experiencias programadas.

GRUPO ELECTRONICA

El grupo de electrónica efectuó diversos desarrollos tal que entre las más importantes se deben citar: fuente de alimentación para la cámara multipropósito, fuente de alta tensión para la fabricación de strippers, sistema de control del proyecto NAVE, interface entre HP 2116, PDP 11/34, multiplexor de 16 entradas de 16 bits para la HP2116, sistema de protección y enclavamiento para la fuente del imán analizador y para válvulas de accionamiento rápido. Se trabajó también en el sistema de protección radiológico del personal y en el de pulsado de haz.

Mediante un convenio con la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, estudiantes avanzados desarrollaron los siguientes módulos: convertidor analógico digital y un identificador de partículas ambos para usos nucleares.

Física Nuclear Experimental

Durante 1985 se realizaron las primeras experiencias con el Acelerador de iones pesados TANDAR. Se emprendieron estudios de reacciones de transferencia,

de fusión a energía cercana a la barrera coulombiana, de fisión de ^{238}U con iones pesados. Se midieron secciones eficaces de reacción y distribuciones angulares. Se realizaron estudios de estructura en núcleos con alto momento angular mediante la técnica de espectroscopía gamma "en línea" y se hizo espectroscopía nuclear de transactínidos. Se comenzaron los trabajos de espectroscopía de núcleos de vida media corta, producidos en la fisión de uranio natural con neutrones rápidos, "en línea" con un separador de isótopos. Se continuaron los estudios de fenómenos de desacoplamiento en núcleos doblemente impares. Se diseñaron y montaron nuevos detectores de partículas. En todas las líneas experimentales del acelerador TANDAR se introdujeron mejoras y se hicieron desarrollos adecuados a cada experimento. Adicionalmente, se realizaron cálculos de estructura nuclear utilizando el modelo de capas y estudios de estadística física.

Continuaron desarrollándose el intercambio y colaboración con laboratorios de física de Alemania, Brasil, Estados Unidos de Norteamérica y Francia.

Física Nuclear Teórica

Se continuaron diferentes investigaciones relacionadas al campo de la estructura nuclear y al de las reacciones nucleares.

Cabe mencionarse, en el marco de trabajos vinculados con la estructura nuclear aquellos dedicados a la descripción microscópica de excitaciones de cuatro partículas en núcleos pesados, al estudio de trayectorias periódicas en un modelo con simetría SU(3), caracterizaciones de zonas "caóticas" en el espectro de un modelo cuántico sencillo, tratamiento perturbativo de sistemas de fermiones en rotación, cálculo cuántico de los momentos de inercia nucleares, transiciones de fase de apareamiento en núcleos que rotan, dependencia radial de la densidad de apareamiento para transiciones en núcleos superfluídos, modos de vibración isovectorial en núcleos deformados. También se terminó el estudio de la es-

estructura de la resonancia cuadrupolar gigante del ^{208}Pb , se continuó con la descripción autoconsistente de la interrelación entre grados de libertad cuadrupolar y octupolar en sistemas de muchos bosones, se realizaron comparaciones entre descripciones semiclásicas del modo colectivo M1 en el modelo de bosones interactuantes. Se analizaron fenómenos críticos en el contexto de máxima superposición, teniendo en cuenta la coherencia de las funciones generatrices.

Dentro de los trabajos relacionados con las reacciones nucleares se construyó un modelo soluble para estudiar la excitación de estados rotacionales en núcleos deformados, se analizó la transferencia alfa y una forma tetraédrica del ^{16}O y se calcularon factores de forma para el caso de transferencia de varios nucleones en forma autoconsistente. Además iniciaron trabajos relacionados a funciones de onda de cuatro partículas en vista a su aplicabilidad para el caso de transferencias alfa, se desarrolló un método de análisis del decaimiento electromagnético de la resonancia cuadrupolar gigante del ^{208}Pb excitada vía dispersión inelástica del ^{17}O y se finalizó con el estudio de la extensión del formalismo de corrimientos de fase dependientes del ángulo al caso de excitaciones vibracionales. Se prosiguió con trabajos vinculados a un modelo modificado de acoplamiento de canales que pueda aplicarse al caso de transferencia de nucleones entre núcleos deformados.

Ingeniería nuclear

El reactor RA-6 trabajó en diversas aplicaciones en el área de activación neutrónica y pruebas para la producción de radioisótopos y mediciones de flujo con vistas a su aplicación en el RA-6.

En termohidráulica se realizaron estudios experimentales de topografía de pliegos bifásicos verticales y de medición de fracción de vacío con el método de atenuación gamma, de refracción láser y capacitivo. Se realizaron

mediciones para simular la zona de apoyo del elemento combustible CANDU y se prestó asesoramiento a INVAP en aspectos térmicos del reactor CAREM.

En control de reactores se han desarrollado prácticamente todos los modelos del RA-6, incluyendo sistemas termohidráulicos, definiendo la arquitectura del simulador.

En mecánica computacional se pusieron en ejecución una serie de programas de uso en viscoplasticidad, plantas químicas y combustibles nucleares.

Física del sólido

Continuó desarrollándose el estudio de la estructura y propiedades físicas de la materia condensada. Tanto las investigaciones teóricas como las distintas técnicas utilizadas -espectroscopía Mössbauer, espectroscopía Raman, topografía y difracción de rayos X, análisis térmico diferencial, etc.- tienen como punto en común el estudio de diversos tipos de transformaciones de fase. Naturalmente, cada uno de los grupos involucrados mantiene además líneas de investigación diferenciadas en materiales tan diversos como cristales ferroeléctricos, cristales de Van der Waals, líquidos, sustancias biológicas, o super redes, para citar algunos. Además, se ha trabajado en la puesta a punto de una línea de investigación sobre el efecto de irradiación por iones provenientes del acelerador TANDAR sobre transiciones de fase conmesurado-inconmesurado de algunos compuestos y fueron realizadas con éxito las primeras pruebas de irradiación. Por otra parte se han seguido prestando servicios altamente especializados en análisis y caracterización de materiales a distintos sectores de la CNEA y de otras instituciones, utilizando las técnicas disponibles. Miembros de la división tuvieron a su cargo la Organización del 9° Simposio Latinoamericano de Física del Estado Sólido, que con la presencia de alrededor de 100 científicos extranjeros y 200 argentinos se realizó en agosto en Mar del Plata.

FISICA EN EL CENTRO ATOMICO BARILOCHE

INVESTIGACION BASICA

En el estudio de metales amorfos se ha mostrado que la investigación de las fuerzas de anclaje de vértices magnéticos es una herramienta sensible para determinar la presencia y las características de los defectos topológicos en las estructuras desordenadas. En sistemas multicapas de Nb/Al se ha investigado el comportamiento superconductor y normal, en particular la variación de la temperatura crítica en función del espesor de las capas.

Mediante la técnica de fricción interna a 1 Hz, desde temperatura ambiente hasta 525°C se ha analizado el espectro de la solución sólida 6063 de ALUAR. Se encuentran cinco picos de fricción interna, dependiendo del tamaño del grano y del estado microestructural de la solución sólida. También se han estudiado efectos anelásticos relacionados con las fases ϵ' y α' y transformaciones martensíticas en β Cu-Zn-Al. En esta área también se ha establecido la relación entre la densidad de fallas de apilamiento y el plano de hábito de la martensita, se analizó la interacción entre la transformación martensítica y la deformación plástica a altas tensiones. Se desarrolló un modelo para describir el envejecimiento de la martensita.

En teoría de sólidos y usando el Ansatz de Bethe se calcularon las propiedades termodinámicas de un modelo con fluctuaciones de valencia entre dos configuraciones magnéticas, se estudió la superconductividad en sistemas laminares y el efecto de la repulsión f-d en la espectroscopía del Ce. En la teoría de microcircuitos superconductores se estudian las corrientes críticas mediante el uso de la teoría no lineal de Ginzburg-Landau. Las modernas técnicas de microfabricación permiten la fabricación de estos elementos y se ha demostrado que, en determinadas condiciones, podía obviarse el uso de junturas Josephson para lograr los efectos de interferencia cuántica.

En el área de vidrios de espín se llevaron a cabo mediciones de resonancia magnética y de magnetización, determinando a partir de estos resultados la anisotropía magnética de estos sistemas.

Se continuaron las mediciones del campo neutrónico de sistemas fuertemente heterogéneos y de redes compactas. En difracción de neutrones se estudió la fase martensítica de Cu-Al-Zn utilizando un crióstato instalado en el difractómetro. Se realizaron experimentos de transmisión de neutrones en muestras de Ga, Bi y S tendientes a la determinación de sus secciones eficaces totales en el intervalo térmico.

INVESTIGACION APLICADA

En esta área merece destacarse el desarrollo de la fase industrial del proceso de obtención de núcleos tubulares imantables, el desarrollo de compuestos a base alúmina-borados para su uso como veneno quemable y el proceso de inyección de cerámicos con énfasis en la etapa de desplastificación.

También se optimizó el proceso de obtención de fibras de carbono lográndose sistematizar la fabricación y la caracterización, comenzándose con el montaje de un sistema continuo de procesamiento.

En el área de pulvimetalurgia se ha comenzado con una nueva línea orientada a la obtención de polvos metálicos sinterizables.

Se ha realizado el diseño básico de un sistema de ubicación y guiado con motores paso a paso controlados por computadora para el relevamiento del campo magnético de los electroimanes del espectrómetro del TANDAR.

En el área de fijación de residuos en matriz vítrea sinterizada se obtuvieron resultados promisorios con los procesos de prensado en frío y de sinterizado y prensado en caliente.

En el laboratorio metalográfico se realizaron trabajos sobre distintos

aceros para la determinación del contenido de inclusiones, tamaño de grano, microdureza y microestructura para la empresa INVAP S.E.

En el área de metalurgia el grupo de aceros trabajó en la ferrita delta, en martensitas de aceros inoxidables, en precipitados en aceros inoxidables con contenido de boro, en microscopía electrónica de aceros con microestructura y en aleaciones de cobre, aluminio y magnesio.

Se desarrolló una aleación especial para almacenamiento de hidrógeno.

El grupo de termodinámica continúa con la evaluación de los diagramas de fase de aleaciones de circonio, en particular los sistemas con planta, berilio, oxígeno y germanio, y el estudio de vidrios de circonio.

Radiobiología

El objetivo fundamental de las investigaciones en Radiobiología es contribuir al conocimiento de los efectos biológicos de las radiaciones y de la eventual reparación del daño radio inducido. El campo en que se desarrollan los trabajos cubren disciplinas asociadas con la fisiología, genética, bioquímica, ultraestructura, patología, etc., relacionadas con la exposición experimental a radiaciones en animales de laboratorio (ratas, Drosophilas, bacterias y cultivos de tejidos). A los primeros trabajos con radiaciones ionizantes se sumaron posteriormente investigaciones sobre radiación ultravioleta, sustancias radiomiméticas y compuestos afines.

A continuación se describen las actividades que se desarrollan en las distintas especialidades que integran esta disciplina.

Patología de la radiación

Se realizan estudios sobre el modelo experimental: "Respuesta de los folículos pilosos a la acción de varias fuentes de radiación". Los resultados

demuestran que este modelo es de utilidad para caracterizar la respuesta "in vivo" a irradiaciones con iones pesados, ya que permite un análisis biológico completo desde el punto de vista cinético-celular y morfológico, así como estimar la dosis-respuesta propia del mismo.

Se efectúa el estudio del efecto tóxico del uranio mediante diferentes estructuras y sistemas:

- a) En hueso: se comprueba la capacidad inhibitoria del uranio sobre la formación ósea. Este proceso se revierte mediante la inyección de dosis terapéuticas de tetraciclina. También se logra la reversión de la acción inhibitoria de las radiaciones sobre la formación ósea mediante la administración de dosis bajas de etidronato disódico.
- b) En piel: se utiliza la medida del volumen de las células basales como indicador del efecto tóxico del óxido de uranio y del nitrato de uranio.
- c) En macrófagos alveolares "in vitro" se demuestra la acción citolítica del UO_2 , causando muerte celular en función de la concentración de la solución usada y del tiempo de postincubación de las células. Se realizan estudio sobre fagocitosis del UO_2 .

Los macrófagos alveolares constituyen un sistema "in vitro" altamente radioresistente. El efecto citolítico de elementos liberados por las células irradiadas sobre la porción no irradiada de la cápsula (blindada) de cultivo se demuestra para dosis mayores de 80 Gy, lo cual produce letalidad dependiente de la dosis en la porción no irradiada de la cápsula (blindada).

Se estudian las alteraciones vasculares producidas bajo las fases de un daño agudo post-irradiación en la piel de rata aplicando un método para la evaluación cuantitativa de daño vascular, previamente desarrollado en el la-

boratorio. Se definen las alteraciones en función de las dosis y tiempo post-irradiación.

Se utilizan métodos de cuantificación morfológicos para analizar variaciones enzimáticas producidas en la epidermis por irradiación con partículas aceleradas, evaluando comparativamente el daño producido en la zona de pico de Bragg y fuera de él, dentro de un mismo corte de tejido.

Se establecen los patrones de distribución de proteínas involucradas en la queratinización de la mucosa oral humana y sus variaciones en lesiones precancerosas y cancerosas, con la finalidad de su posible aplicación al diagnóstico precoz del cáncer bucal.

Se efectúa el estudio de la regulación por hormonas ováricas del epitelio vaginal tanto "in vivo" como "in vitro". Se ha caracterizado parcialmente el receptor de estradiol en este tejido correlacionando su variación a través del ciclo estral con las fluctuaciones que presenta la actividad ornitina de descarboxilasa. Los estudios se llevan a cabo en tres niveles: bioquímico, histológico e inmunohistoquímico. Se emplean para estos estudios dos anticuerpos marcadores biológicos de la diferenciación epitelial desarrollados en el laboratorio.

Se están desarrollando medios de cultivos libres de suero para simplificar los estudios del efecto de la carcinogénesis química (policíclicos aromáticos) y radiaciones ionizantes (rayos X e iones pesados) sobre las células epiteliales.

Genética molecular

Se estudia el control genético de la forma celular en bacterias, y los efectos causados por la estreptomycinina a pH alcalino sobre bacterias resistentes ribosomales.

Los resultados indican que ciertas mutaciones que producen forma celular esférica y varias alteraciones mas, no

son viables excepto en presencia de otras mutaciones que las hacen tolerables. Estas mutaciones confieren resistencias al antibiótico mecilinam y modifican, además, la respuesta a la radiación ultravioleta. Se demostró, también, que la resistencia a mecilinam va acompañada por descenso global en la cantidad de proteínas de la membrana externa y que la introducción de las mutaciones que alteran la forma celular determina un descenso aún mayor en esas proteínas y la desaparición casi total de una de ellas. Se atribuye a esos cambios en la membrana externa las alteraciones de permeabilidad mostrada por esos mutantes esféricos.

Se estudió la inhibición del crecimiento producido por la estreptomycinina, a pH alcalino, sobre bacterias que en condiciones normales son resistentes a dicho antibiótico. Las evidencias indican que la inhibición de las síntesis de proteínas procede por pocos minutos a la de ácidos nucleicos. Se ha determinado la ubicación genética de una mutación que protege de esa acción de estreptomycinina y se ha observado que su efecto depende de la presencia de resistencia ribosomal a estreptomycinina para manifestarse.

Efectos somáticos

Se estudian las modificaciones que experimentan un virus débilmente oncogénico por pasajes en animales totalmente irradiados.

Se analizan y caracterizan partículas originarias de fibroblastos normales de riñón de hamster y partículas provenientes de células de mesotelio abdominal transformadas por partículas virales activadas por pasajes en hamsters totalmente irradiados. El procedimiento experimental implica tratamiento similares a sobrenadantes de las dos líneas celulares arriba mencionadas y básicamente consiste en ultracentrifugación diferencial en gradientes de sacarosa, tinción negativa y microscopía electrónica. En ambos casos se observa partículas de 100 nanómetros de diámetro con nucleóide central delimitado por una membrana y rodeado de apéndices globulados.

Paralelamente se estudia el comportamiento de virus infectantes en animales irradiados empleando el virus de aftosa, obteniendo la adaptación del virus en hamsters adultos normales luego de sucesivos pasajes en animales irradiados. Se efectúa el pasaje del virus por líneas celulares con el fin de obtener su purificación y efectuar estudios moleculares a nivel del genoma viral. Paralelamente se aíslan y purifican las proteínas virales para obtener sueros hiperinmunes del virus normal y compararlos con el modificado.

Se efectúan experiencias en ratas para investigar los efectos de las radiaciones ionizantes sobre el sistema nervioso central particularmente sobre neuronas noradrenérgicas. Se observa como resultado una correlación entre las dosis y las manifestaciones neurológicas.

Radiomicrobiología

En vista de la creciente preocupación por el daño biológico inducido por la irradiación ultravioleta cercana (UV-A), la más energética de las radiaciones que alcanza la superficie terrestre, se realizan investigaciones sobre el efecto subletal producido en *Escherichia coli* por dosis bajas de la citada radiación.

El efecto estudiado se manifiesta como una inhibición temporaria de la división celular, consecuencia de la modificación fotoquímica de uno de los ácidos ribonucleicos, seguida por la detención de la biosíntesis de proteínas. La demora en el crecimiento está asociada con la formación de compuestos denominados "alarmones", posteriormente identificados como polifosfatos de guanosina.

De acuerdo con estos resultados el UV-A ejerce un efecto fundamental en el conjunto membrana-pared de las bacterias. Los cambios en las condiciones de cultivo son capaces de producir alteraciones en la incorporación de ácidos grasos, que llevan a cambios en la fluidez de las membranas y determinan

modificaciones en la inhibición del crecimiento, pudiéndose alargarse o acortarse. El estudio de procesos bioquímicos asociados demuestra que la radiación inhibe en un 80-90% la actividad de succinato y láctico deshidrogenasas, enzimas principales en la función de la membrana interna. Por su parte el patrón electroforético de membrana externa indica incrementos de proteínas de pesos moleculares entre 36.000 y 60.000 y en la región de péptidos pequeños (5000 a 10.000).

Se encuentran cambios en la permeabilidad celular inducidos por el UV-A, lo cual llevó a un profundo estudio de la Lipoproteína de Braun, de responsabilidad fundamental en el control de esa función. Se determinó que si bien su síntesis no es inhibida por la irradiación, su incapacidad de incorporar ^3H -glicerol permitió comprobar que carece de porción lipídica, perdiendo su función de barreras de permeabilidad.

Mediante el empleo de fósforo radiactivo, cromatografía en capa fina y autorradiografía, se estudia la cinética de los "alarmones" post-irradiación, postulando que si bien alcanzan sus niveles más altos al comienzo de la inhibición de la división celular, no son factores definitivos en la demora del crecimiento ni en la biosíntesis de la Lipoproteína de Braun.

Genética

Se estudia la capacidad para inducir rupturas cromosómicas (clastogénesis) de dos compuestos radiomiméticos, el Dietil sulfato (DES) y el Etilmetano sulfonato (EMS). Los análisis de pérdidas parciales de cromosomas y de translocaciones indican que ambos compuestos poseerían igual poder clastogénico, pero la capacidad de reunión de las rupturas inducidas por DES sería menor que la de aquellas inducidas por EMS, viéndose así dificultada la formación de aberraciones.

En los estudios relacionados con la influencia de daños genéticos en el envejecimiento, se comparan el Dietil

sulfato, que es un potente mutágeno con baja capacidad para inducir rupturas cromosómicas y rayos X que poseen una buena capacidad clastogénica. Los resultados indican que el Dietil sulfato provoca un acortamiento de la vida, pero su eficiencia es mucho menor que la de los rayos X. Las diferencias encontradas podrían deberse a la mayor clastogenicidad de estos últimos y de ser así, ello sugeriría que las rupturas cromosómicas juegan un papel muy importante en el proceso de envejecimiento.

Irradiación y dosimetría

La actividad de este grupo de trabajo se centra en el proyecto relacionado con efectos radiobiológicos de partículas pesadas. Para este propósito se efectuaron irradiaciones con partículas alfa en el sincrociclotrón, analizándose efectos en distintos modelos biológicos. Se está construyendo la línea externa para aplicaciones radiobiológicas del TANDAR, su alineado y montaje además del posicionador automático de muestras.

Se efectúa investigación básica en detectores de estado sólido para trazas nucleares. Estos detectores permiten realizar la microdosimetría de los iones pesados en muestras biológicas, por lo que se utilizan detectores orgánicos que simulan el daño en tejidos. En relación a este tema se realizan trabajos aprovechando la alta resolución de la técnica de réplica de trazas nucleares desarrolladas en este laboratorio. Se obtienen datos experimentales para trazas nacientes en el orden de los amstron y se ha generalizado la teoría de cinética de trazas para estos tamaños.

Bioterio

Proyecto SPF (animales libres de gérmenes patógenos): ratón Blab/C, C3H/He, N:NIH-nu y Balb/c-nu, a las que se incorporó la cepa N:NIH-nu-Xid.

En los cuartos barreras se producen animales libres de patógenos correspondientes a las mismas cepas, los cuales fueron empleados como reproductores para las colonias convencionales, o bien para fines experimentales.

Manejo de embriones: Se realizan ensayos de congelación de embriones de ratón con el objeto de preservar las cepas de pérdidas accidentales y variaciones genéticas, alcanzándose niveles de recuperación satisfactorios. Se cultivan embriones de ratón y de dos especies de Calomys desde el estadio de dos células hasta blastocito expandido.

Criterios autóctonos: Se desarrollan un proyecto de cría y estudio de la biología de cricétidos relacionados a la transmisión de la Fiebre Hemorrágica Argentina.

Nuevas Cepas: Se ha recibido la cepa de ratón N:NIH-nu-Xid, deficiente en linfocitos T, y B. Por sus características esta cepa es mantenida en estrictas condiciones de ausencia de patógenos, y resulta útil para el estudio de mecanismos inmunológicos.

Bioterio convencional: El bioterio produce animales de experimentación convencionales, los cuales se utilizan en distintos sectores de la CNEA y otros centros de investigación. Los niveles anuales de producción son del orden de 7.000 ratas, 600 hamster y 8000 ratones.

Biomatemática

Se ha continuado con los desarrollos matemáticos y experimentales relacionados con los efectos producidos por bajas energías cuando se asocian a la materia.

Se utilizó teoría de reticulados y topología para obtener definidos estados energéticos de la materia. Diferente topología fueron desarrolladas para cada reticulado que tenían o no en cuenta el efecto temporal de las bajas energías. Las experiencias obtenidas por irradiación con luz visible de un revelador fotográfico permitieron verificar los hallazgos matemáticos a través de los resultados obtenidos sobre las velocidades de reacción del revelador en función de los tiempos de irradiación. Con éstos datos se han comen-

zados trabajos por computación a los efectos de obtener el número de energías ligadas a la sustancia irradiada.

El Grupo de trabajo prosiguió prestando servicios en Biomatemática a otros grupos de investigación.

Radioquímica

Esta actividad ha realizado a través del grupo Investigaciones Radioquímicas con sus subgrupos Determinaciones Experimentales y Banco de Datos, tareas de investigación básica destinada a proveer datos radioquímicos sobre reacciones nucleares (secciones eficaces, función de excitación, rendimientos de blancos gruesos, relaciones isométricas, etc) cuyo aporte reviste importancia para la evaluación de teorías y modelos sobre mecanismos de reacciones nucleares inducidas por partículas cargadas, estructura nuclear, etc., en el ámbito científico y para diferentes desarrollos y controles en el campo de la tecnología. Estas investigaciones han sido llevadas a cabo en el marco del convenio suscripto con el Kernforschungszentrum de Karlsruhe, Alemania Federal. Por este convenio se establecen que este Instituto irradia blancos enviados por Radioquímica, la que se encarga posteriormente de las determinaciones de los datos antes mencionados que, se difunden a través de publicaciones especializadas, presentaciones en Congresos y Reuniones Científicas y se integran a los Bancos de Datos de National Nuclear Data Center del Brookhaven National Lab. U.S.A. y Nuclear Data Group del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Durante 1985 se han estudiado reacciones inducidas por partículas alfa de hasta 85 MeV sobre blancos de oro, plata, niobio, níquel y terbio.

Se analizó la optimización de las condiciones de producción de los isótopos del indio, de amplia utilización en medicina nuclear, en el campo del convenio signado con la Comisión Nacional de Energía Nuclear del Brasil, por el cual se estudian conjuntamente los pa-

rámetros para la producción de radioisótopos artificiales en aceleradores de partículas.

En el tema de las reacciones químicas, se han seguido determinando parámetros destinados al estudio de la cinética del intercambio isotópico y a los efectos de la desintegración beta en las propiedades químicas.

El grupo Desarrollos Radioquímicos a través de sus subgrupos Aplicaciones Radioquímicas y Servicios ha continuado sus tareas de investigación aplicada, asesoramiento y servicios.

Algunos de los temas que se han proseguido son: espectrometría y fluximetría de neutrones por detectores de umbral, análisis isotópicos de combustibles nucleares por espectrometría gamma, estudio de intercambio isotópico entre algunos elementos y sus complejos con el ácido nitrilotriacético (NTA), alizarina S, etc.

Se han puesto operativos los servicios destinados a prestaciones a terceros en especialidades tales como: análisis por activación con partículas cargadas, determinaciones de parámetros en procesos industriales o de laboratorio mediante indicadores reactivos y análisis cuali-cuantitativo de isótopos radiactivos en tejidos vivos, medio ambiente e instalaciones.

Todas las tareas anteriormente descritas han sido realizadas por personal altamente especializado y jóvenes profesionales, a los cuales se continúa capacitando en temas inherentes a esta disciplina.

QUIMICA DE REACTORES

Se continuaron los estudios de fisicoquímica de fluidos a alta temperatura y presión. Se ha comenzado la determinación experimental de solubilidad de CO₂ en agua utilizando una celda de volumen variable a temperaturas entre 423°K y la mayor que permita el dispositivo, que hasta el presente es de 600°K. Se ha completado el arreglo ex-

perimental, que permitirá la determinación de volatilidad de sólidos vapor a alta temperatura.

Se iniciaron las tareas de diseño de una celda espectrofotométrica de uv-visible y sus equipos accesorios para poder realizar determinaciones de propiedades termodinámicas de disolución de solutos con absorción en uv-visible características en solventes sub y supercríticos.

Se concluyeron las determinaciones de solubilidad de gases inertes y metano en etilenglicol, solvente que es utilizado como sistema modelo para extender el conocimiento sobre el efecto que tienen en las propiedades de la solución la presencia de uniones hidrógeno intermoleculares que forman redes tridimensionales. Se ha avanzado en la utilización de técnicas de esferización de potenciales intermoleculares para partículas anisotrópicas y su posterior integración a los cálculos empleando teoría de perturbaciones.

En lo referente a intercambios iónicos se han realizado estudios de factibilidad de reemplazo de resinas de intercambio de distintas procedencias y su efecto sobre la operación de las plantas de tratamiento de refrigerantes. Se analizó en particular el intercambio $\text{CO}_2\text{-OH}^-$ en resinas aniónicas fuertes, observándose que la rápida absorción de CO_2 gaseoso es un aspecto importante tanto para el almacenamiento de las resinas, como para su capacidad global de intercambio.

Prosiguió el estudio de las propiedades de electrolitos en solución acuosa. Se ha desarrollado un modelo para soluciones de electrolitos que incorpora los aspectos más modernos de las teorías mecánico-estadísticas para electrolitos conjuntamente con la posibilidad de que se produzca asociación iónica. Es suficientemente flexible como para describir el fenómeno de asociación-redisociación que se observa al aumentar la concentración de las soluciones. También se han desarrollado las ecuaciones del modelo esférico me-

dio para calcular las propiedades termodinámicas para mezclas de electrolitos con tamaños iónicos distintos.

Se han comenzado las determinaciones de conductividad eléctrica en mezclas de electrolitos utilizando el sistema NaCl-BaCl_2 . Estos estudios forman la base de datos necesarios para describir el comportamiento de electrolitos a alta temperatura.

En lo referente a los proyectos de electroquímica se completó el desarrollo del método de descontaminación de superficies de acero inoxidable e incoloy. Se han comenzado los estudios básicos que llevarán a establecer el mecanismo electroquímico de la acción de remoción de las capas de óxidos. Se están desarrollando técnicas electrométricas para la medición de iones en el fluido del circuito secundario de Centrales Nucleares habiéndose comenzado con el ion cloruro.

Se completó el estudio experimental de corrosión galvánica en MoS_2 - acero inoxidable a alta temperatura (80 - 150°C) en soluciones similares a las encontradas en la máquina de recambios de elementos combustibles de la CNA I. Se estudió electroquímicamente la factibilidad de uso de aleaciones de aluminio como material alternativo al acero inoxidable en la construcción de bandejas de almacenamiento de elementos combustibles.

Continuaron los estudios referidos a las propiedades de interfaces óxido metálico-agua. Se postuló un modelo de interfaz que resuelve inconsistencias de modelos previos y que describe adecuadamente los fenómenos de absorción iónica. Se continuó el montaje del equipamiento para el estudio para las reacciones de la hematita en medio hidrotérmico. Se comenzaron los estudio de síntesis de sistemas modelo de óxidos de cromo, estudiándose la características de los sólidos obtenidos por precipitación de sales ferrosas en medios oxigenados alcalinizados.

Se concluyeron los estudios de la disolución de magnetita por los ácidos

nitrilotriacéticos, oxálico y etilendiaminotetracético en presencia de iones Fe (II). Se realizaron experimentos para dilucidar los mecanismos de la fotodisolución de óxido férricos en soluciones de EDTA. Se caracterizó la influencia de la absorción de poliones sobre la disolución reductiva de la magnetita, realizándose pruebas para caracterizar la influencia de inhibidores de corrosión sobre la velocidad de disolución de óxido de hierro por diversas mezclas de descontaminantes.

Se realizaron estudios de fenómenos de formación de complejos superficiales en óxidos metálicos, comenzándose a estudiar las reacciones de cuplas Fe (III/Fe) con reductores orgánicos enérgicos con hidroquinona y ácido ascórbico. Se continuaron los estudios con reductores inorgánicos. Se describió la importancia de las reacciones de transferencia de electrones de esfera interna y de esfera externa en las reacciones de disolución.

Se determinaron las constantes de hidrólisis del Gd (III) en soluciones de nitrato de gadolinio para conocer la estabilidad de las mismas en las condiciones del moderador de la CNE. Se determinaron también los valores de las funciones termodinámicas para dicho electrólito.

Ha sido concluido la puesta a punto del método de separación de deuterio e hidrógeno en mezclas que simulen un accidente por pérdida de refrigerante en un reactor de agua pesada presurizada.

En lo referente a filtros magnéticos a sido estudiada la influencia de las fuerzas superficiales en la eficiencia de retención de mezclas de óxido de hierro en un filtro magnético con matriz de bolitas.

Se continuó con la prestación de servicios a las Centrales Nucleares. Se estudió la localización de las fallas en los condensadores de Centrales Nucleares y ha sido elaborado un programa de ordenado que permite interpretar las fallas internas y externas de los tubos

de condensador de Atucha y proveer zona de riego en el condensador de Embalse.

Se realizó la descontaminación del impulsor de la bomba QF01 de la CNA I. Se llevó a cabo la ingeniería conceptual y se comenzó con la ingeniería básica para efectuar la descontaminación del intercambiador del moderador de la CNA I. Se iniciaron los ensayos de calificación para los procedimientos químicos y electroquímicos de descontaminación. Han sido continuados los ensayos en busca de formulaciones más eficientes para descontaminación y limpieza química de superficies metálicas. Se comenzaron los estudios de procesos de tratamiento de los líquidos radiactivos general en los procesos de descontaminación en uso, así como la ingeniería conceptual de un sistema de tratamiento de residuos líquidos de alta actividad para CNA I.

Se estudió el comportamiento de los filtros TC de la CNA I para diversos valores de tamaño de partículas. Se encontraron los efectos de interacciones superficiales que incrementan la eficiencia de retención.

En lo referente en la CNE, se la asesoró en modificaciones en química del circuito secundario elaborándose cronogramas para comprobar consistencia de mediciones químicas, habiéndose comenzado el estudio de transporte de los productos de corrosión tomando muestras de distintos puntos del sistema. Se determinó D_2O_2 en el moderador y se elaboró un modelo probable para explicar la no estequiometría en el gas de cobertura, que se basa en la probable reacción de D_2O_2 con la resina de intercambio iónico.

Se realizaron estudios en planta piloto, escala 1:1, para determinar los parámetros de diseño del sistema de retención de ^{14}C (KPM) para la CNA II. En base a las conclusiones obtenidas, ENACE a proyectado la planta que se instalará en dicha Central.

PROSPECTIVA Y ESTUDIOS ESPECIALES

Energía solar

En el campo fototérmico se finalizó la construcción de un prototipo industrial de concentrador cilíndrico-parabólico para calentamiento de flúidos, y se realizó la construcción de toda la estructura portante y de movimiento del concentrador.

Se continuaron los estudios sobre diferentes tipos de espejos habiéndose seleccionado el empleo de un vidrio laminado en lugar de un templado anteriormente estudiado. Las ventajas son, el empleo de un vidrio más delgado delante del espejado (menor absorción), la completa protección del espejado dado por el vidrio posterior y la posibilidad de utilizar una matriz entera para el curvado con lo cuál se logra mayor precisión. A tal fin se trabajó sobre la técnica necesaria para el doblado del nuevo vidrio con la precisión óptica necesaria, encontrándose la misma en estado avanzado de desarrollo. La ejecución del presupuesto atípico postergó la iniciación de trabajos en el sistema de extracción del calor de la línea de concentradores. Se realizó asesoramiento a una industria nacional en temas de aprovechamiento técnico de la energía solar.

En el marco del Convenio Básico General de Cooperación Científica y Tecnológica entre Argentina y España se concretó a nivel de ambas Cancillerías un programa de "Desarrollo de la tecnología de concentradores de radiación solar" cuya iniciación está programada para comienzos de 1986.

En las tareas de orden teórico se trabajó en una comparación entre diversos modelos de distribución de la radiación en la superficie del sol y su influencia en el diseño de concentradores. Continuaron los estudios de la distribución de intensidad en el plano receptor de paraboloides de revolución perfectos.

En el campo fotovoltaico se completó y elevó al Dpto. de Cooperación Técnica para el Desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas (DTCD/ONU) el Informe de Avance principal referente a la concreción de un proyecto global de desarrollo fotovoltaico a implantarse en el marco de un convenio CNEA-ONU. En el mismo se definieron las tecnologías seleccionadas, los equipos, materiales y demás insumos requeridos y los recursos económicos y humanos necesarios para la instalación de una planta experimental demostrativa de las tecnologías de fabricación de celdas y paneles fotovoltaicos y de un laboratorio para la producción de materiales semiconductores de uso fotovoltaico. Asimismo, incluyó consideraciones sobre el mercado fotovoltaico argentino y las conclusiones de cálculos detallados de costos de producción.

En el marco de una Programa Argentino-Italiano de Cooperación Técnica Bilateral, se elaboró una propuesta para el desarrollo de materiales semiconductores para uso fotovoltaico, ya aceptada por la Cancillería argentina y la contraparte italiana. Para garantizar la implementación de la parte argentina prevista en esta propuesta, se implementó un convenio CNEA-INVAP S.E.

Se avanzó sensiblemente en lo concerniente a la instalación del referido laboratorio para materiales semiconductores para uso fotovoltaico y se inició el ensayo de técnicas de caracterización de celdas fotovoltaicas utilizando facilidades disponibles en otros sectores de la CNEA. Además se brindó asesoramiento a industrias en relación con cuestiones fotovoltaicas.

Fusión Nuclear

Desde el punto de vista programático se decidió concentrar todo el esfuerzo de la División en el actual proyecto Theta Pinch a fin de consolidar una actividad significativa de investigación en física de plasmas experimental con dicha línea.

En el campo experimental, se completó la implementación de las técnicas del diagnóstico de plasma en base a medición de flujo magnético excluido y a la medición localizada de campos magnéticos con el empleo de sondas.

Estas dos técnicas junto con espectroscopía óptica y fotografía ultrarrápida permitirán iniciar el estudio detallado del mecanismo de formación del toroide compacto, siendo necesario completarlas con las técnicas de difusión luminosa Thompson e interferometría laser a efecto de medir la mayor cantidad de parámetros relevantes de los procesos en estudio. A la fecha se ha logrado confirmar experimentalmente la formación de configuraciones toroidales compactas con el Theta Pinch. Las dificultades presupuestarias impidieron continuar con la adquisición del equipamiento faltante del laboratorio, entre ellos los de las técnicas antes mencionadas.

Durante el actual ejercicio se completó un seminario experimental de Licenciatura en Física sobre el tema "Estudio en la formación del plasma en un theta pinch lineal de campo invertido" y se renovó el subsidio otorgado por el O.I.E.A. para apoyo del programa experimental.

En el campo teórico las actividades continuaron centradas en el estudio del equilibrio, estabilidad y transporte de configuraciones toroidales compactas.

Estudios Neutrónicos Avanzados

Se completó un informe sobre el estado actual a nivel mundial de los reactores rápidos reproductores y se realizó un modelo de evaluación del potencial de empleo de estos reactores en el parque nucleoelectrónico argentino.

Se establecieron las bases de las actividades del nuevo grupo "Estudios Neutrónicos Avanzados" habiéndose iniciado acciones a fin de incorporar al mismo personal con experiencia en campos afines.

Se presentaron trabajos en reuniones científicas y se preparó el material de base para una exposición sobre las características del programa argentino en reactores rápidos realizada en la reunión que con motivo de la inauguración de su primer reactor de ese tipo organizó la India.

Energía Eólica

Durante el año en curso se ha continuado con la toma de datos de dirección y velocidad de vientos en torres instaladas y se ha trabajado en la puesta a punto de nuevos programas de computación para su análisis.

DESARROLLO

Gestión Tecnológica

Se basó fundamentalmente en la promoción de proyectos, programas, y convenios que aseguren en el corto, mediano y largo plazo la contribución tecnológica requerida por el ciclo de combustibles del plan nuclear.

En el corto plazo se consolidaron acuerdos con CONUAR S.A., INVAP S.E., ENACE S.A., Instituto Argentino de Siderurgia (IAS), OIEA y convenios bilaterales con la Rep. Federal de Alemania, Francia, Canadá, Italia, China, Rumania, India y Chile.

En el mediano plazo debe destacarse la acción conjunta desarrollada con INVAP S.E. para la exportación a Argelia de una Planta Piloto de Elementos Combustibles, a ejecutarse en tres años.

En el largo plazo se han iniciado estudios en áreas de bioreactores para ingeniería, robótica para ensayos no destructivos destinados al mantenimiento de centrales nucleares y modelos para simulación de comportamiento de elementos combustibles avanzados.

Se lograron avances significativos en el sistema de garantía de calidad y se lograron contratos de asistencia

técnica a la industria para transferir patentes y métodos de tratamientos térmicos. Asimismo se ha participado activamente en el campo de la normalización con el IRAM, ISO e IAS.

En área de formación de recursos humanos se realizaron dos cursos de alcances latinoamericanos: el Curso Anual de Metalurgia y de Elementos Combustibles de Reactores de Investigación. Asimismo se concretaron numerosos cursos de entrenamiento de inspectores de soldadura y ensayos no destructivos.

Se coordinaron también actividades en el Proyecto Celdas Calientes, (CELCA), el cual concretó una celda para ensayos de materiales y tres celdas para inspección de elementos combustibles.

Se realizaron asimismo asesoramientos con expertos en Latinoamérica y otros países, tales como Rumania y Austria (OIEA).

Un profesional del Departamento Materiales obtuvo el premio Noriega Morales de la OEA por sus contribuciones a la ciencia y la técnica en el área de la metalurgia.

Ciencias de Materiales y Químicas

Como resultado de varias líneas de trabajo con sólidos antecedentes, originados en importantes requerimientos de apoyo a las distintas áreas de investigación o desarrollo, ingeniería y producción de la CNEA, se llevaron a cabo numerosas tareas de investigación aplicada y desarrollos que dieron lugar a la publicación o presentación de más de 130 artículos u otros documentos técnicos, en una alta proporción con referato internacional. Además están en desarrollo 26 tesis de doctorado y 5 seminarios.

También se cumplieron tareas de asistencia técnica, asesoramientos y desarrollos especializados para distintos proyectos de la CNEA, así como para la industria privada. Como ejemplo pue-

den citarse tareas de desarrollo y asistencia para el Complejo Fabril Córdoba, Planta Experimental de Agua Pesada, Fábrica de Aleaciones Especiales, Laboratorio de Procesos Radioquímicos, Central Nuclear Atucha I y trabajos gestionados a través del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria.

Las áreas cubiertas incluyen metalografía, difracción y microscopía electrónica, corrosión, fenómenos de transporte, solidificación y fundición, soldadura, daño por irradiación, tratamientos termomecánicos, comportamiento de materiales, fisicoquímica de procesos de enriquecimiento para obtención de agua pesada, electrólisis de sales fundidas (obtención de Zr, Mg, etc.), análisis químico de materiales uraníferos, aceros, aleaciones y otros materiales especiales, incluyendo el uso de las técnicas de espectrometría de masas, espectroscopía de emisión y absorción atómica, fluorescencia de rayos X, electroquímica, análisis de materiales radioactivos y otras.

Ingeniería de Productos

La actividad respecto de combustibles nucleares y desarrollo de procesos se materializó en algunos logros destacables:

- montaje y puesta en marcha de una columna pulsante para la extracción líquido-líquido.
- conclusión de estudios de factibilidad técnica y operativa para un método de separación de Zr-Hf por solventes aminados.
- elaboración en conjunto con INVAP S.E. de una oferta para Argelia de dos plantas piloto: una para tratamiento de minerales y otra para purificación nuclear.
- finalización de la ingeniería de detalle de los elementos combustibles enriquecidos al 20% para reactores de investigación.
- fabricación de barras combustibles de óxidos mixtos (U y Pu) para irradiar en el exterior.

Producción y servicios

En el campo de la producción de elementos combustibles se lograron avances significativos en tecnología de elementos combustibles tipo Embalse, poniendo operativa la línea en CONUAR a partir de noviembre; 24 elementos combustibles alcanzaron el quemado de descarga sin fallas en la central. Además, se recibió la línea de pulvimetalurgia para fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación.

En materia de prestaciones tecnológicas se realizaron servicios de ensayos no destructivos a las Centrales Nucleares de Embalse y Atucha I y se asistió al Programa Regional de Ensayos No Destructivos (PREND) en su acción regional y latinoamericana.

Deben destacarse también los servicios químicos y metalúrgicos consistentes en análisis químicos, determinaciones fisicoquímicas, estudios metalúrgicos, análisis de superficies, etc. Estas tareas vienen brindando una infraestructura especializada indispensable para el desarrollo nuclear, que excede el nivel local en su magnitud y en sus exigencias técnicas.

Circuito experimental de alta presión (CEAP)

El objetivo de esta actividad es el ensayo de elementos combustibles, componentes críticos de reactores, bombas de gran potencia y caudal, la simulación de procesos termohidráulicos y mecánicos y la adquisición de experiencia en los problemas característicos de la industria nuclear y convencional.

Durante 1985, operando esta instalación ubicada en el Centro Atómico Ezeiza (C.A.E.), se prestaron los siguientes servicios de ensayos:

- La KRAFTWERK UNION A.G. y el Departamento Combustibles Nucleares se encuentran realizando modificaciones en el diseño de combustible CNA II, debiéndose repetir un nuevo ensayo de durabilidad, de larga duración.

- Se cumplió con el ensayo de desgaste del elemento combustible tipo CANDU solicitado por la Gerencia de DESARROLLO.

A los efectos de poder realizar este ensayo, fue necesario diseñar y construir una facilidad de ensayo que reprodujera las condiciones de desplazamiento del elemento combustible dentro de un tubo de presión CANDU.

Proyecto Planta Piloto de Fabricación de Aleaciones Especiales.

El objetivo de este Proyecto es desarrollar la tecnología de fabricación de tubos de calidad y uso nuclear, y de semiterminados de aleación de circonio, para su transferencia a nivel industrial. En este sentido se continuó durante el ejercicio con las tareas de apoyo al Proyecto Fábrica de Aleaciones Especiales (F.A.E.), asumiendo P.P.F.A.E. la responsabilidad de los trabajos de Garantía y Control de Calidad de las partidas de vainas ATUCHA-I y CANDU destinadas a la producción de Elementos Combustibles Nucleares.

Las actividades del PROYECTO PLANTA PILOTO FAE durante 1985 se orientaron en dos direcciones claramente diferenciadas.

Por una parte continuar con todas las actividades relacionadas con el desarrollo de la tecnología de vainas combustibles ATUCHA-I y CANDU, así como la participación en el suministro industrial de vainas.

Por otra parte consolidar las actividades relacionadas con el desarrollo de componentes, principalmente tubos TREX y canales combustibles (tubos de calandria y presión).

En relación a la tecnología de vainas combustibles, se terminaron satisfactoriamente todas las tareas de fabricación y control correspondientes a las partidas P.A. (ATUCHA-I) y P.C. (CANDU). También se ha completado la transferencia a F.A.E. de las técnicas de inspección visual y ensayos destructivos.

Los mayores avances del Proyecto en las actividades de control se realizaron en las tareas de certificación del producto terminado e inspección por ultrasonido.

Por último se concluyó la etapa experimental sobre el comportamiento de la fluencia mecánica del circonio a 400°C.

En relación a la tecnología de tubos de grandes dimensiones se avanzó fundamentalmente en la puesta en operación de la laminadora HPTR-60-120 necesaria para laminar los tubos de presión y de calandria. Como parte del programa de puesta a punto y de desarrollo de la tecnología se ha podido procesar satisfactoriamente tubos soldados de acero inoxidable de dimensiones comparables a los tubos de calandria y tubos sin costura de acero al carbono y de alto espesor de pared (6 mm), similares a los tubos extrudados a partir de los cuales se obtienen los tubos de presión.

En relación a la tecnología de tubos TREX se contrataron con la industria local los servicios necesarios para realizar su fabricación durante el año 1986. Estos servicios incluyen la forja de lingotes, el mecanizado de tocho de extrusión, la operación de extrusión, el posterior acondicionado de los tubos extrudados y las dos etapas de laminación de desbaste hasta tubos TREX. También se ha contratado el instrumental de extrusión necesario.

También en relación con el tema se realizaron las siguientes tareas:

- Se continuó con el desarrollo de la tecnología de lingotes de Zry-4, tanto en lo relacionado con fundición a partir de esponja y aleantes como a partir de dichos componentes y de material de descarte "tipo fino" adecuadamente recuperados. Este tipo de material está formado por pedazos de vainas y/o virutas obtenidas del mecanizado de grandes trozos de vainas de Zry-4. En relación al proceso de recuperación se concluyó el desarro-

llo de una técnica de desangre alcalino a alta temperatura para eliminar residuos grasos construyéndose para esto un equipo de laboratorio específico y de operación manual apto para procesar pequeñas cantidades. El grado de limpieza del material desengrasado es aceptable para los pasos posteriores de soldadura por haz electrónico y de fundición bajo vacío.

- Se concluyó con la producción de una partida de vainas experimentales tipo ATÜCHA-I y tipo CANDU, fabricados a partir de tubos TREX extrudados en el país.

Instrumentación y control

Esta actividad tiene como objetivo la normalización, desarrollo, construcción, instalación, puesta en marcha y mantenimiento de sistemas y equipos electrónicos para medición, control y seguridad de instalaciones nucleares y de experiencias científicas.

En el área de reactores nucleares se prosiguió con el desarrollo de varios de los componentes modulares de sistemas del reactor CNA-II.

Asimismo y para la misma Central se construyeron y ensayaron prototipos de laboratorio de los instrumentos de la cadena de medición con detectores autoenergéticos y se prepararon parcialmente las pruebas teóricas que exigen las normas.

Podemos destacar entre los sensores que se están desarrollando para dicha central:

- Cámara de ionización compensada, detectores neutrónicos y tecnología asociada (detectores, borados, sellos, cerámica-metal, soldaduras por fricción, etc. así como el programa básico de calificación de los mismos.

- Cámaras de ionización de alta sensibilidad (detectores gamma) y tecnología asociada (contenedor de alta presión para medición, purificación y manejo de gases de llenado, etc).

En apoyo a la CNE se ha desarrollado, instalado y puesta en marcha un indicador de posición y un anunciador de alarmas de la máquina de recambio de combustible.

Para el RP-10 se concluyó con la redacción de los procedimientos de ensayos funcionales de los subsistemas de la instrumentación convencional y se avanzó el 90% en la de los conjuntos de instrumentos de la instrumentación nuclear y el 50% en la correspondiente a los subsistemas que componen esta última.

Se continuó con la redacción de la ingeniería de montaje de la instrumentación RP-10, la que está prácticamente concluida.

Proyecto tratamiento de combustibles nucleares irradiados

El objetivo más importante del re-tratamiento de combustibles nucleares irradiados es el de multiplicar las reservas de combustibles nucleares a la vez de posibilitar una más segura disposición de los residuos radiactivos generados por los reactores nucleares.

El Proyecto L.P.R. (Laboratorio de Procesos Radioquímicos) tiene como meta dotar al país del conocimiento tecnológico necesario para poseer capacidad de decisión y realización en este fundamental eslabón del ciclo de combustibles.

Debido a problemas presupuestarios se vió afectada la actividad de la construcción y montaje del Laboratorio de Procesos Radioquímicos (L.P.R.) no variando sustancialmente el avance global alcanzado del 70%.

Dada la situación del país y la trascendencia del proyecto fue necesario concentrar los esfuerzos en un plan menos ambicioso que el establecido anteriormente.

De esta manera se pudo dar continuidad a la obra e intensificar la actividad en el desarrollo de la tecnolo-

gía de reprocesamiento y residuos radiactivos.

Se estableció un replanteo del proyecto que consistió en:

- Suspender toda actividad relacionada con el módulo de ampliación.
- Definir el tipo de combustible que será reprocesado en la primera campaña, decidiéndose que será de uranio natural con un tiempo mínimo de enfriamiento de 8 años.
- Limitar las instalaciones de residuos, pretratamiento y almacenamiento, a las dimensiones necesarias para la producción del material fisil requerido en el programa de demostración de Elementos Combustibles con óxidos mixtos.
- Redefinir la capacidad y tipo de transporte de Elementos Combustibles irradiados.
- Optimizar el uso de las instalaciones de la planta.

Lo indicado en este último punto decidió el traslado de la Facilidad alfa (a) del Centro Atómico Constituyentes al Laboratorio de Procesos Radioquímicos (L.P.R.).

Asimismo se utilizó parte de la infraestructura del L.P.R. para el proyecto CELCA (Celdas Calientes) que se encuentra en plena construcción como ampliación del L.P.R.

También con miras a la optimización del L.P.R. se decidió utilizar las celdas de plomo del mismo para distintas necesidades de control y el estudio radioquímico de materiales irradiados.

Dado el escaso avance con que se desarrollaron las obras del L.P.R., las pruebas preoperacionales, recepción parcial de la planta y sus servicios, planificadas para ser ejecutadas en este ejercicio, no pudieron ser realizadas.

Por esta razón se decidió trabajar en la terminación de la infraestructura de la planta y efectuar la recepción transitoria de las áreas de proceso en las condiciones existentes.

Los lineamientos especificados fueron complementados por las siguientes tareas realizadas:

- Se realizó un análisis y revisión general de las instalaciones del proyecto Laboratorio de Procesos Radioquímicos (LPR).
- Se concluyó la ingeniería conceptual del pretratamiento y almacenamiento de residuos radioactivos del L.P.R. en la dimensión redefinida.
- Se habilitó el laboratorio de triple altura equipado para la extracción por solventes en escala 1:1. Allí se procedió a verificar el comportamiento de unidades de extracción similares a las ya instaladas en planta L.P.R. y resolver anticipadamente los problemas que se pudieran presentar en la puesta en marcha.
- Se replanteó el tratamiento final de plutonio (Tail End), a efectos de optimizar el proceso y el equipamiento, con ese objetivo se dispuso realizar un montaje experimental en escala 1:1 utilizando materiales de fácil manipulación en cajas de guantes.
- Se inició el montaje de un espectrómetro de masa para el control analítico del L.P.R.
- Se fabricó uranio metálico enriquecido para el combustible del Reactor RA-3.
- Se continuó con el montaje de las instalaciones electromecánicas de proceso y servicios de la planta L.P.R.
- Se iniciaron las construcciones externas de la planta L.P.R. (pavimentos, cerco perimetral, iluminación exterior, etc.).
- Se trasladó el personal de operación a la planta L.P.R.
- Se inició el estudio por simulación del funcionamiento fluidodinámico de la planta L.P.R.

PLANTA EXPERIMENTAL DE AGUA PESADA

En el año 1985 el Proyecto Planta Experimental de Agua Pesada alcanzó un grado de avance del 91%. Este avance resultó menor al programado debido a problemas presupuestarios, falta de pagos en término e inconvenientes con las importaciones de suministros del área de procesos de la planta.

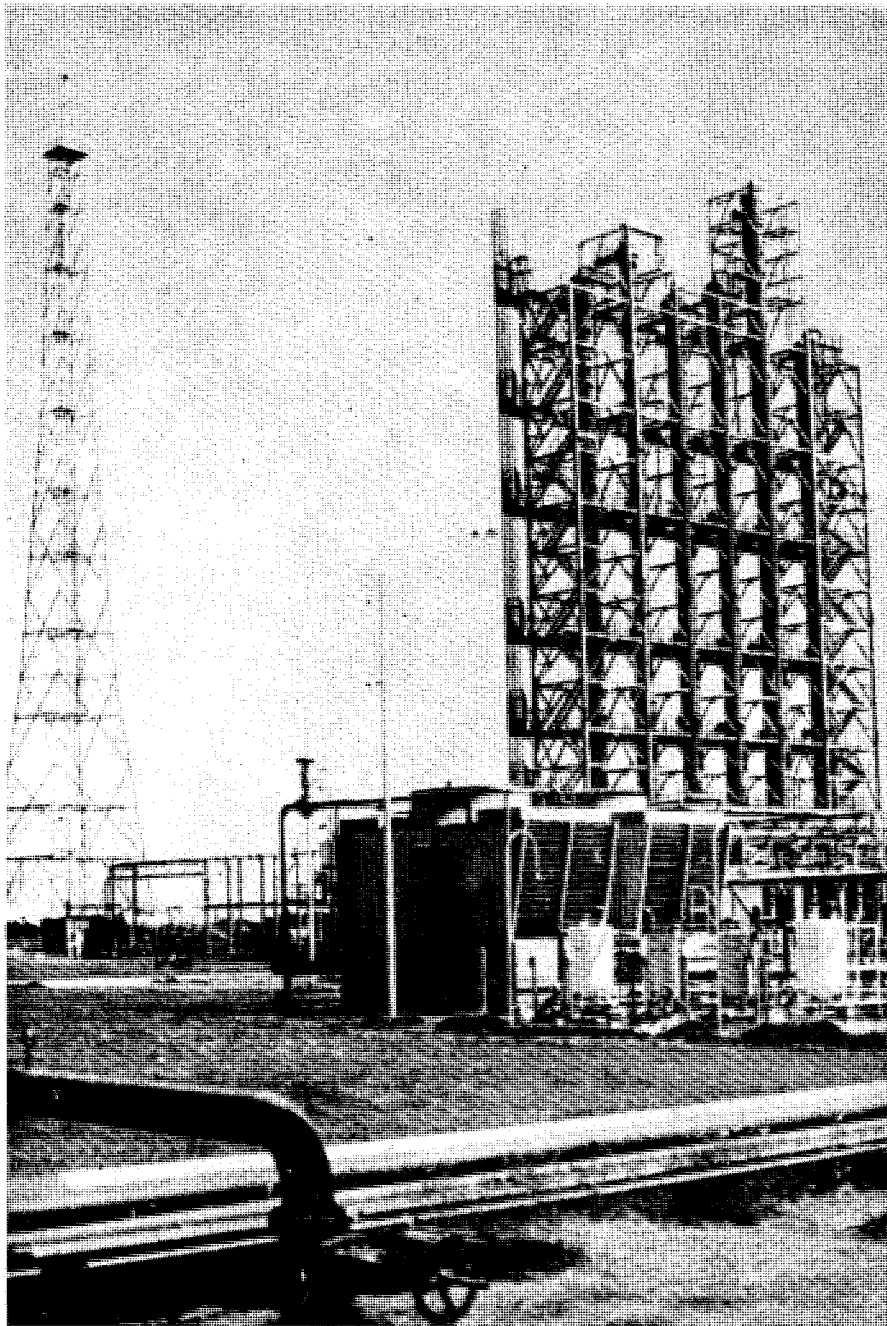
Durante este año se elaboró un Acta de Reestauración Contractual con la contratista principal a fin de adecuar el contrato a las circunstancias actuales por las que atraviesa la PEAP.

Así mismo hubo un avance del 4,5% en la obra PEAP debido a la finalización y entrega a CNEA de los servicios auxiliares de la planta y entrega de recipientes correspondientes al área de proceso.

Se finalizó la obra civil del edificio de Sala de Control y se continuó con los suministros y ensayos de los equipos para la planta de Generación de Sulfhídrico (PGS) cuya construcción se realiza en el predio de la PEAP (Contrato con INVAP S.E.).

Durante el presente año continuaron las actividades del Departamento Operación destinados a asegurar la disponibilidad de los recursos humanos, técnicos, administrativos y materiales necesarios para la recepción de las instalaciones y posterior operación y mantenimiento de la planta. Se instalaron el cromatógrafo iónico y el espectrómetro de masa permitiendo de este modo iniciar los trabajos.

Con relación a las tareas de investigación y desarrollo que realiza este proyecto, prosiguieron los estudios sobre pasivación de aceros, análisis químicos e isotópicos, prototipo de intercambiador, construcción del lazo experimental de circulación de sulfhídrico (LECS) y el circuito experimental para ensayo de materiales e instrumentos (CEMI).



Torres de proceso y agua de enfriamiento
Planta Experimental de Agua Pesada

INFRAESTRUCTURA Y ASPECTOS GENERALES

ASUNTOS INTERNACIONALES

Durante el año 1985 se participó en cuatro reuniones de la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) celebradas en la sede del mismo en el Centro Internacional de la Ciudad de Viena, República de Austria, en los meses de febrero, junio, septiembre y octubre, en cumplimiento del mandato recibido por nuestro país en ocasión de la XXVIII Reunión Ordinaria de la Conferencia General del OIEA (Viena-septiembre de 1984) al resultar electo para ocupar el cargo de gobernador por un período de dos años (1985/1986), en los términos del artículo VI.A.2 del Estatuto, en representación de la Región América Latina.

También se asistió a la XXIX Reunión Ordinaria de la Conferencia General del OIEA, celebrada igualmente en Viena del 23 al 27 de septiembre, y se participó en las reuniones de diversos comités y grupos de expertos convocados por el Organismo para tratar diversos aspectos de la actividad nuclear, en particular en las del Comité para el Aseguramiento de los Suministros (CAS) y en las del Programa de Seguridad Nuclear y Protección Ambiental (NUSS).

Se continuó brindando asistencia técnica a través del Programa de Cooperación Técnica del OIEA mediante la aceptación de becarios y la presentación de servicios de expertos, a los países de la Región América Latina en general y a Irán, Pakistán y Yugoslavia fuera del área regional.

Por quinto año consecutivo se realizó en Buenos Aires, con el copatrocinio del OIEA, el "Curso Interregional de Post-Grado en Protección Radiológica y Seguridad Nuclear", asistiendo al mismo becarios de países latinoamericanos y de Filipinas y Marruecos. También y con idéntico copatrocinio, se celebraron en nuestro país, por primera vez, el "Curso regional para la formación de capacitadores en procesos de datos en radioinmunoanálisis", el "Curso interregional de capacitación en la planificación energética en países en desarrollo, atendiendo en especial a la energía nuclear" y el "Curso interregional sobre garantía de calidad", todos ellos con una alta participación de becarios extranjeros.

Siempre en el ámbito del OIEA, en 1985 se materializó el ingreso de nuestro país, en calidad de donante, en el Programa "Arreglos regionales cooperativos para la promoción de la ciencia y la tecnología nucleares en América Latina", comúnmente conocido como Programa ARCAL.

En el ámbito de la Organización de Estados Americanos (OEA), se continuó apoyando a la Comisión Interamericana de Energía Nuclear (CIEN), según las ofertas que se formularan en oportunidad de su XIII Reunión General Ordinaria celebrada en Caracas en enero de 1984.

También en el ámbito de la OEA se concretó la realización en el país por quinta vez consecutiva, del "Curso de Metalurgia y Tecnología de Materiales", en el que participaron cursantes de América Latina.

Siempre en vinculación con la OEA se materializó asimismo la realización "II Curso regional sobre tecnología de elementos combustibles para reactores de investigación", en el marco del "Convenio tripartito OEA, Argentina y América Latina y el Caribe", en el que se otorgaron becas a participantes del área regional.

Por último, siempre en el mismo plano regional, la CNEA dictó, por iniciativa propia, el "Curso de Post-Grado en Ingeniería Nuclear", el "Curso regional de aplicación de radioisótopos en Medicina Veterinaria", el "Curso regional de aplicación de radioisótopos en Bioquímica" y el "Seminario Taller sobre instrumentación y garantía de calidad en Medicina Nuclear", en todos los cuales se otorgaron becas a cursantes del área latinoamericana.

En el plano de las relaciones bilaterales con los países del área regional se mantuvo la excelente cooperación existente. En tal sentido merece especial mención la firma del Plan de Acción 1985/1986 con el Instituto para Asuntos Nucleares de Colombia. Se concretaron, además, acciones de cooperación con los organismos nucleares de las Repúblicas de Bolivia, Chile, Ecuador, Perú, Paraguay y Uruguay.

También en el Plano bilateral pero fuera del área regional, cabe destacar la firma en Beijing, el 19 de abril, del "Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de República Popular China para la cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear". Asimismo, la iniciación de acciones de cooperación con instituciones nucleares de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, la intensificación de la cooperación con la Comisión de Energía Atómica de la República de la India y el establecimiento de muy firmes relaciones de cooperación con la Comisión de Nuevas Energías de la República Argelina Democrática y Popular. Ello sin olvidar las siempre fructíferas relaciones de cooperación ya existentes con instituciones diversas de la República Federal de

Alemania, de Francia y de Bélgica, a las que se están agregando las en proceso de establecer con España e Italia. Siempre dentro de este plano merecen también especial mención las visitas que realizaron a instalaciones nucleares argentinas delegaciones de alto nivel del campo nuclear de la Academia de Ciencias de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, de la Comisión de Energía Atómica de la República de la India y de la Organización de Energía Atómica de la República Islámica de Irán, todas las cuales permitieron establecer o acrecentar promisoriamente relaciones de cooperación con dichos países.

Por fin, resulta igualmente remarkable el hecho de que se asociaran a los festejos realizados en el Centro Atómico Bariloche en celebración del XXXV aniversario de la creación de la CNEA y el XXX aniversario de la creación del Instituto Balseiro, delegaciones de alto nivel de organismos nucleares de las hermanas Repúblicas de Bolivia, Brasil, Chile, Guatemala, Paraguay, Perú y Uruguay.

PROYECTO CENTRO ATOMICO PERU

Durante el ejercicio se han continuado, si bien a un ritmo inferior al originalmente previsto por demoras en las obras civiles ejecutadas por el IPEN, las tareas de montaje electromecánico de responsabilidad de la CNEA.

El avance acumulado de la obra total del Proyecto alcanzó el 81,7% a diciembre de 1985. En lo relativo al RP-10, se ha alcanzado el 70% del montaje de los componentes embutidos en el blindaje biológico, de los sistemas de refrigeración (primario y secundario) y de los sistemas de tratamiento de aguas, y se ha completado la fabricación de estructuras y mecanismos (tanto nucleares como convencionales), de los tableros eléctricos y las bandejas portacables. El hecho más significativo del ejercicio fue el comienzo de la obra civil del block del reactor, y de las tareas de montaje de los sistemas de ventilación del RP-10, los laborato-

rios anexos y la Planta de Producción de Radioisótopos.

Se inició asimismo la construcción de las mesadas y campanas radioquímicas para la PPR y el Centro Nacional de Protección Radiológica y Servicios Médicos.

Se continuó además, con renovado ritmo, con el programa de capacitación y entrenamiento de profesionales y técnicos peruanos.

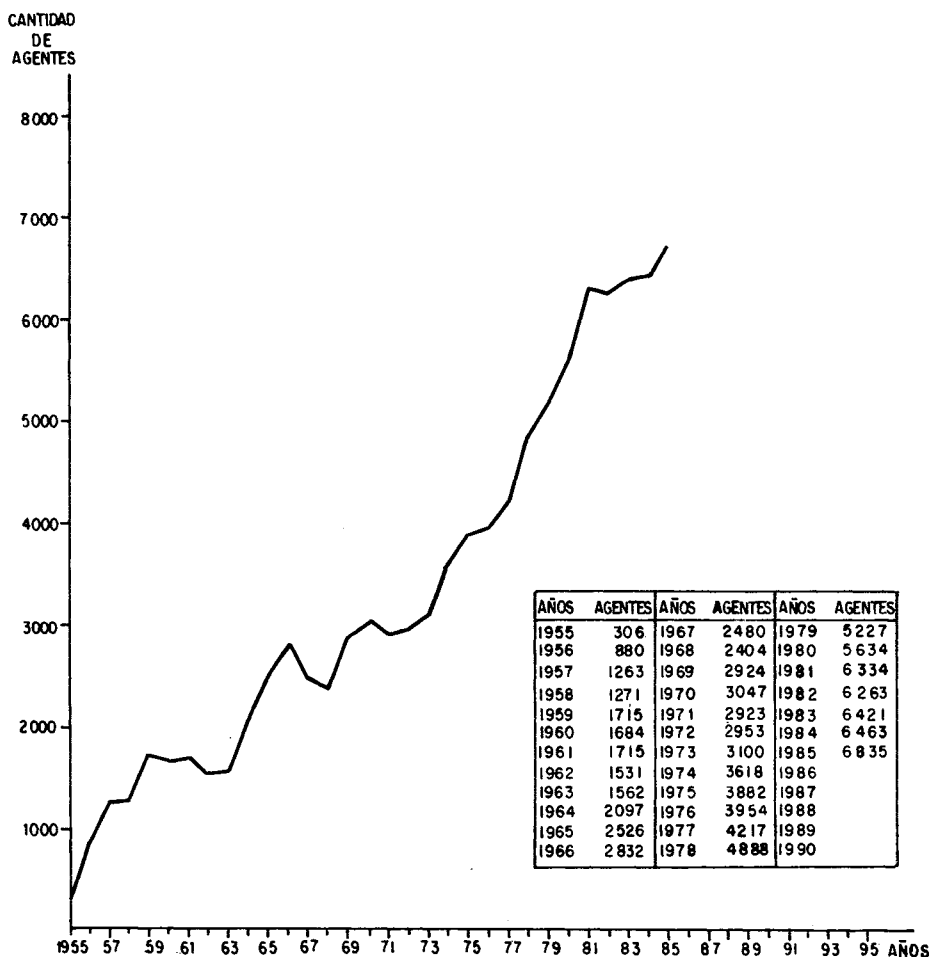
Durante el año 1985 la actividad nuclear argentina dió un paso de significación en lo que hace a la cooperación con países extralatinamericanos al concretarse en mayo importantes acuerdos con la República Argentina Democrática y Popular.

Ellos prevén la construcción, por parte de INVAP SE, de un reactor de investigación y entrenamiento de 1 MW para el Commissariat aux Energies Nouvelles de dicho país. Paralelamente, se dio comienzo a un intenso plan de capacitación de profesionales argelinos en diferentes áreas de las aplicaciones de la energía nuclear.

RECURSOS HUMANOS

Apreciamos en el gráfico la evolución a través de los años de la cantidad de personal que cuenta la institución, al finalizar el año contaba con 6.835 agentes y la tabla nos muestra la distribución geográfica de los profesionales, técnicos, administrativos y personal de apoyo.

RECURSOS HUMANOS TOTALES DE CNEA



| | Profesio- nales | % | Técnicos | % | Adm. y personal de apoyo | % | TOTAL | % |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------|------------|--------------------------------|------------|--------------|------------|
| Sede Central | 386 | | 365 | | 544 | | 1.295 | |
| Arribefios | 149 | | 118 | | 111 | | 378 | |
| Casa Cuba | 24 | | 21 | | 12 | | 57 | |
| Casa Monroe | 74 | | 55 | | 45 | | 174 | |
| Proyecto Perú | 20 | | 23 | | 7 | | 50 | |
| Total Capital Federal | 653 | 34 | 582 | 30 | 719 | 24 | 1.954 | 28 |
| C.A.C. | 394 | | 283 | | 463 | | 1.140 | |
| C.A.E. | 370 | | 373 | | 466 | | 1.209 | |
| C. Nuclear Atucha | 68 | | 143 | | 221 | | 432 | |
| Total Prov. Bs. As. | 832 | 44 | 799 | 42 | 1.150 | 38 | 2.781 | 41 |
| Salta | 10 | | 10 | | 33 | | 53 | |
| Total Regional Noroeste | 10 | 1 | 10 | 1 | 33 | 1 | 53 | 1 |
| Mendoza Capital | 15 | | 27 | | 67 | | 109 | |
| San Rafael | 3 | | 1 | | 8 | | 12 | |
| Malargue | 7 | | 18 | | 130 | | 155 | |
| Sierra Pintada | 22 | | 38 | | 102 | | 162 | |
| Total Regional de Cuyo | 47 | 2 | 84 | 4 | 313 | 10 | 438 | 6 |
| Córdoba Capital | 12 | | 10 | | 23 | | 45 | |
| Complejo Fabril Córdoba | 36 | | 60 | | 165 | | 261 | |
| C. Nuclear Embalse | 121 | | 221 | | 282 | | 624 | |
| Otros destinos | 1 | | — | | — | | 2 | |
| Total Regional Centro | 170 | 9 | 291 | 15 | 470 | 16 | 931 | 14 |
| Trelew | 8 | | 14 | | 52 | | 74 | |
| Chubut | 3 | | 1 | | 4 | | 8 | |
| C.A. de Bariloche | 152 | | 126 | | 244 | | 522 | |
| Neuquén Arroyito | 25 | | 21 | | 28 | | 74 | |
| Total Regional Patagonia | 188 | 10 | 162 | 8 | 328 | 11 | 678 | 10 |
| Gran Total | 1.894 | 100 | 1.928 | 100 | 3.007 | 100 | 6.835 | 100 |

GESTION ECONOMICA FINANCIERA

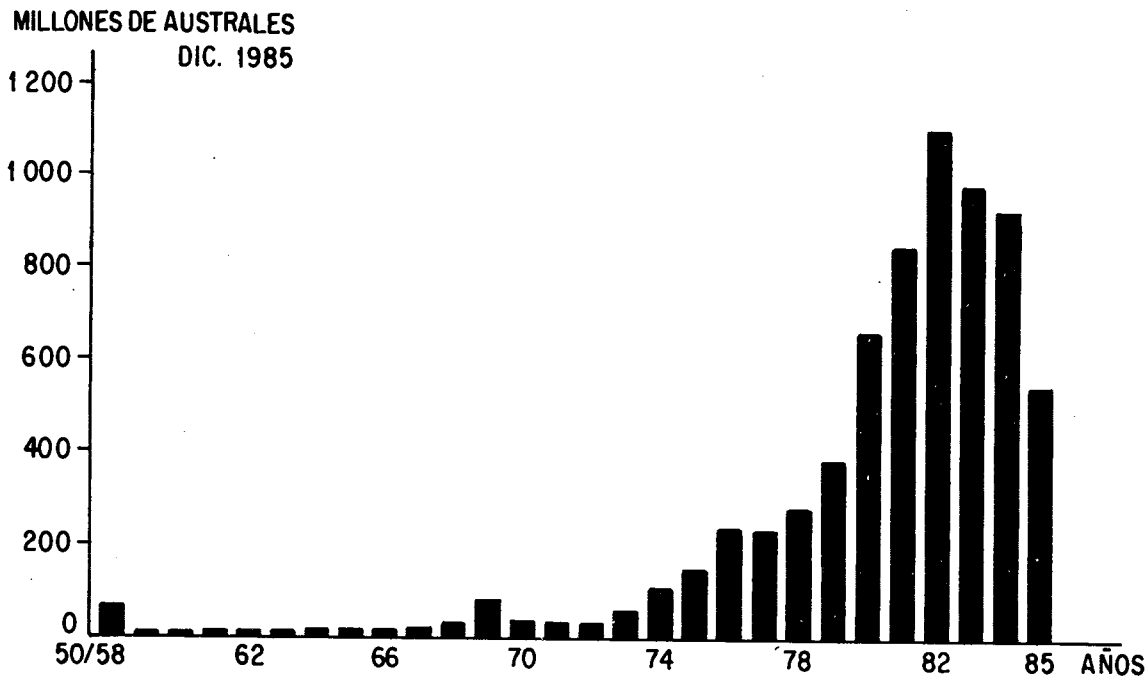
A nivel presupuestario se trabajó hasta noviembre con la prórroga de los créditos del Ejercicio 1984, en un todo de acuerdo a lo establecido en la Ley de Contabilidad. Luego dicho crédito fue incrementado en los Incisos 11 y 31 para solventar los aumentos salariales.

Así también en agosto fueron reajustados los créditos otorgados, a fin de adecuar las partidas operativas a las reales necesidades del momento. La Ley de Presupuesto del año 1985 fue sancionada tardíamente y distribuidos sus créditos mediante Decreto de fecha 31/10/85.

La demora en la sanción de la Ley Presupuesto, las limitaciones en el uso de los créditos de prórroga, los problemas de desajuste de precios, la aplicación del desagio debido a la modificación de la moneda, la lenta provisión de fondos que aporta el Tesoro Nacional y la falta de autorización en el uso de divisas, producen y conllevan dificultades adicionales para el cumplimiento de los objetivos de la C.N.E.A.

La distribución del Presupuesto para el año 1985 por programa, por fuente de financiación y por inciso se detalla en el Cuadro I, la distribución de las erogaciones por inciso y por programa en el Cuadro II. Se adjunta además un gráfico de los presupuestos otorgados a la Institución a partir de su creación.

PRESUPUESTO 1950-1985



CUADRO I
(En Australes corrientes)

| PRESUPUESTO TOTAL AÑO 1985: A 401.119.000 | IMPORTE A | % |
|--|----------------|-------|
| POR PROGRAMA: | | |
| I. Instalaciones de Centrales | 154.719.638,00 | 38,57 |
| II. Radioisótopos y Radiaciones | 6.542.911,00 | 1,63 |
| III. Investigaciones Nucleares | 39.488.991,00 | 9,84 |
| IV. Protección Radiológica y Seguridad Nuclear | 1.511.477,00 | 0,38 |
| V. Dirección, Capacitación y Apoyo | 99.811.917,00 | 24,88 |
| VI. Suministros a Centrales Nucleares | 71.702.066,00 | 17,88 |
| EROGACIONES NO PROGRAMADAS: | | |
| Amortización de Deudas | 22.369.000,00 | 5,58 |
| Adelantos a Proveedores y Contratistas | 4.973.000,00 | 1,24 |
| POR FINANCIACION: | | |
| Recursos Corrientes no Tributarios | 54.478.000,00 | 13,58 |
| Uso del Crédito Instituciones Financieras M.E. | 42.943.000,00 | 10,71 |
| Proveedores y Contratistas M.E. | 1.241.000,00 | 0,31 |
| Remanentes de Ejercicios Anteriores | -- | -- |
| Por adelantos otorgados a Proveedores y Contratistas | | |
| En ejercicio Anterior | 16.000,00 | |
| Por Contribuciones de la Administración Nacional | 302.441.000,00 | 75,40 |
| POR INCISO: | | |
| 11. Personal | 18.418.000,00 | 4,59 |
| 12. Bienes y Servicios No Personales | 68.395.269,00 | 17,05 |
| 21. Intereses de la Deuda | 114.550.000,00 | 28,56 |
| 31. Transferencias para Financiar Erogaciones Corrientes | 558.787,00 | 0,14 |
| 41. Bienes de Capital | 3.379.812,00 | 0,84 |
| 42. Construcciones | 168.439.132,00 | 41,99 |
| 51. Bienes Preexistentes | 36.000,00 | 0,01 |
| 81. Amortización de Deudas | 22.369.000,00 | 5,58 |
| 91. Adelantos a Proveedores y Contratistas | 4.973.000,00 | 1,24 |

CUADRO II
(en Australes corrientes)

| | I | II | III | IV | V | VI | Total |
|---|-----------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | Suministro de Energía | Aplicación de Radiaciones | Investigaciones Nucleares | Protección Radiológica | Capacitación y Apoyo | Suministros a C. Nucleares | |
| *Personal | Créd Comp | 3.693.903,00 1.265.248,00 1.263.107,99 | 4.856.800,00 4.856.017,04 | 757.111,00 753.894,70 | 4.330.604,00 4.305.674,77 | 3.514.334,00 3.512.092,78 | 18.418.000,00 18.350.685,83 |
| *Bienes y Serv. no Personales | Créd Comp | 33.930.890,00 29.308.647,91 | 3.638.664,00 2.996.348,01 | 299.881,00 231.909,20 | 21.357.702,00 18.710.881,84 | 6.087.189,00 5.294.113,44 | 68.395.269,00 59.298.532,80 |
| *Intereses de la Deuda | Créd Comp | 33.110.241,00 16.625.226,65 | | | 72.272.252,00 72.077.612,45 | 9.167.507,00 8.872.997,25 | 114.550.000,00 97.575.836,35 |
| *Tranf. para financiar Erog. Corrientes | Créd Comp | | 10.000,00 10.000,00 | | 548.787,00 466.049,83 | | 558.787,00 476.049,83 |
| *Bienes de Capital | Créd Comp | 40.035,00 8.148,40 | 1.830.438,00 1.780.437,50 | 32.093,00 29.029,57 | 960.854,00 861.432,51 | 3.672,00 588,60 | 3.379.812,00 2.963.316,45 |
| *Construcciones | Créd Comp | 83.908.569,00 82.714.982,70 | 29.153.089,00 26.599.762,97 | 422.392,00 363.247,38 | 341.718,00 47.786,49 | 52.929.364,00 45.753.362,38 | 168.439.132,00 156.155.343,18 |
| *Bienes Preexistentes | Créd Comp | 36.000,00 0,00 | | | | | 36.000,00 0,00 |
| *Amortización Deudas | Créd Comp | | | | | | 22.369.000,00 20.580.518,89 |
| *Adelantos a Proveedores y Contratistas | Créd Comp | | | | | | 4.973.000,00 3.203.291,35 |
| | Créd Comp | 154.719.638,00 132.316.904,21 | 39.488.991,00 36.242.565,52 | 1.511.476,00 378.080,85 | 99.811.917,00 96.469.437,89 | 71.702.066,00 63.433.154,45 | 401.119.000,00 358.603.574,68 |