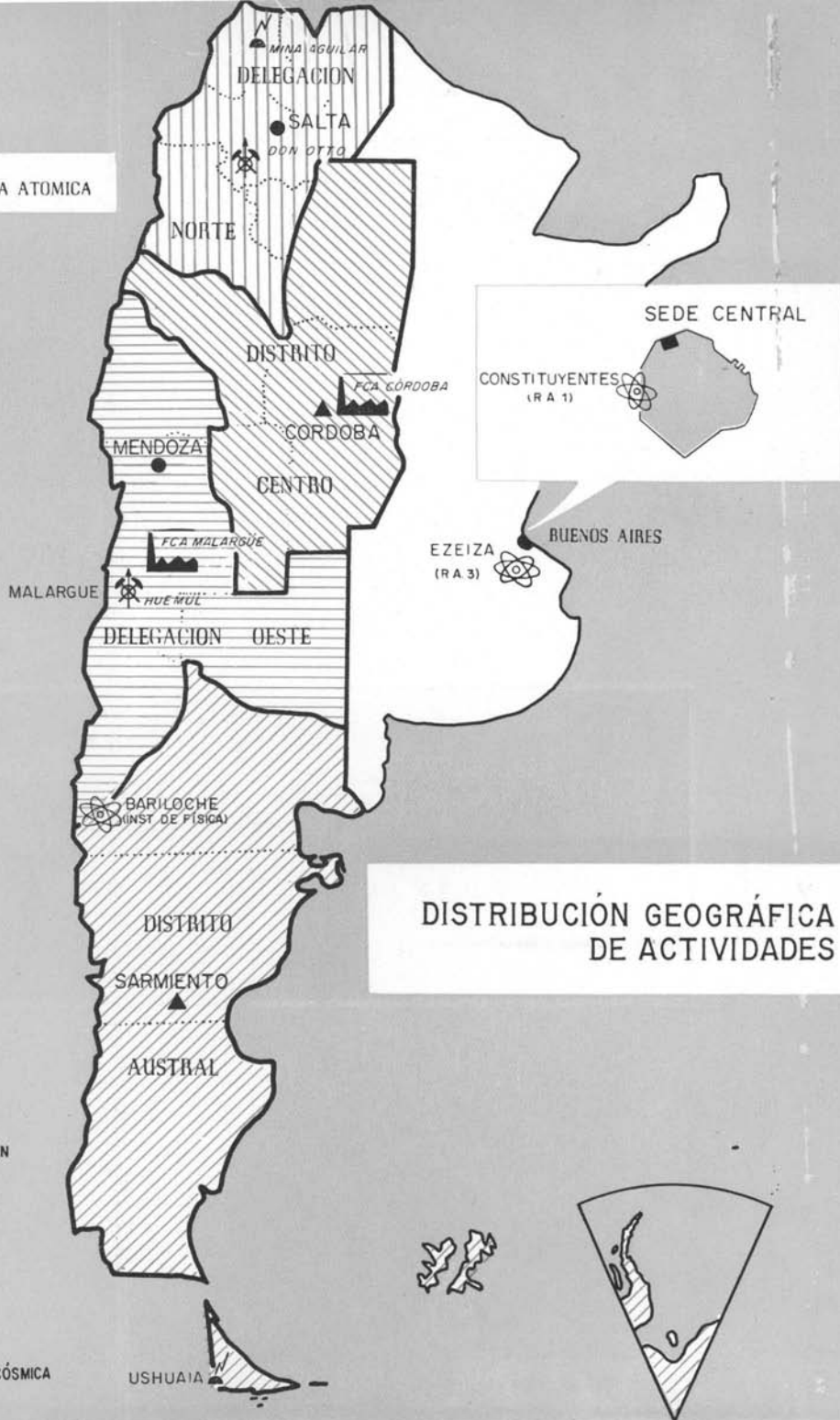


REPÚBLICA ARGENTINA
COMISIÓN NACIONAL
DE
ENERGÍA ATÓMICA

MEMORIA ANUAL

1964

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ACTIVIDADES

REPÚBLICA ARGENTINA
COMISIÓN NACIONAL
DE
ENERGÍA ATÓMICA

MEMORIA

CORRESPONDIENTE AL EJERCICIO
I-XI-1963 AL 30-X-1964

PRESIDENCIA
DE LA NACIÓN



SUMARIO

<u>INTRODUCCION</u>	5
I. PRODUCCION	9
A - MATERIAS PRIMAS	11
B - ELEMENTOS COMBUSTIBLE	23
C - RADIOISÓTOPOS	31
II. REACTORES	39
III. INVESTIGACION Y DESARROLLO	53
IV. CAPACITACION	99
V. RELACIONES EXTERIORES	109
VI. SERVICIOS TECNICOS AUXILIARES	123
VII. ADMINISTRACION	133
<u>APENDICE:</u>	
<i>publicaciones de la CNEA</i>	145

INTRODUCCION

La presente Memoria reseña las actividades cumplidas por la Comisión Nacional de Energía Atómica durante el año fiscal comprendido entre el 1º de noviembre de 1963 y el 30 de octubre de 1964.

Este ejercicio representa el décimocuarto año consecutivo de vida de la CNEA y a semejanza de lo que sucede en la evolución humana, señala el paso de un período previo de capacitación y logro de la propia experiencia básica, a una etapa de productividad y retribución a la sociedad —en realizaciones de positivo beneficio público— del apoyo y la confianza depositadas en la institución por el país.

En efecto, el año 1964 jalona la culminación de un ciclo necesario y fundamental iniciado en 1950, cuya resultante, sintetizada en los puntos siguientes, permite emprender ahora una acción de efectivos alcances, basada en realizaciones de concreto interés nacional:

- 1º Comprobación de la existencia de una reserva de uranio que respalda un plan de energía nuclear, asegurando la independencia energética en este campo;*
- 2º Capacidad para producir la materia prima básica a usar como combustible nuclear;*
- 3º Capacidad tecnológica para la fabricación de elementos combustibles para los reactores;*
- 4º Capacidad científica y tecnológica para resolver y aconsejar en todo lo que a reactores y aprovechamiento de la energía nuclear se refiere, respaldada por realizaciones ya experimentadas y comprobadas, tales como los reactores RA-0, RA-1, RA-2 y RA-3.*

- 5º *Respaldo científico asegurado por la capacidad y número de científicos y sus posibilidades operativas; y*
- 6º *Capacidad para asegurar la tranquilidad y salvaguardia de la población en cuanto a peligros por radiaciones se refiere, apoyada por un plantel experimentado y competente de prestigio internacional.*

Hemos llegado así a lo que podemos considerar el término del periodo de obtención de la propia experiencia y del soporte básico necesario. Ello nos permite iniciar el próximo año un programa cuyos objetivos fundamentales son:

- a) Crear mediante todos los recursos de competencia de la CNEA, las condiciones que posibiliten la incorporación de la energía nuclear al desarrollo energético nacional;*
- b) Fomentar la producción y aplicación de los radioisótopos y las fuentes de radiación, en beneficio de la salud y el bienestar de la población;*
- c) Intensificar la investigación y el desarrollo, como apoyo fundamental a los programas nucleares y a la posibilidad de evolución futura; y*
- d) Promover el desarrollo y la capacitación de las condiciones tecnológicas industriales del país, para llevarlas al nivel que permita una participación cada vez mayor de la actividad nacional en los programas nucleares.*

La etapa que se inicia y cuya duración abarcará el lapso comprendido entre los años 1966 y 1972, requiere un proceso intermedio de acomodación y transformación que llevará todo el ejercicio 1965. Sus aspectos más importantes serán la finalización del estudio de factibilidad para instalar un reactor de potencia en la zona del Gran Buenos Aires-Litoral; la puesta en producción de la Planta Malargüe, con una capacidad de producción anual de 50 t de U_3O_8 , y la habilitación de diversos laboratorios en el Centro Atómico Ezeiza.

Como hecho de mayor significación acontecido en el ejercicio actual, se destaca la iniciación del aludido estudio previo para establecer la posibilidad de instalar en el país una central nucleoelectrica. Se trata del proyecto de mayor magnitud y trascendencia emprendido hasta ahora por la CNEA y a él nos referimos con mayor amplitud en el Capítulo II.

Finalmente debemos señalar que este informe presenta características diferentes a los de años anteriores y constituye un primer intento de presentar un panorama completo y representativo de la actividad desarrollada por la entidad en un año de su labor, dentro de un ordenamiento expositivo lógico que facilitara su apreciación de conjunto.

Para ello nos hemos apartado del método rutinario de enumerar trabajos en relación con secciones, divisiones, departamentos, etc., para clasificarlos según unos pocos temas específicos esenciales, en cuya descripción hemos incluido todas las tareas afines desarrolladas, cualesquiera hayan sido las dependencias que las cumplieron y con prescindencia de sus jurisdicciones administrativas.

Esta circunstancia, unida al propósito de seleccionar material gráfico adecuado para ilustrar los distintos capítulos, han determinado la apreciable demora incurrida en la presentación de este informe.

I PRODUCCION

A - MATERIAS PRIMAS

1 URANIO

- a) Prospección*
- b) Evaluación*
- c) Explotación*
- d) Producción de concentrado*
- e) Subproductos*
- f) Apoyo*

2 LITIO Y ZIRCONIO

B - ELEMENTOS COMBUSTIBLES

- 1 ELEMENTOS COMBUSTIBLES PARA EL RA-1
- 2 ELEMENTOS COMBUSTIBLES PARA EL RA-3
- 3 PLANTA DE REPROCESAMIENTO DE EZEIZA

C - RADIOISOTOPOS

- 1 PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS RADIATIVOS
- 2 CONTROL DE COMPUESTOS RADIATIVOS
- 3 DESARROLLO DE MÉTODOS DE PRODUCCIÓN
- 4 INTALACIONES PARA TRABAJOS EN RECINTO CERRADO

A - MATERIAS PRIMAS NUCLEARES

En materia de exploración y explotación minera, la CNEA ha continuado ajustándose al criterio económico que la guía desde hace varios años, esto es, mantener la producción nacional de minerales nucleares dentro de costos normales y competitivos con los del mercado internacional.

1 - URANIO

La evaluación de las reservas de uranio al término del presente ejercicio, hecha según el criterio señalado conduce a los resultados indicados en el gráfico.

Las tareas y realizaciones de mayor interés cumplidas durante el ejercicio 1963/64 fueron las siguientes:

a) PROSPECCIÓN

Aérea

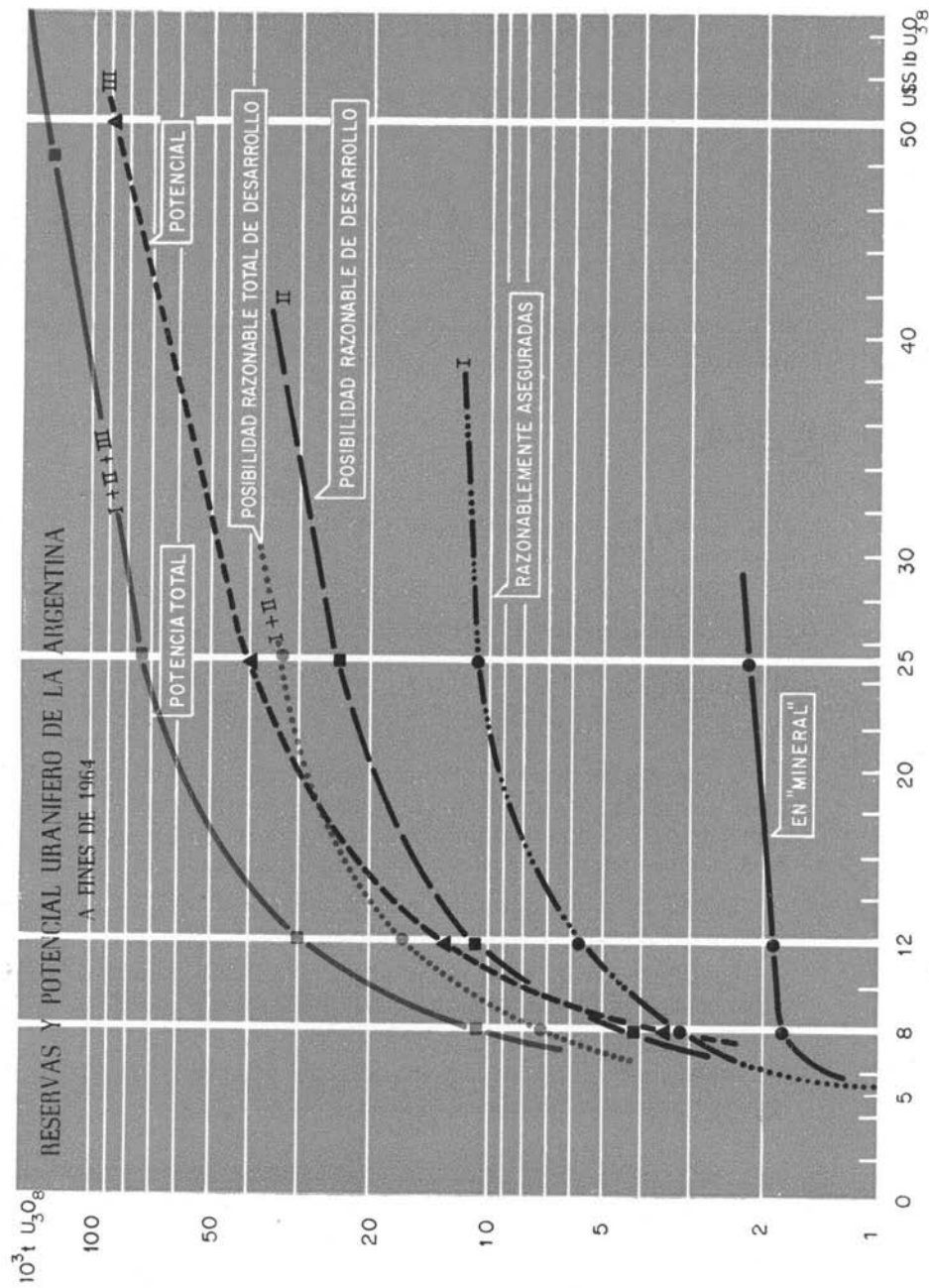
Se cubrieron 2.950 km² de prospección regular y de reconocimiento en la región de Tonco-Amblayo (Salta), con hallazgo de varias anomalías y zonas anómalas nuevas, es decir, zonas en las cuales la radiactividad detectada es superior a los valores normales (1).

8.035 km² en la zona de Guandacol (La Rioja) y norte de San Juan, localizándose varias anomalías de interés (2 y 3).

6.935 km² en el Valle de Punilla (Córdoba) y faldeo occidental de la Sierra de Comechingones, con hallazgo de dos áreas anómalas (4 y 5).

12.500 km² en las zonas centrales de Chubut y Santa Cruz, con descubrimiento de anomalías de escaso interés (6 y 7).







Geoquímica

Se prospectaron 11.635 km² en diversas zonas de las provincias de Salta (1), Córdoba (2 y 4), San Luis (3) y Chubut (5, 6 y 7), determinándose hasta el presente, en base a los datos analíticos disponibles, dos zonas anómalas en los Valles Calchaquíes (Salta) y otras cuatro en la zona central de Chubut.

GEOFÍSICA

Se cubrieron 375 Ha con prospección emanométrica detallada en el Valle de Punilla, Córdoba (A) y en los distritos Sierra Cuadrada (B) y Gato-Krüger (C), ambos en la provincia de Chubut, obteniéndose resultados satisfactorios.

A requerimiento de Obras Sanitarias de la Nación se realizó un estudio geofísico en Chilecito (La Rioja), tendiente a definir las posibilidades acuíferas subterráneas de la zona.

AD A solicitud del Gobierno de Neuquén se efectuó un estudio similar en Zapala.

b) EVALUACIÓN

Los trabajos de evaluación realizados evidenciaron un rápido incremento de las reservas uraníferas de interés actual, como puede apreciarse en el cuadro siguiente:

(En t U ₃ O ₈)	1952/63	1964	Diferencia
A U\$S 8/lb U ₃ O ₈	880	1.910	+ 1.030
A U\$S 8-12/lb U ₃ O ₈	600	795	+ 195

Las principales tareas se cumplieron en:

Yacimientos "Don Otto" y "Pedro Nicolás" (Salta), con 2.520 m de laboreo minero subterráneo, construcción de caminos de acceso, instalación de nuevos campamentos, talleres, etc.

Yacimiento "Don Otto" (Salta), con 350 m de perforaciones (1).

Distrito Cosquín (Córdoba), con 2.740 m de perforaciones y 140 m de laboreo minero (4).

Distrito Tinogasta (Catamarca), con 755 m de perforaciones, construcción de caminos de acceso e instalaciones de campamentos (2).



Yacimientos "Urcal" (La Rioja), con 60 m de laboreo minero, construcción de caminos de acceso, instalación de campamento y reconocimiento general del área (3).

Yacimiento "Huemul" (Mendoza), con 938 m de perforaciones, 512 m de labores mineras subterráneas, construcción de caminos de acceso y ampliación de campamento (5).

Yacimientos "Cañadón Gato-Krüger" y "Los Adobes" (Chubut), con 1.835 m de perforaciones, construcción de caminos de acceso e instalación de campamento (6).



Campamento e instalaciones de la mina nuclear "Huemul", en el Departamento de Malargüe (Mendoza).

Instalación de "heap leaching" en Mina "Don Otto", en el Departamento San Carlos, Salta. De derecha a izquierda: pilas de mineral de uranio, batería de cubas de recepción de líquidos y bombas de reciclaje, laboratorio, reactor de precipitación y playas de desecación de preconcentrado (uranato de calcio).



c) EXPLOTACIÓN

De los yacimientos de la Comisión se extrajeron 21.650 t de mineral, con un contenido de 32.365 kg de U_3O_8 y valor aproximado de \$ 17.500.000.—.

Se recibieron de productores particulares 108 t de mineral, con un contenido de 1.171 kg de U_3O_8 , por valor de \$ 933.302.—.

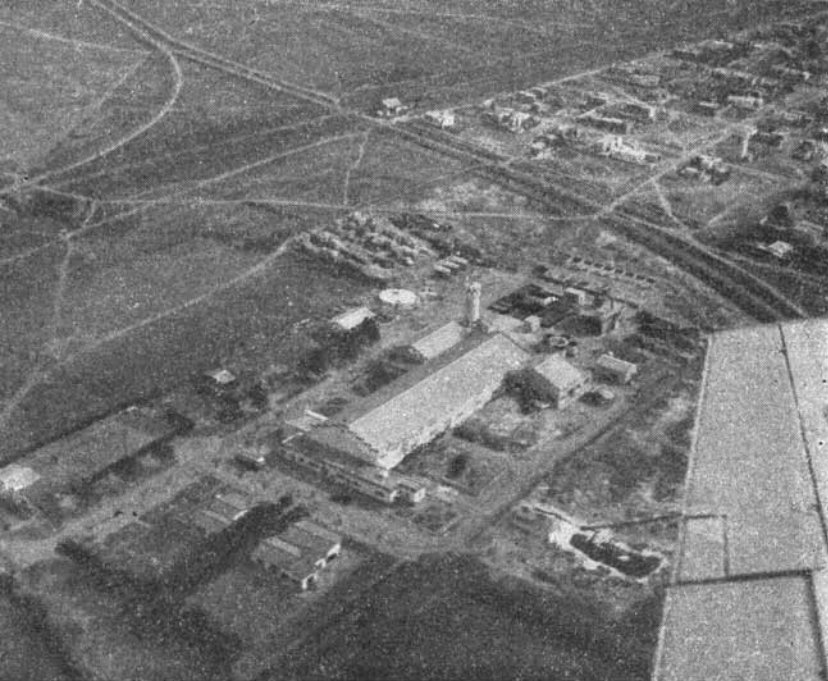
d) PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS

Lixiviación natural (preconcentrados)

Se operó la estación de preconcentración "Don Otto", con una producción de 4.600 kg de U_3O_8 .

Se procedió a la supervisión técnica de la misma y al control y elaboración de la información obtenida sobre su marcha.

Se hicieron 55 ensayos en escala de laboratorio, en 15 tipos de minerales argentinos, tendientes a la recuperación del uranio y de los metales acompañantes sobre: minerales con leyes normales de yacimientos alejados, minerales marginales de baja ley en yacimientos normales y minerales de yacimientos de baja ley.



Vista aérea de Planta Córdoba, destinada al procesamiento de minerales de uranio y a la producción del "yellow cake" (pastel amarillo), óxido de uranio de elevada concentración.

Se supervisaron y controlaron las pilas experimentales de lixiviación cargadas con mineral de "San Roque (La Rioja) y "Soberanía" (Mendoza), operando en Planta Córdoba.

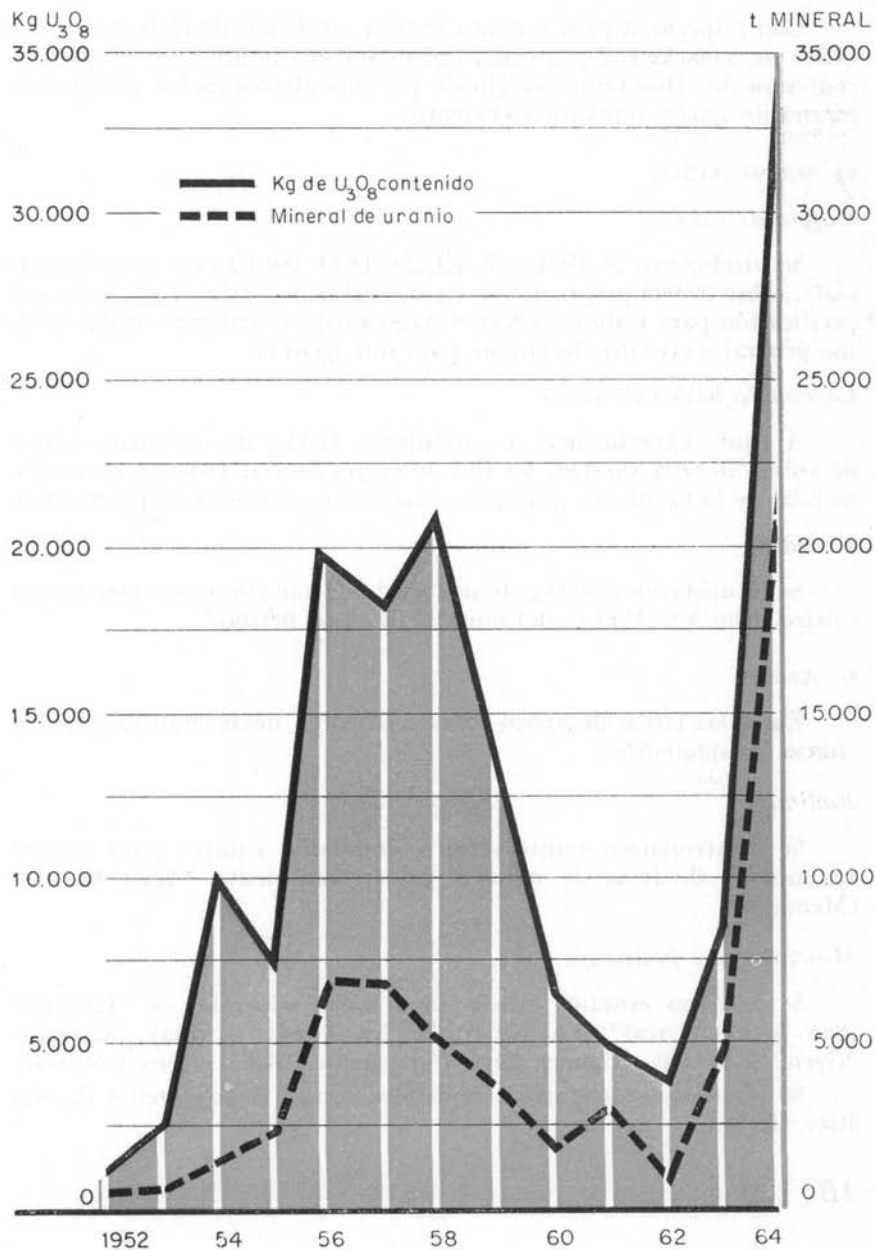
Se hicieron ensayos de optimización de concentración y recuperación de líquidos de lixiviación de "Don Otto" y precipitación cálcica del uranio de los mismos.

Se efectuaron estudios económicos para la utilización de cales de distintas procedencias y calidades, para la precipitación cálcica.

Concentrados de uranio (yellow-cake) en Planta Córdoba

A partir de minerales	8.400 kg U_3O_8
A partir de concentrados	4.400 kg U_3O_8
Sub-total	12.800 kg U_3O_8
Uranio contenido en los líquidos de procesamiento y en stock	4.200 kg U_3O_8
Total	17.000 kg U_3O_8

PRODUCCION DE MINERAL DE URANIO



Con respecto al plan previsto se tuvo un déficit de elaboración del orden de 5.000 kg U_3O_8 , a causa del suministro insuficiente de preconcentrados de "Don Otto", originado por dificultades en los transportes, escasez de agua y otros inconvenientes.

c) SUBPRODUCTOS

Sulfato de cobre

Se produjeron 20.250 kg de $SO_4Cu \cdot 5H_2O$ (Sulfato de cobre comercial), sobre 20.000 programados, en tres calidades: cristalizado fino (especificación para Industrias Kaiser Argentina); cristalizado medio, para uso general y cristalizado grueso, para uso agrícola.

Carbonato básico de cobre

A título experimental se produjeron 100 kg de carbonato básico de cobre, de alta calidad, los que se entregaron al Departamento Comercial de la Comisión, iniciándose así una nueva línea de producción.

Vanadio

Se recuperaron 2.500 kg de pentóxido de vanadio como precipitado cálcico (con 3 % V_2O_5), del mineral de "Los Berthos".

f) APOYO

Entre las tareas de apoyo a las actividades núcleo-mineras pueden citarse las siguientes:

Radimetría

Se desarrollaron, construyeron e instalaron equipos para control radiométrico de leyes de mineral, en el Yacimiento "Agua Botada" (Mendoza).

Mineralogía y petrología

Se hicieron estudios calcográficos sobre minerales de "Carrizal" (San Juan), "Urcal" (La Rioja), "Pedro Nicolás" (Salta), "Carlupe Niyen" (Chubut), "Concepción" (Catamarca) y Río Tercero (Córdoba).

Se efectuaron estudios de minerales opacos de las arenas de San Blas (B. A.).

Se prosiguieron los estudios sistemáticos de las especies uraníferas argentinas.

En cooperación con LEMIT y el Museo Argentino de Ciencias Naturales se efectuaron estudios mineralógicos diversos.

Se practicaron estudios de muestras y puesta a punto del método plomo-uranio en zircón para determinación de edad absoluta en rocas.

Hicieron 875 determinaciones mineralógicas y petrológicas sobre muestras de minerales y rocas.

Topografía y cartografía

Se efectuó el relevamiento aerofotográfico de 1.300 km² a escala 1:20.000 sobre el Yacimiento "Los Adobes" en el sector prospectado de Cerro Los Chivos, Chubut.

En una extensión de 1.020 Ha en Jáchal, Tinogasta y Urcal, se efectuaron levantamientos topográficos en detalle, a escalas 1:5.000 y 1:1.000.

Se confeccionó el reticulado planimétrico y estaqueado para ubicación de pozos y perfiles en Tinogasta, Jáchal, Sierra Cuadrada y Cañadón Gato.

Efectuóse el levantamiento topográfico de todas las labores mineras en los Yacimientos "Los Berthos", "Don Otto", "Agua Botada" y "Huemul".

Se hicieron trabajos cartográficos, con envío de personal especializado al interior, para distintos sectores de la institución, ejecutándose en la Sede Central 320 dibujos originales, 100 planos geológicos coloreados, 4.500 copias heliográficas y 3.500 mimeográficas.

Ingeniería de Plantas

Se proyectó e inició la construcción de una planta piloto, para extracción líquido-líquido, destinada a ensayos de purificación nuclear por tributilfosfato (T. B. P.).

Fue proyectada y construída una planta experimental en escala semi-industrial, para la producción continua de uraniltricarbonato de amonio de alta pureza.

Se proyectó y construyó con asesoramiento de MASTER S.A., en talleres de la Comisión y privados, un horno de tostación para la Planta Malargüe.

Se proyectó e inició la construcción e instalación (con medios propios o mediante contratistas privados), de los siguientes sectores de la Planta Malargüe, obras cuyo estado actual de ejecución se refleja en los porcentajes indicados en cada caso:

- | | |
|--|-------|
| a) Acceso a planta y planchadas; radiostación; planchadas de recepción de minerales; tanques de almacenamiento de combustibles y ácido; usina y caldera; taller, tolvas; planta de flotación cubas de lixiviación; planta de preparación de reactivos; planta de recuperación de cobre; planta de solventes aminados; espesadores; tableros seccionales de control | 100 % |
| b) Obra civil, instalaciones eléctricas; planta de molienda, planta de precipitación y secado | 90 % |
| c) Cañerías de conducción de líquidos y pulpas; planta de neutralización de estériles; servicios generales; superagitadores | 80 % |
| d) Dique para pulpas y líquidos estériles, sistema de iluminación; drogas y combustibles recibidos para stock ... | 50 % |
| e) Movimiento y muestreo de mineral para primer año ... | 30 % |
| f) Servicios y equipos de seguridad; laboratorios | 10 % |

Ensayos en escala industrial

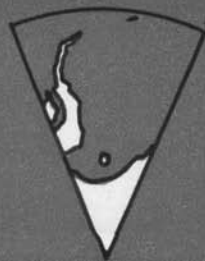
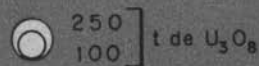
Los ensayos en escala industrial efectuados comprendieron:

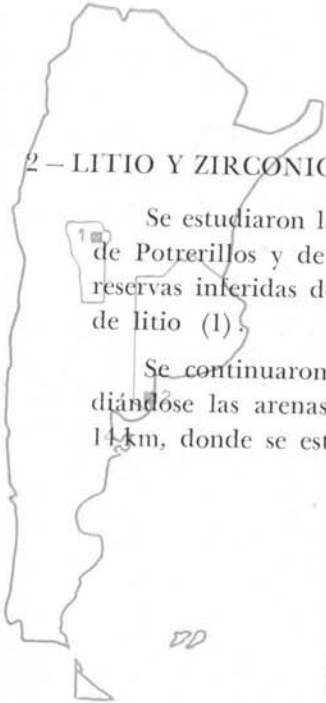
- a) Elaboración de carbonato básico de cobre.
- b) Disolución del preconcentrado de "Don Otto" por diversos métodos.
- c) Purificación de los baños electrolíticos de cobreado de Industrias Kaiser Argentina, a pedido de esta fábrica y tratamiento de los mismos.



RESERVAS DE MINERAL DE URANIO
DISTRIBUCION GEOGRAFICA

ESCALA





2 - LITIO Y ZIRCONIO

Se estudiaron las posibilidades de las pegmatitas litíferas de la zona de Potrerillos y de la mina "Las Cuevas" (San Luis), arribándose a reservas inferidas del orden de 12.000 t con ley del 5-6 % del dióxido de litio (1).

Se continuaron los trabajos en la Bahía San Blas (B. A.), estudiándose las arenas de médanos y de playas sobre una extensión de 14 km, donde se estimó una reserva de zircón de 4.000 a 5.000 t (2).

Planta Malargüe: espesador para concentrado cuprífero proveniente de la etapa de flotación. En segundo plano, a la derecha, cubas de madera para lixiviación de mineral; al fondo, izquierda, sección de preparación de reactivos y a la derecha equipo de mezcladores-decantadores para recuperación del uranio de sus soluciones mediante extracción por solvente aminado.



B - ELEMENTOS COMBUSTIBLES

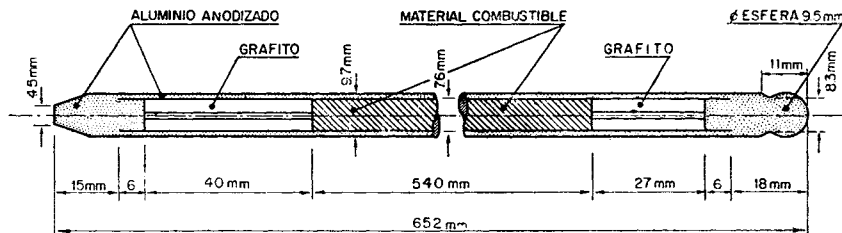
Un aspecto importante de la labor que cumple la CNEA en el área de la metalurgia de transformación en general y, en particular, de la metalurgia nuclear, es el procesamiento de los metales que intervienen en la fabricación de elementos combustibles y en la construcción de los reactores nucleares.

El objetivo inmediato de este programa es el abastecimiento del combustible nuclear para los reactores de la Comisión y, paralelamente, el desarrollo y puesta a punto de nuevas técnicas de fabricación y de control de calidad, así como el mantenimiento al día de la capacitación tecnológica necesaria para hacer frente a las futuras exigencias previsibles en este campo, tanto en el ámbito de la CNEA como en el de la industria privada nacional.

A continuación se expone una síntesis de los trabajos realizados en este aspecto en las instalaciones del Centro Atómico Constituyentes, durante el período fiscal que abarca la presente Memoria.

I - ELEMENTOS COMBUSTIBLES PARA EL RA-1

Destinados al nuevo núcleo del reactor RA-1 se fabricaron 210 elementos combustibles que responden al diseño reproducido más abajo. Estos reemplazan a los elementos planos del tipo Argonaut anteriormente utilizados. Como se puede apreciar en la figura, los nuevos elementos combustibles son de geometría cilíndrica, y su núcleo, es una dispersión de dióxido de uranio (UO_2) enriquecido al 20 % en U-235 y grafito, contenida en una vaina de aluminio 2S cerrada en ambos extremos. Cada elemento deberá disipar una potencia máxima de 500 watts.

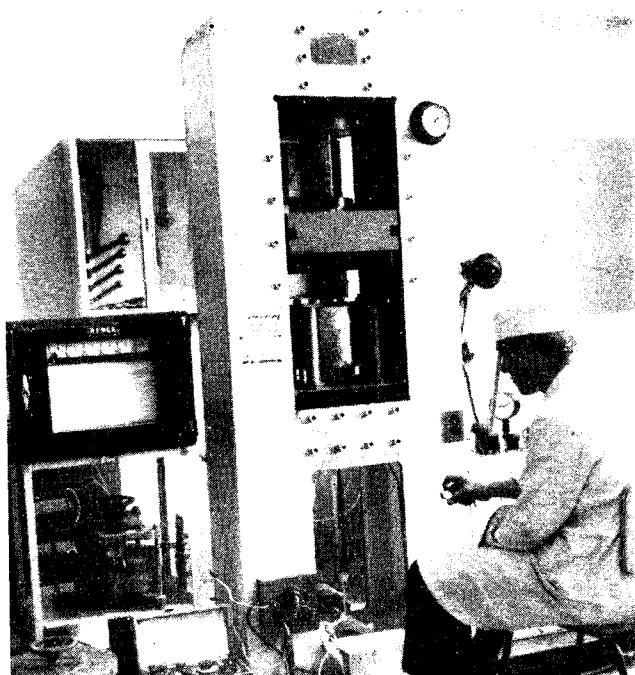


Esquema del nuevo elemento combustible para el reactor RA-1.

a) PROCESO DE FABRICACIÓN

Como etapa previa, la materia prima, U_3O_8 de grano grueso, debió ser molida y reducida a UO_2 en corriente de H_2 . El núcleo se fabricó a partir de una mezcla de 70 % UO_2 , 15 % de grafito y 15 % de brea (ligante) compactada en briquetas, que fueron extrudadas verticalmente en el equipo que ilustra el grabado para obtener barras de unos 7.70 mm de diámetro y 560 mm de longitud. Estas barras se examinaron por gammagrafía. A continuación los núcleos, en grupos de 10, fueron degasados en un vacío del orden de 10^{-3} mm Hg en una operación que dura 12 días, y en cuyo transcurso son lavados varias veces con hidrógeno a $700^\circ C$, eliminándose de esta manera las sustancias volátiles de la brea.

Para el armado de los elementos, se introducen los núcleos en las correspondientes vainas de aluminio, previamente cerradas por soldadura en un extremo, y se suelda el otro extremo con un tapón de aluminio que tiene una perforación central a fin de permitir un nuevo degasado, al cabo del cual se deja pasar helio en el sistema y se sella el orificio. Las soldaduras son luego maquinadas a las dimensiones del diseño.



Presna de extrusión vertical utilizada en la fabricación de elementos combustibles para el RA-1.

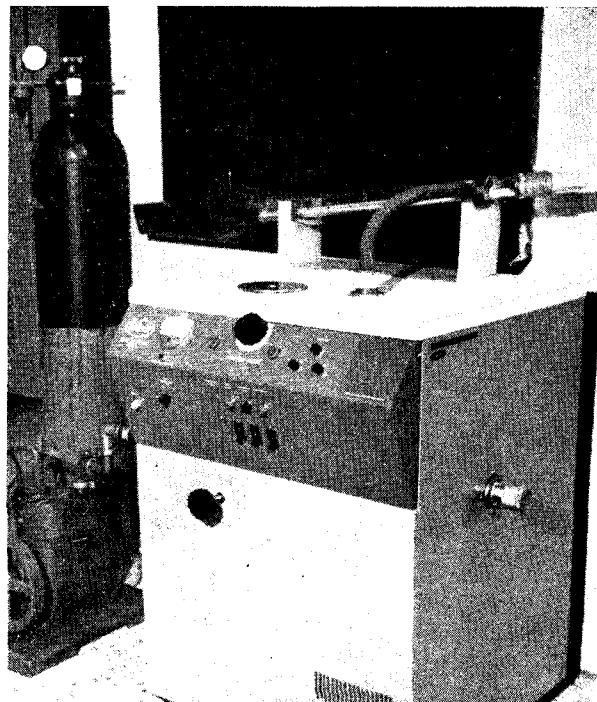
Se procede enseguida a verificar la estanqueidad del elemento combustible mediante un detector de pérdidas de helio y a su prensado hidrostático para asegurar una buena conductividad térmica entre el núcleo y la vaina. Por último interviene un proceso de cromatizado que confiere al aluminio una mayor resistencia a la corrosión.

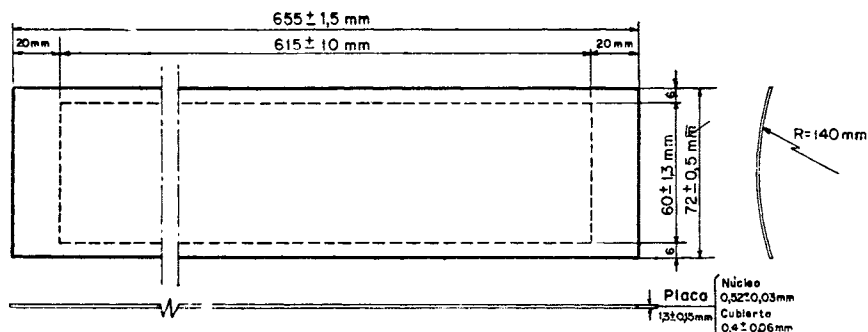
2—ELEMENTOS COMBUSTIBLES PARA EL RA-3

Durante el presente ejercicio se terminó con el desarrollo y puesta a punto de la fabricación de los elementos combustibles que utilizará el reactor RA-3, actualmente en estado avanzado de construcción en el Centro Atómico Ezeiza, y se dio comienzo al procesamiento de la materia prima, que fue suministrada en forma de hexafluoruro de uranio (F_6U) enriquecido al 90 % en el isótopo U-235, para llevarla a la forma en que habrá de utilizarse en los elementos combustibles.

El elemento combustible es de geometría plana, tipo MTR, y responde al esquema y especificaciones que ilustra el dibujo. Su núcleo consiste en una aleación levemente hipereutéctica de aluminio con 15 % (en peso) de uranio enriquecido al 90 % en U-235.

Espectrómetro de masa empleado en la prueba de estanqueidad de los mismos elementos.



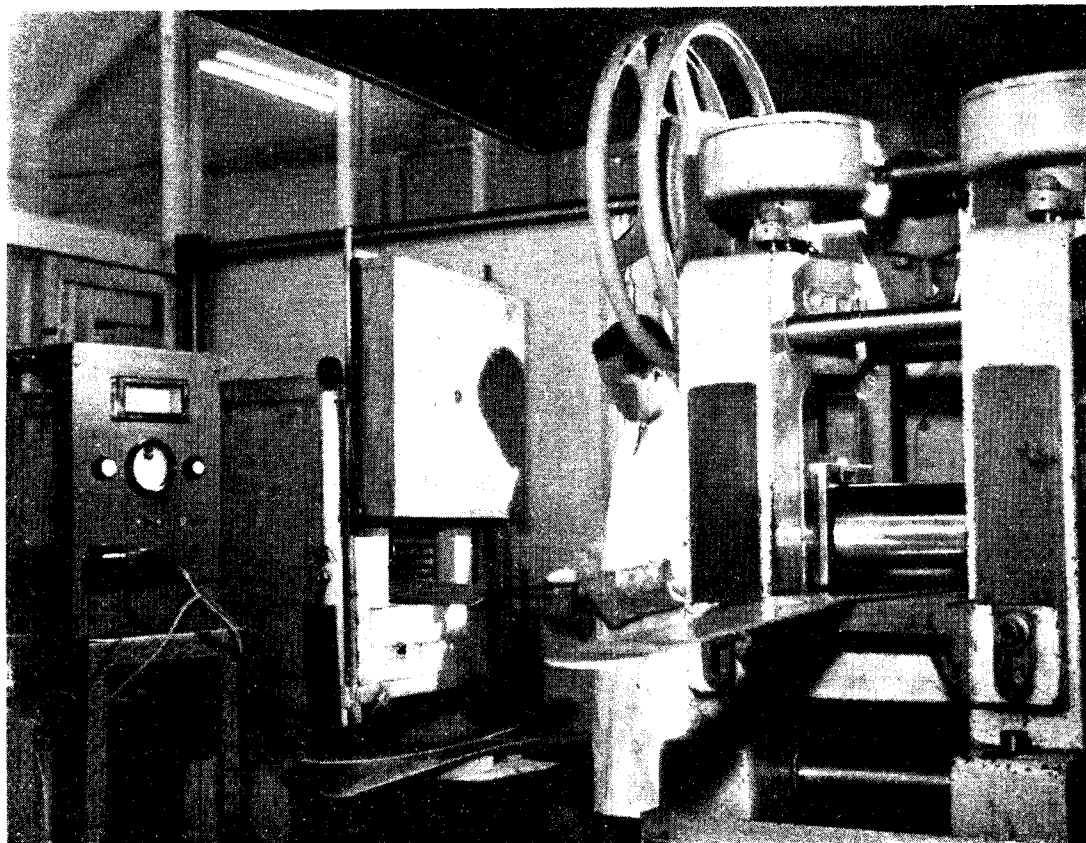


Representación esquemática del elemento combustible para el RA-3. En la parte inferior del dibujo se muestra el perfil transversal de la placa; a la derecha, el perfil longitudinal, en el que se puede apreciar la curvatura dada a la misma para asegurar su rigidez.

a) DESARROLLO Y PUESTA A PUNTO DE LA FABRICACIÓN

Describiremos sucintamente el proceso utilizado ⁽¹⁾, a partir de los lingotes de aleación madre Al-U (sobre cuya preparación informamos separadamente en b). En primer lugar se procede a la refusión del lingote, operación que permite eliminar impurezas, llevar la aleación a la composición nominal y obtener por colada, lingotes de 155 x 200 x 35 mm que se inspeccionan por gammagrafía y ultrasonido. Dichos lingotes que constituyen el material del núcleo, son luego homogeneizados por calentamiento a 600° C y laminados progresivamente hasta obtener chapas de 3 mm de espesor que se cortan en tiras de unos 80 mm de ancho. Para la manufactura de las placas se utiliza el conocido método de enmarcado ("picture frame"), consistente en formar un conjunto con el núcleo, que se coloca en un marco de aluminio del mismo espesor, quedando ambos dispuestos en forma de "sandwich" entre dos paredes de aluminio. El conjunto se une aprovechando técnicas desarrolladas en la CNEA sobre unión de metales en frío y en caliente por laminación, y que permiten satisfacer las exigencias de los elementos combustibles en cuanto a estanqueidad, eficiencia térmica,

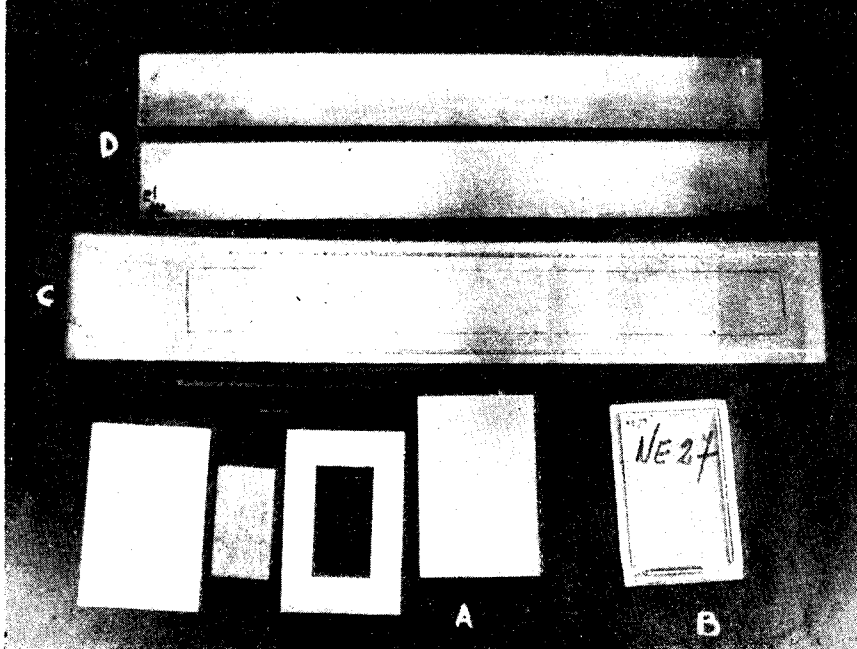
⁽¹⁾ Este ha sido expuesto detalladamente en el informe "Fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación", presentado por la CNEA a la Tercera Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre las Aplicaciones de la Energía Atómica con Fines Pacíficos, Ginebra, agosto-setiembre de 1964.



Planta de laminación de las placas combustibles para el reactor RA-3.

buena geometría, y observación de tolerancias dimensionales. Así, el conjunto es sellado por indentación en forma de U parcialmente cerrada y mediante soldadura a presión en frío, y unido por colaminación a 600°C . El conjunto se lleva luego al espesor de 2.5 mm por laminación y se ensaya por el método de ampolladura ("blister test"), consistente en calentar las placas a 550°C y observar si se producen ampollas en la superficie que delatan defectos de unión en la interfase, lo que determinaría el rechazo de la placa. Por último, mediante un nuevo proceso combinado de laminación en frío y recocido a baja temperatura, se lleva el conjunto al espesor final de 1.32 mm. Luego se procede al examen de los extremos por gammagrafía, sobre la base del cual se cortan las placas a sus dimensiones externas finales.

Además de los ensayos ya indicados se realiza otro por ultrasonido mediante una técnica desarrollada y puesta a punto por la CNEA (mé-

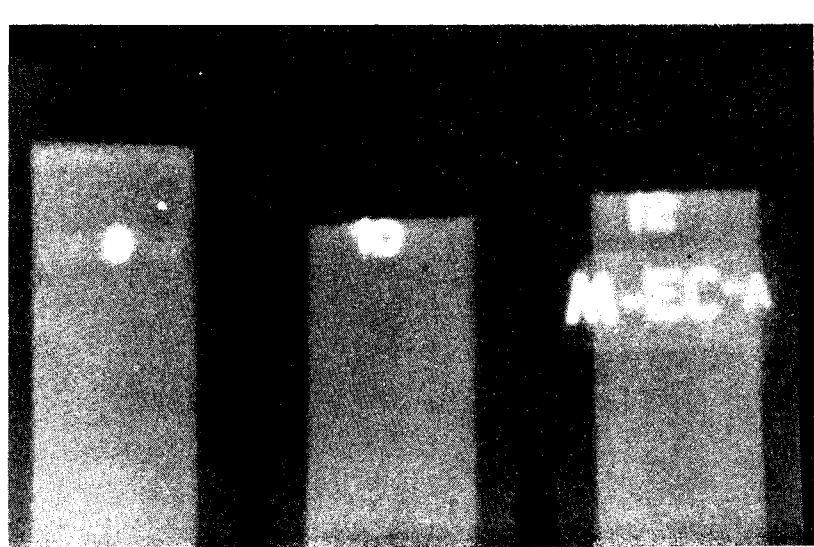


Método de fabricación por enmarcado. En A se muestra el despiece de los elementos (tapas de aluminio, núcleo de aluminio-uranio y marco de aluminio); en B se observa el conjunto ya sellado y la indentación en uranio; C es la placa laminada lista para el corte y D los elementos terminados.

todo por inmersión), que utiliza como transductores dos cristales de titanato de bario (TiO_4Ba) focalizados y colimados, con una frecuencia de 5 megaciclos por segundo, montados sobre un sistema mecánico de barrido y registro continuo automático que permite abreviar la duración de la prueba. Las placas son numeradas para individualizarlas y luego curvadas en una matriz de doblado a 140 mm de radio en el sentido transversal. Por último son alodizadas para aumentar su resistencia a la corrosión, y acondicionadas en bolsas de polietileno.

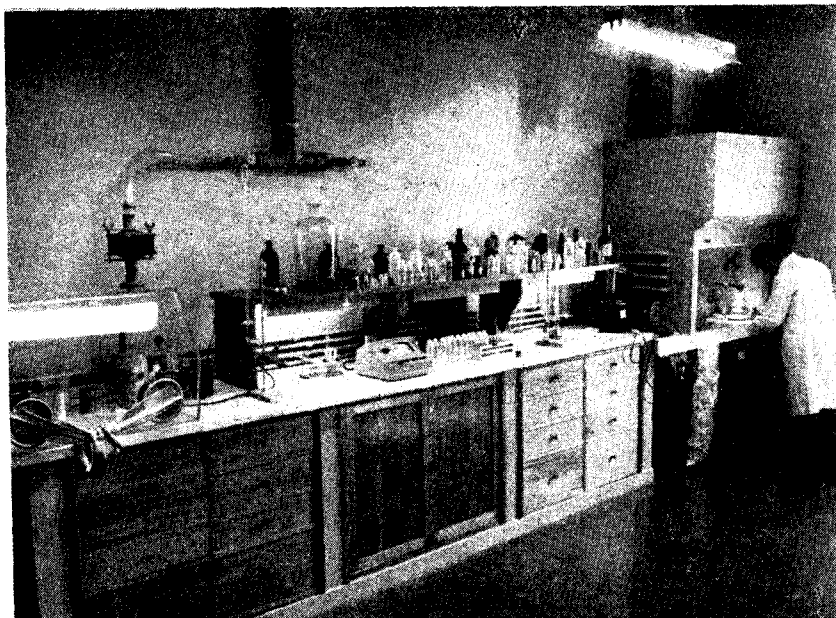
b) REDUCCIÓN DEL HEXAFLUORURO DE URANIO

Durante el presente ejercicio se inició el procesamiento de los 9.932 gramos de hexafluoruro de uranio enriquecido al 90 % en el isótopo U-235 (6.010 gramos de U-235 efectivo) suministrado como materia prima para los elementos combustibles del RA-3. La aleación madre Al-15 % U para el núcleo de los elementos combustibles se obtuvo por reducción directa del hexafluoruro según un método originalmente desarrollado en la institución y registrado como patente N° 130.518, que arroja rendimientos del 96 al 99 %. El método consiste en el burbujeo del hexafluoruro en un crisol conteniendo aluminio fundido. El aluminio reduce el uranio, formándose F_3Al y UAl_4 que se separan por coladas y "lavados" del crisol con aluminio puro, obteniéndose finalmente un lingote de aleación madre de forma cilíndrica.



Gammagrafia de extremos
de placas

Hasta el presente se han procesado por este método 9.472 gramos de F_8U en ocho operaciones que resultaron en ocho lingotes de reducción, con tenores que oscilan entre el 16 y el 30 % de uranio. Se hizo recuperación del material de lavado y restos de sales de las ocho operaciones, obteniéndose un lingote de aleación de 3.802 gramos, con 4,6 % de uranio, que será utilizado en las primeras refusiones en lugar de aluminio puro. La cantidad total de uranio procesado es de 6.375,6 gramos.



Laboratorio de alfa-actívos
en la planta de reprocesa-
miento de Ezeiza.

3 — PLANTA DE REPROCESAMIENTO DE EZEIZA

Se encuentra actualmente en su etapa de instalación la planta de reprocesamiento de elementos combustibles que se habilitará en el Centro Atómico Ezeiza. Destinada a separar del uranio los productos de fisión que se acumulan en el elemento combustible durante el funcionamiento del reactor, a fin de poder aprovechar al máximo el uranio disponible, esta planta estará en condiciones de ser sometida a las pruebas de funcionamiento durante el ejercicio 1964-1965.

La caldera ha sido ya instalada y probada satisfactoriamente. También se instaló el blindaje de hormigón y se probaron uno de los cuatro "mixer-settler" y uno de los muestreadores a montarse próximamente. Se prosigue ahora con el armado de los tableros y se está instalando el filtro de la etapa de disolución.

Una buena parte del esfuerzo realizado se dedicó a detener la corrosión de los elementos combustibles almacenados, con buenos resultados. Se trabajó asimismo en desmineralizar y descontaminar el agua de la pileta de almacenaje, proceso en el que se adquirió una valiosa experiencia.

Se ha continuado con la preparación de métodos analíticos que serán utilizados y con el estudio básico de los elementos transuranianos también relacionados con la planta. Es de destacar la gran experiencia adquirida durante el presente ejercicio en química del plutonio al estudiarse un método nuevo de extracción. Igualmente se ha adelantado mucho en espectrometría alfa, para la cual ha resultado indispensable el multicanal con sus accesorios incorporado durante este ejercicio.

C - RADIOISÓTOPOS

La producción de radioisótopos fue orientada siguiendo tres líneas principales:

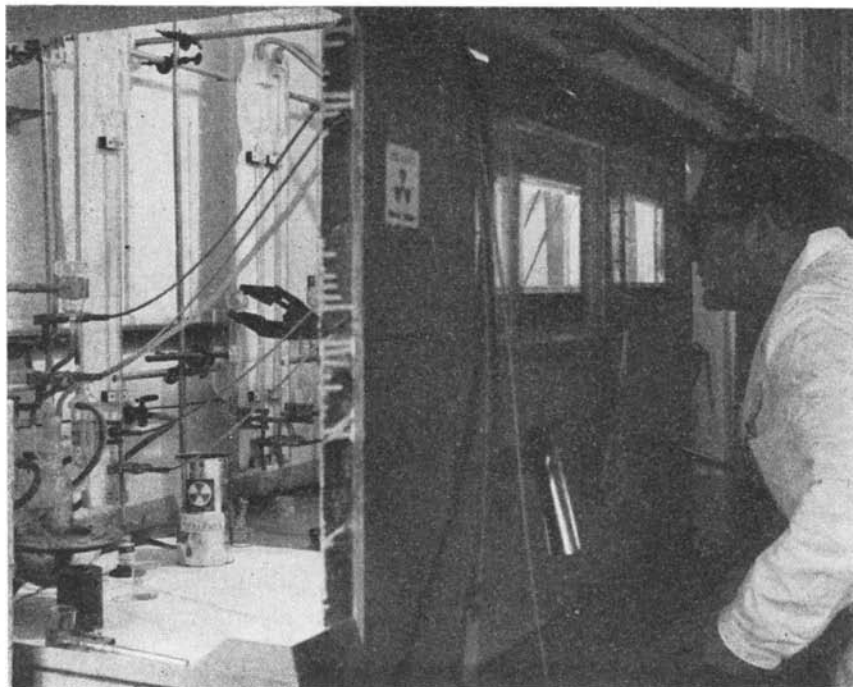
- a) Abastecer el mercado de radioisótopos mediante la producción y distribución rutinaria de compuestos radiactivos y garantizar, por medio de un adecuado sistema de controles, las especificaciones de los preparados distribuidos.
- b) Desarrollar o mejorar métodos de preparación y control de compuestos radiactivos y completar dicho desarrollo con el estudio de las propiedades físicas, químicas y, en los casos necesarios, farmacológicas de los mismos compuestos.
- c) Preparar el personal y adquirir la experiencia necesaria para el trabajo con materiales radiactivos en recintos cerrados, con vistas a la habilitación de los laboratorios de Ezeiza.

Debe tenerse en cuenta que en el ejercicio no fue posible utilizar el reactor RA-I, debido a las modificaciones que se le están efectuando y a las cuales nos referimos en detalle en otro lugar. Por esta causa se vieron afectadas las actividades de producción y entrega de radioisótopos y las de desarrollo, debiéndose paralizar algunos proyectos comenzados en el ejercicio anterior. Se tuvo que suspender totalmente la entrega de nucleídos de corto período y se cubrió con la importación la demanda de aquellos nucleídos de período intermedio que en otros ejercicios fueron producidos en el reactor. En algunos casos, como el del Fósforo-32, se optó por efectuar las irradiaciones en el extranjero y procesar en nuestros laboratorios las muestras irradiadas, a fin de reducir el costo del producto elaborado.

1 - PRODUCCION DE COMPUESTOS RADIATIVOS

Como en ejercicios anteriores se prepararon regularmente, para su entrega y para mantenimiento del stock interno, los radioisótopos y las sustancias marcadas incluidas en el Catálogo de Radioisótopos de la Comisión y que figuran en la Tabla I.

La misma resume parte de las actividades llevadas a cabo en este campo. Se consignan en ella las entregas de material radiactivo producido y/o fraccionado en la institución hechas para uso interno o para su distribución a otros centros del país o del exterior.

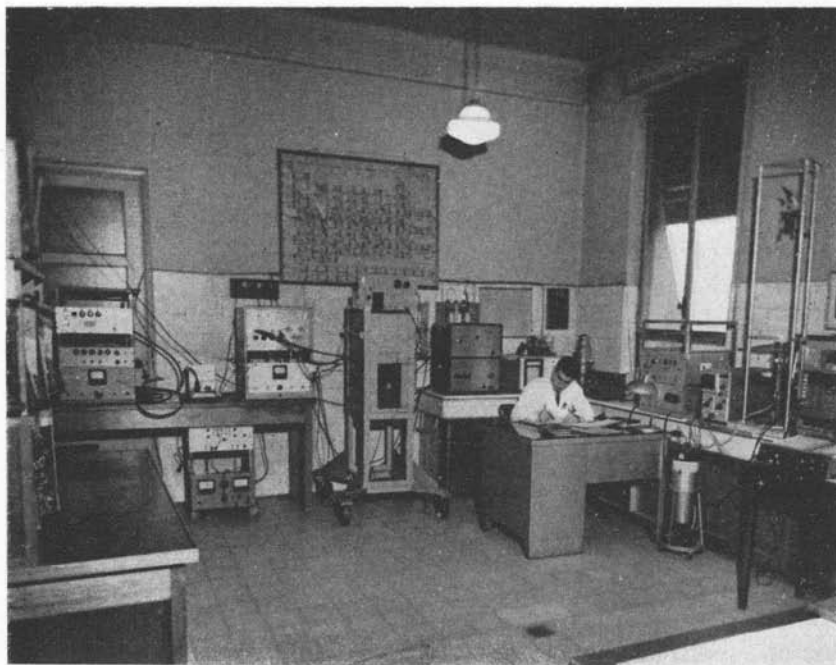


Recinto para la producción de radioisótopos.

2 – CONTROL DE COMPUESTOS RADIATIVOS

Se realizaron los controles farmacéuticos rutinarios sobre muestras de 33 compuestos distintos, totalizándose 609 análisis así distribuidos: pureza radioquímica 387, esterilidad 138, pirogénos 84.

Se incorporaron al análisis rutinario 14 nuevos compuestos cuyos métodos de estudio fueron elaborados o puestos a punto durante el ejercicio.



Laboratorio de calibración y contralor físico de radioisótopos.

TABLA I

RADIOCOMPUESTOS	Nº de entregas	Actividad total (μ W/Ci)	Observaciones P: prod. y frac. F: fraccionado únicamente
$^{131}\text{I}\text{Na}$ (común e inyectable)	533	28.000	F
$^{32}\text{PO}_4^{3-}$	169	3.873	P + F
$^{51}\text{CrO Na}_2$	99	163,96	F
$^{54}\text{FeCl}_3$	101	13,16	F
^{133}Xe (sólido, Fís. y gaseoso)	6	1.000	F
Fosfato crómico coloidal ^{32}P	11	190,6	P
Cromoalbúmina ^{51}Cr	12	10,85	P
Nechydrin ^{203}Hg	6	30,13	P
Coloide $^{99\text{m}}\text{Tc}$	7	10,0	P
^{42}KCl	7	8,02	P
$^{85}\text{SrCl}_2$	9	4,49	P + F
^{64}Cu	4	3,02	P
$^{131}\text{IO}_3\text{K}$	3	4	P
$^{131}\text{IO}_4\text{K}$	3	7	P
$^7\text{BeCl}_2$	13	2,42	P + F
^{75}Se -metionina	2	2,04	P
^{75}Se -cistina	2	1,1	P
Fosfato tricálcico	9	4,733	P
$^{110}\text{AgNO}_3$	6	2,5	F
$^{65}\text{ZnCl}_2$	7	0,76	P
$^{88}\text{YCl}_3$	5	0,33	P
$^{144}\text{CeCl}_3$	8	9,42	P + F
$^{140}\text{BaCl}_2$	4	0,4	P
^{99}Mo	8	0,64	P
Varios, especialmente para confección de fuentes, excluyendo los antes nombrados (21 compuestos distintos)	94	—	P + F

Sobre 40 nucleídos diferentes se efectuó un total de 1.075 calibraciones de radiactividad.

Se desarrollaron métodos de calibración para 19 nucleídos utilizando diferente instrumental y al mismo tiempo se pusieron a punto los métodos para el estudio de la pureza radiactiva de 33 radionucleídos diferentes.

Se recopilaron y se calcularon coeficientes de emisión gamma específica y coeficientes máscos de absorción de fotones en distintos materiales.

Se dio comienzo a estudios experimentales sistemáticos para la calibración absoluta de actividades gamma con cristal de centelleo en diversas condiciones de geometría.

3 — DESARROLLO DE METODOS DE PRODUCCION

Se desarrollaron métodos para la obtención de 12 nuevos compuestos radiactivos de distintos nucleídos, incluyendo preparados coloidales. Dichos compuestos fueron incorporados a la producción rutinaria.

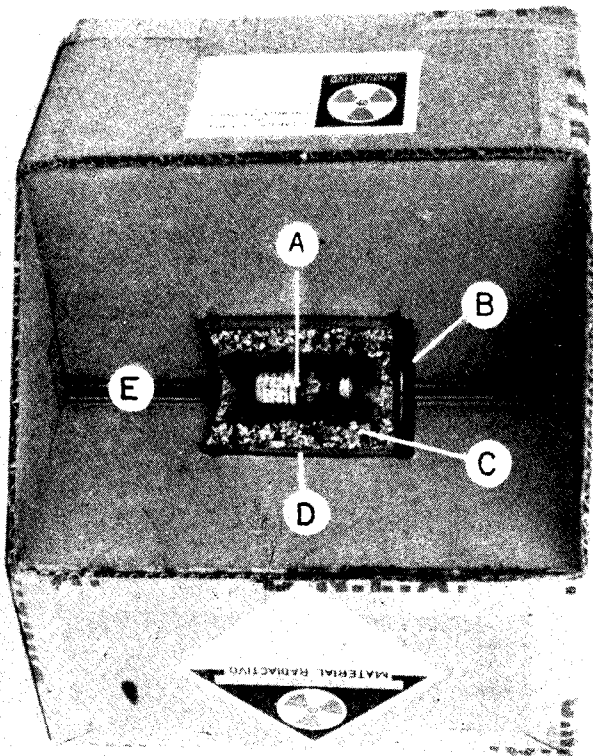
Se completó el desarrollo de un nuevo método de preparación del Fósforo-32 cuyo patentamiento en la Argentina, Estados Unidos, Francia e Inglaterra, está en trámite.

Se estudió la producción por biosíntesis de compuestos marcados con Carbono-14. Este proyecto será proseguido en el próximo ejercicio.

Como apoyo y guía para la obtención y uso de preparados radiofarmacéuticos, se efectuaron estudios de las propiedades farmacológicas de diversos compuestos radiactivos y de su estabilidad bajo distintas condiciones.

Se desarrollaron nuevas técnicas para la preparación de sustancias marcadas con Iodo-131 y 132 y con Carbono-14, algunas de las cuales se incorporaron al catálogo de sustancias marcadas de la Comisión.

Se inició, con la colaboración del Dr. David S. Urch, experto inglés enviado por el OIEA, el estudio de la preparación de sustancias orgánicas marcadas con tritio.



Envase utilizado para el envío de preparados radiactivos de la CNEA. A: recipiente de vidrio de cierre hermético; B: protección de plomo; C: material absorbente (vermiculita); D: envase metálico estanco; E: tabiques de sostén y caja de cartón

Monitoreaje de un embarque de radioisótopos.



4 – INSTALACIONES PARA TRABAJOS EN RECINTO CERRADO

Se continuó la construcción de un equipo para la producción de Iodo-131 en recinto cerrado y se diseñó otro equipo para su fraccionamiento también en recinto cerrado.

Se diseñaron y construyeron mecanismos sencillos para la manipulación a distancia de materiales radiactivos y se estudiaron algunos tipos de “ventana” para recintos protegidos.

Se estudiaron las propiedades de algunos materiales de revestimiento para laboratorios activos.

Se adaptaron algunos métodos de preparación de compuestos radiactivos para su utilización en recinto cerrado.

II REACTORES

A - REACTOR RA-1

B - REACTOR RA-3

C - FACILIDADES CRITICAS

D - ESTUDIOS Y DESARROLLOS

**E - ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN REACTOR
DE POTENCIA**

REACTORES

Durante el ejercicio se prosiguieron las tareas vinculadas con la operatividad de los reactores RA-0, RA-1, RA-2 y RA-3 y los trabajos conexos de desarrollo y mantenimiento.

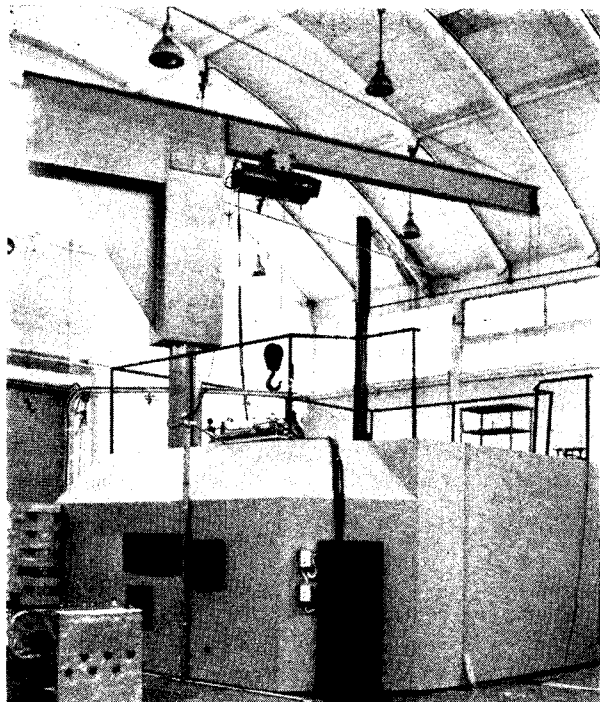
Además se dio principio de ejecución a uno de los proyectos de mayor envergadura y trascendencia encarados hasta el presente por la CNEA: el estudio de factibilidad de un reactor de potencia, al que nos referimos con mayor detenimiento al final de este capítulo.

Los aspectos más salientes de tales actividades, son los que se resumen seguidamente:

A -- REACTOR RA-1

Durante el año de labor cumplido se introdujeron modificaciones prácticamente totales a este reactor, tendientes a llevar su flujo hasta aproximadamente 5×10^{11} neutrones por centímetro cuadrado y por segundo a la potencia máxima de 50 Kw térmicos.

El RA-1, primer reactor argentino y de Latinoamérica, diseñado y construido en el país.



En su versión actual el reactor consiste en un tanque escalonado de aluminio, de aproximadamente 0,55 m de diámetro inferior y 2,30 m de altura, en cuyo interior se aloja el combustible nuclear. Este consiste en 205 a 215 elementos cilíndricos de dióxido de uranio enriquecido al 20 % y carbono con vaina de aluminio, dispuestos en una grilla anular colocada en la parte inferior del tanque. El contenido de Uranio-235 es de 12 gramos por elemento. Dentro del tanque el combustible está comprendido entre una corona de grafito de 7 cm que actúa como reflector externo, y un cilindro central de 15 cm de diámetro, también de grafito, que actúa como reflector interno.

El agua desmineralizada, que cumple el papel de moderador y refrigerante, llena el tanque hasta su borde superior.

Las dos barras de seguridad y las dos barras de control (tubos de acero inoxidable llenos de cadmio), ocupan posiciones simétricas en la grilla y son accionadas desde la parte superior del tanque mediante un sistema hidráulico.

Los trabajos aludidos finalizaron en el mes de agosto, estándose a la espera de los elementos combustibles para la puesta en régimen del reactor. Las modificaciones involucraron:

Sistema de control. Modificaciones totales en los mecanismos y ubicación de las barras de control y seguridad (accionamiento hidráulico); modificaciones en el sistema de "interlock" con racionalización del sistema de interconexión; reemplazo de los pre-amplificadores a válvulas de los contadores proporcionales por otros de diseño transistorizado; e instalación de repetidores de los canales lineal, logarítmico y de períodos en la consola.

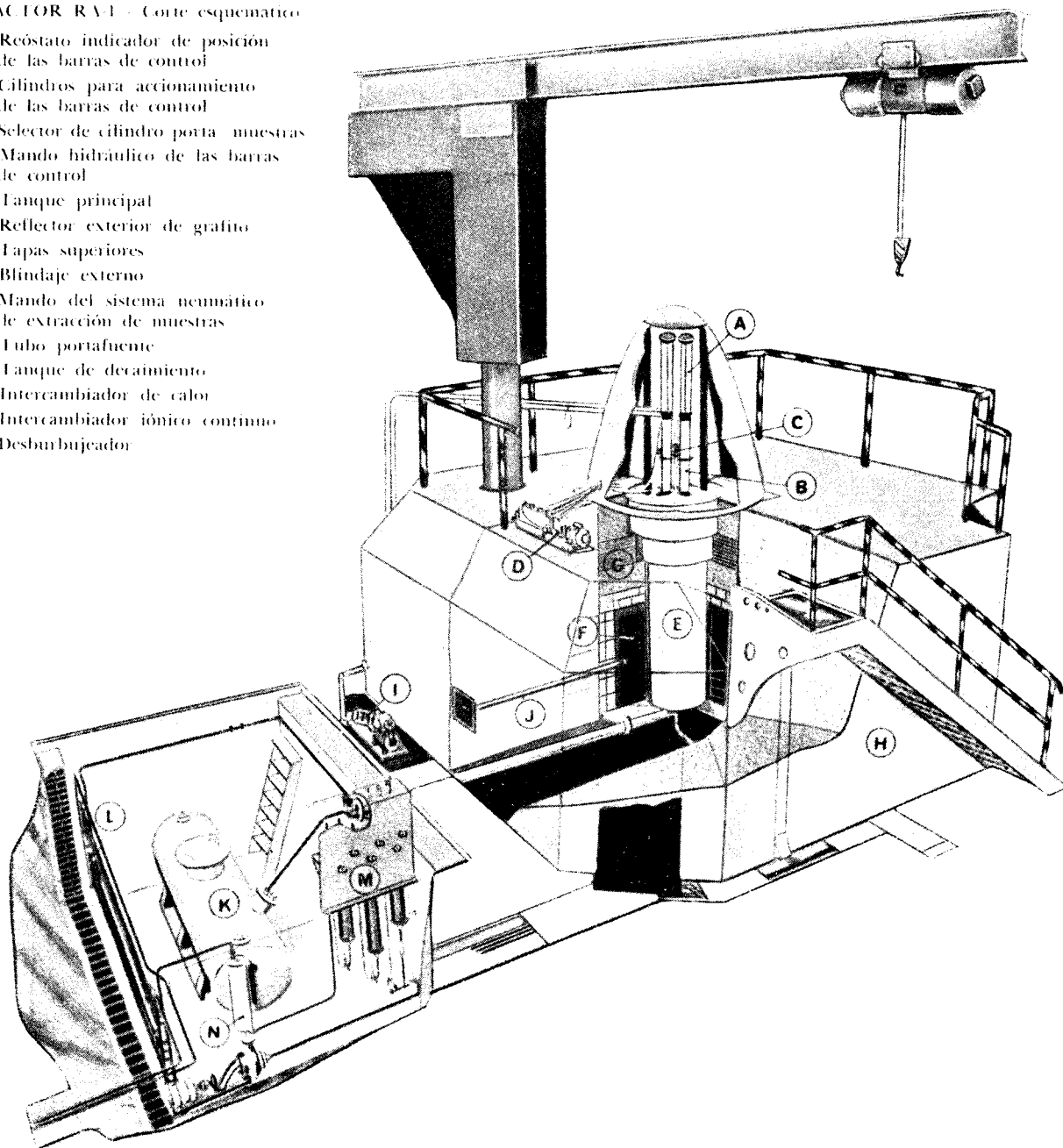
Sistema de refrigeración. Modificación de los conceptos del proyecto anterior en cuanto a caudales, torre de enfriamiento, sentido de circulación del refrigerante en el núcleo, sistema de desmineralización continua, medición a distancia de caudal y válvulas de descarga.

Blindaje. Se incrementó el blindaje biológico que rodea al reflector con 1 mm de cadmio y 5 cm de plomo en sus caras laterales, y con 1 mm de cadmio y 10 cm de plomo en su cara superior.

Núcleo. Fueron cambiados el recipiente del reactor, el sistema de grillas y la ubicación del reflector lateral.

REACTOR RA-1 - Corte esquemático

- A - Reóstato indicador de posición de las barras de control
- B - Cilindros para accionamiento de las barras de control
- C - Selector de cilindro porta muestras
- D - Mando hidráulico de las barras de control
- E - Tanque principal
- F - Reflector exterior de grafito
- G - Tapas superiores
- H - Blindaje externo
- I - Mando del sistema neumático de extracción de muestras
- J - Tubo portafuente
- K - Tanque de decantamiento
- L - Intercambiador de calor
- M - Intercambiador iónico continuo
- N - Desburbujador



B REACTOR RA-3

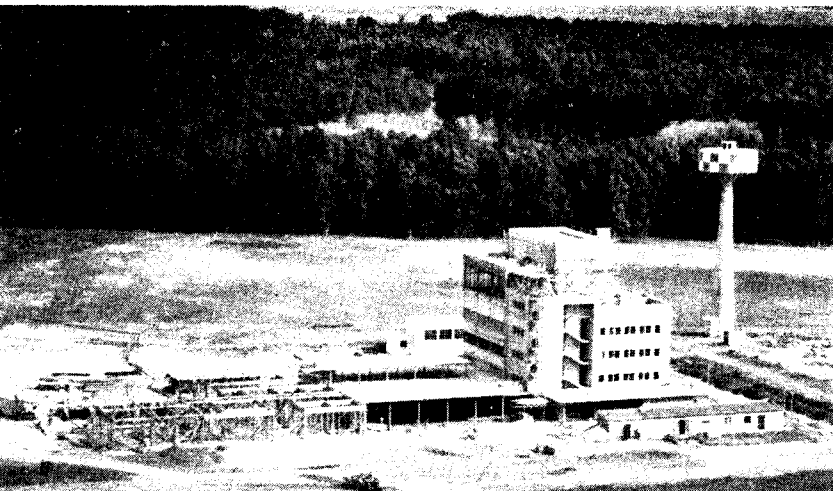
Este reactor, actualmente en avanzado estado de construcción en el Centro Atómico Ezeiza, ha sido diseñado teniendo especialmente en cuenta la disponibilidad de recursos y técnicas que permitieran la construcción local del mismo, incluyendo los elementos combustibles. Tendrá un flujo de neutrones térmicos de $2,5 \times 10^{13}$ por centímetro cuadrado y por segundo; utilizará como combustible uranio enriquecido al 90 por ciento; estará moderado y enfriado con agua liviana y habrá de operar dentro del rango comprendido entre 1 y 5 MW térmicos.

El diseño de su sistema electrónico de comando fue obra del personal de la institución con el concurso de un experto enviado por el OIEA. La operación del reactor se efectuará mediante cuatro barras (dos de seguridad y dos de control), comandadas desde la parte superior mediante embragues magnéticos.

El detalle de los principales trabajos realizados durante el presente ejercicio, es el que sigue:

Facilidades experimentales. Para dotar de mejores facilidades experimentales al reactor, se introdujeron modificaciones en la celda caliente superior y se desplazó la anterior ubicación de la sala de aire acondicionado a fin de brindar mayor espacio experimental a la altura de la boca del reactor.

Obra mecánica. Se finalizó el montaje de los conductos de irradiación, sistema neumático, columna térmica, sistema de extracción de



Estado actual del edificio del RA-3 e instalaciones anexas.

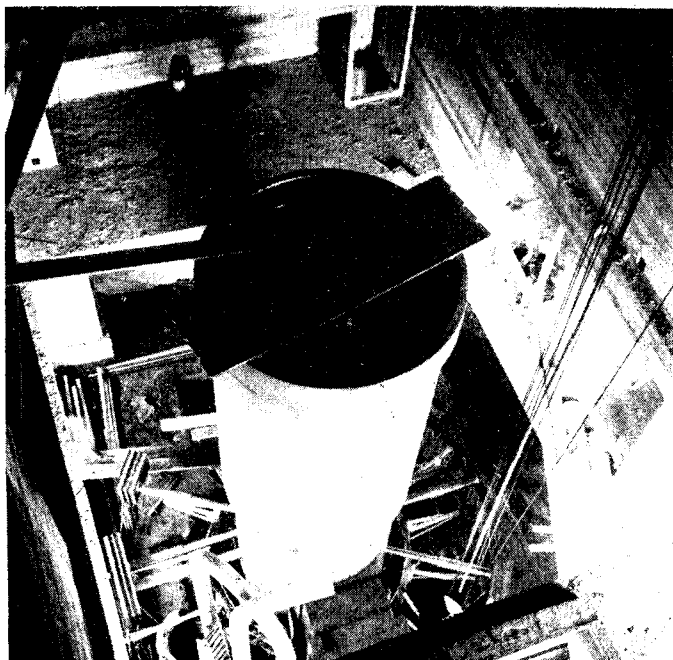
muestras, blindaje térmico, conductos de succión y sistema de drenaje de facilidades experimentales. Quedó de esta manera terminado el montaje de elementos hasta la cota 9.50.

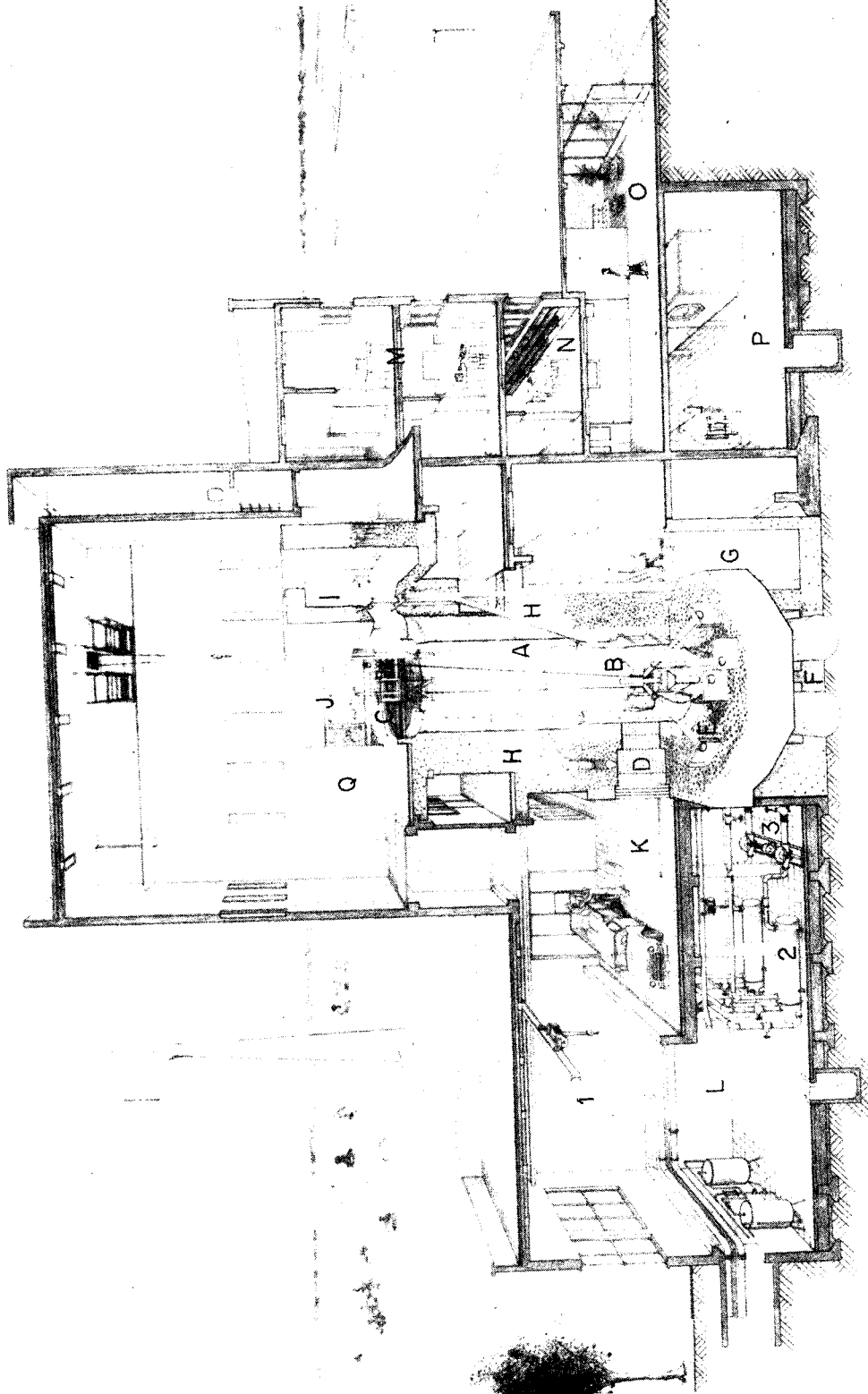
Blindaje. Se llevó a cabo el acopio de mineral de hierro en Ezeiza y se inició el hormigonado de las coronas de hormigón común. También se comenzó el hormigonado del blindaje pesado.

Instalaciones secundarias. La instalación de la torre de enfriamiento fue terminada. Prácticamente se ha concluido también la instalación del desmineralizador de agua. Se licitó y recibió buena parte de las bombas del circuito primario y secundario; se inició la construcción del intercambiador de calor y de las cañerías del primario y se está construyendo la totalidad de las válvulas de los circuitos hidráulicos. Además se dio término al proyecto del sistema de alimentación eléctrica y se procedió a adjudicar la provisión de los grupos electrógenos y la construcción de los tableros de servicios auxiliares y esenciales y de ramales de distribución.

Sistema de control. Se puso término al proyecto del mismo, se definieron las especificaciones de la instrumentación nuclear y se adjudicó la construcción de la consola y "racks" de la sala de comando. También se licitó la mayor parte de los elementos del sistema, tales como registradores, detectores, etc.

Recipiente del reactor, vista superior.





REACTOR RA-3 Corte esquemático

- A - Lanque principal
- B - Núcleo
- C - Mecanismo de las barras de control
- D - Columna térmica
- E - Conductos de irradiación

- F - Lanques de decaimiento
- G - Paleta de decaimiento
- H - Blindaje de bormigón
- I - Celda caliente
- J - Sala de comando
- K - Hall de experimentación

- L - Sala de bombas
- M - Demineralizador continuo
- N - Intercambiador de calor
- O - Bombas centrifugas
- P - Salas de Monitoraje
- Q - Biblioteca
- R - Hall principal
- S - Sala de calderas

C FACILIDADES CRITICAS

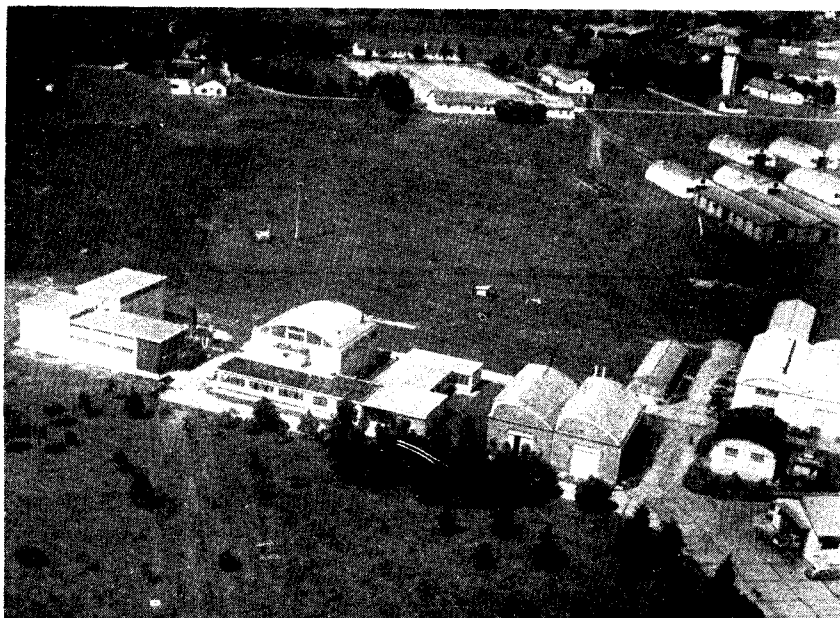
1 — CONSTRUCCIÓN DEL RA-2 (conjunto crítico destinado a los estudios del RA-3).

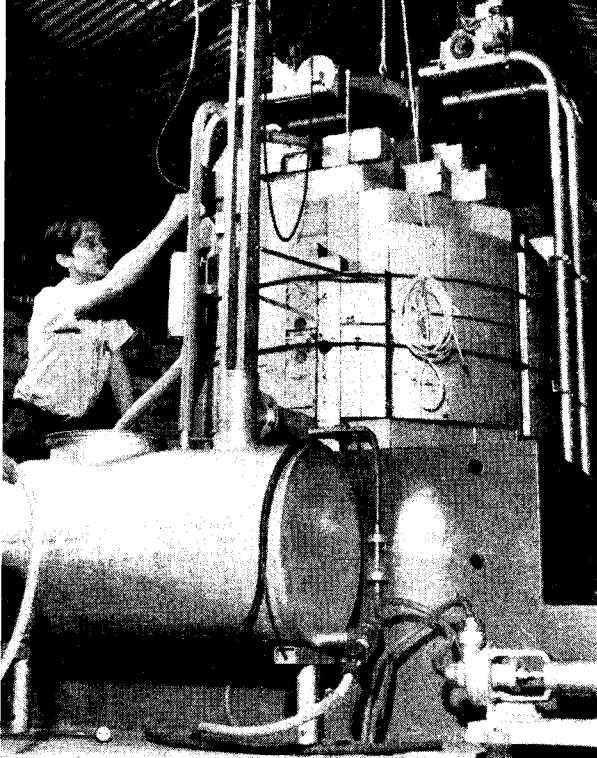
Obra mecánica. Se han construido los tanques principales del reactor; se adquirieron los componentes del sistema de refrigeración (bombas, cañerías, válvulas, calefactores y desmineralizador de agua); completóse en aproximadamente un 60 por ciento el sistema neumático de fuentes y se instaló el puente móvil de operación del núcleo.

Sistema de control. Se ha alcanzado un 50 por ciento en la construcción de los mecanismos de las barras de control y un porcentaje semejante en la construcción de la consola y "racks" respectivos, y se finalizó el armado del panel de señalización y mando. El montaje final de los conjuntos ha quedado supeditado a la terminación del edificio del RA-2 y a la entrega de elementos procedentes del exterior.

2 — MODIFICACIÓN DEL RA-0. Las modificaciones introducidas al RA-0, conjunto crítico destinado al RA-1, han sido menores y pueden ser consideradas como de carácter operativo.

Centro Atómico Constituyentes. De izquierda a derecha las instalaciones del RA-2, del RA-1 y de la facilidad crítica RA-0.





Detalle del conjunto crítico
RA-0.

D - ESTUDIOS Y DESARROLLOS

I — FÍSICA DE REACTORES

Se ha trabajado con el RA-0 en la evaluación nuclear de los elementos combustibles del RA-1. Entre otras tareas se hicieron estudios y análisis sobre distintas grillas, ubicación y tipo de barras de control, exceso de reactividad y coeficiente de temperatura; se preparó el plan de trabajo; se adquirieron los medios para la labor en el RA-2 y se organizó un laboratorio de montaje que será instalado en cuanto se disponga de los elementos adquiridos.

Cabe señalar que las actividades de este grupo se vieron favorecidas por el aporte de diversos equipos hecho por el OIEA en relación con el Programa de Asistencia Técnica para 1964.

2 — TEORÍA DE REACTORES

Se prosiguieron los trabajos relacionados con el cálculo de los parámetros nucleares del RA-3, labor que se coordinó con el grupo de Física de Reactores para la verificación en el RA-2. Igualmente se contribuyó al análisis del nuevo núcleo del RA-1, lográndose una correlación aceptable con los datos experimentales del RA-0.

3 — TERMODINÁMICA

Se han proyectado, licitado y recibido los componentes del primer circuito de ensayo. Se está a la espera de la terminación del nuevo edificio para proceder a su montaje.

4 — HIDRÁULICA

Los sistemas de retorno del agua de refrigeración del RA-3 fueron analizados en un modelo hidráulico. En base a los resultados obtenidos se proyectó el sistema a plena escala.

5 — CONTROL E INSTRUMENTAL

Se ha trabajado fundamentalmente en el sistema de control del RA-3. Asimismo fueron puestos a punto un piloto automático para la línea de reactores de investigación y un circuito de disparo de seguridad.

6 — SEGURIDAD

Además de las tareas de rutina que son de competencia de este grupo de trabajo, se ha dado cuerpo a un reglamento de seguridad para reactores y facilidades críticas.

E — ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN REACTOR DE POTENCIA

El rápido desarrollo y difusión que han alcanzado los reactores nucleares de potencia como generadores de energía eléctrica por sus notables características, no sólo técnicas y de seguridad, sino también económicas, que los hacen competitivos en muchas zonas con las fuentes convencionales de energía, determinaron a esta Comisión Nacional a encarar la posibilidad de instalar en nuestro país uno de estos modernos instrumentos.

La iniciativa mereció el apoyo de la Comisión Nacional Coordinadora de Grandes Obras Eléctricas, que en su primera sesión constitutiva del 10 de abril de 1964 decidió recomendar la realización de un estudio de preinversión de un reactor de potencia, tramitándose en estos momentos el dictado de un decreto del Poder Ejecutivo Nacional que precise los alcances de la obra.

Entre tanto la CNEA ha constituido un Comité Directivo que coordinará la acción a desarrollar y al cual prestarán su valiosa colaboración la Secretaría de Energía y Combustibles —y sus reparticiones dependientes como la Empresa de Agua y Energía Eléctrica— y el Organismo Internacional de Energía Atómica, dependiente de las Naciones Unidas, cuyos expertos estudiarán y avalarán cada una de las etapas parciales del proyecto.

La central programada tendrá una capacidad de generación del orden de los 300 a los 500 mil kilovatios eléctricos y estará destinada a la región del Gran Buenos Aires-Litoral. La realización de este proyecto, al cual se le ha dado en la CNEA prioridad absoluta, marcaría para nuestro país el comienzo de la utilización de la energía eléctrica producida por vía nuclear para el abastecimiento energético nacional y redundaría inmediatamente en un alivio de la creciente demanda de combustibles convencionales, permitiendo la derivación de éstos hacia usos más interesantes.

Pero no se detiene aquí la trascendencia de este comienzo; pronto, a la primera central nucleoelectrica se sumarian otras, que significarian otras tantas etapas en el desarrollo argentino. Porque así ha sucedido también en todos los países que emprendieron este camino. En todos ellos el advenimiento de las grandes realizaciones de la energía atómica se tradujo inmediatamente en una rápida y considerable elevación de sus niveles tecnológicos y de su capacidad industrial, lo que resulta fácil de comprender cuando se considera que una central nuclear constituye un conjunto sumamente complejo de elementos, en cuya fabricación, que ha de responder necesariamente a altos patrones de calidad y a muy estrictas tolerancias, se requiere la intervención de la industria en todas sus ramas fundamentales.

De lo dicho surge la extraordinaria gravitación que esta obra tendrá en la industria argentina, cuya participación puede estimarse en estos momentos entre el 40 y el 60 % del total, cifras que habrán de aumentar rápida y paralelamente con el esfuerzo que realizará nuestra industria en su continuo afán de perfeccionamiento, alentada por las perspectivas económicas que le ofrecerá este nuevo campo.

En cuanto al estudio en sí, los temas que comprenderá son los siguientes:

a) *Energéticos*: tendientes a determinar la situación del país en relación con sus recursos energéticos, la electrificación de la zona en consideración, la demanda actual y futura y la incidencia energética del agregado de la central nuclear a la red interconectada.

b) *Económicos*: se evaluará el sistema en su conjunto; se realizará un estudio económico de las centrales nucleares y los comparativos para las diferentes soluciones posibles y se encarará además el estudio de inversiones.

c) *Reactores de potencia*: abarcará los aspectos técnicos y técnico-económicos de las centrales nucleares; se evaluarán los diferentes tipos de reactores y se estudiará el abastecimiento de combustible nuclear, como así también de los materiales y equipos especiales; se hará la evaluación de riesgos y se estudiarán los problemas legales relativos al aprovechamiento de la energía nuclear.

d) *Ubicación*: luego de ponderarse los factores pertinentes y de establecerse los criterios, se procederá a seleccionar la ubicación más conveniente. A posteriori se realizarán todos los estudios específicos necesarios sobre la ubicación elegida.

e) *Aporte de la industria nacional*: se efectuará una evaluación de la industria nacional, tanto convencional como nuclear, para poder estimar el posible aporte de la misma en la instalación de la nueva central.

III

INVESTIGACION Y DESARROLLO

A - APLICACIONES DE RADIOISOTOPOS

B - FISICA

C - QUIMICA

D - MATERIALES NUCLEARES

E - METALURGIA FISICA

F - BIOLOGIA

G - PROTECCION Y CONTROL

H - ELECTRONICA

INVESTIGACION Y DESARROLLO

Como en ejercicios anteriores la CNEA asignó durante el presente año un lugar preponderante en su programa de trabajo a la investigación científica, sin cuyo concurso no pueden esperarse progresos en la ciencia nuclear.

Esta labor, dirigida tanto al campo de la investigación básica como al de la investigación aplicada, es desarrollada prácticamente por todos los sectores técnicos de la casa a través de los grupos de laboratorios e instalaciones existentes en la sede central y en los centros atómicos de su dependencia.

En este capítulo se exponen sucintamente las actividades cumplidas por dichos sectores en temas de investigación vinculados con las aplicaciones de los radioisótopos, la física, la química, los materiales nucleares, la metalurgia, la biología, la protección y control de radiaciones y la electrónica. Asimismo se incluyen las tareas de desarrollo, mantenimiento, servicios y colaboraciones llevadas a cabo en conexión con aquéllas.

A — APLICACIONES DE RADIOISOTOPOS

1 — INDUSTRIALES

Con el objeto de estudiar la posibilidad de instalar en el país una planta de irradiación para la desinfestación de granos, se organizó la visita de un panel de expertos del OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) y la FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación). Técnicos de la CNEA, en colaboración con funcionarios de la Junta Nacional de Granos, planificaron y acompañaron a la misión en una gira por el interior, que comprendió la visita a 5 elevadores de campaña y 6 elevadores terminales de embarque. Asimismo se efectuaron varias reuniones en la Institución, en las cuales quedó evidenciada la factibilidad de montar dicha planta en uno de los silos visitados.

Posteriormente, en conversaciones mantenidas por el grupo de expertos con representantes de establecimientos frigoríficos y con especialistas de la Comisión, se consideraron posibles líneas de trabajo para el tratamiento de carnes y derivados mediante el empleo de radiaciones, con el fin de combatir la salmonelosis y otras infecciones.

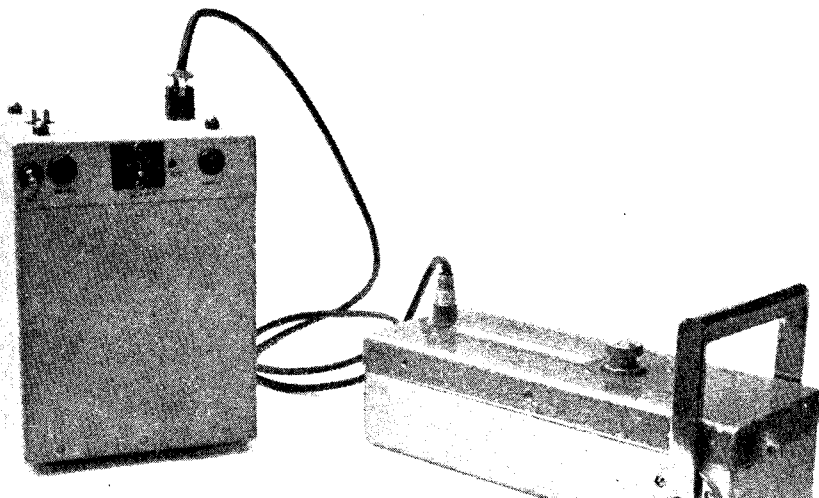
Se efectuaron mediciones de espesores de capas metálicas juxtapuestas, basadas en la excitación de rayos X característicos mediante fuentes emisoras de partículas beta y mediciones de densidad y humedad de suelos.

En conexión con dichos trabajos se construyeron diversos equipos y se desarrollaron un escalímetro portátil y una cámara térmica de diseño especial para la prueba de equipos. Además se está desarrollando un método para medición de espesores de nieve, por radiografía, en zonas de montaña.

Se hicieron análisis por activación de manganeso y hierro en distintos lubricantes y determinaciones de torio por espectrometría gamma en minerales que contienen uranio.

Se efectuaron estudios sobre procesos de desgaste en motores endotérmicos.

Se realizó un servicio de gammagrafía industrial para los Astilleros Navales del Estado (TARENA), totalizándose en este solo servicio más de 1.000 metros de gammagrafía de uniones soldadas, por un monto aproximado de S 1.000.000.



Medidor de suelos por reflexión radiactiva. Sonda y unidad de lectura del prototipo desarrollado y construido en la CNEA.

Gammagrafía industrial
efectuado para TARENA.
Tanque de gas licuado mos-
trando la ubicación de las
placas tomadas.

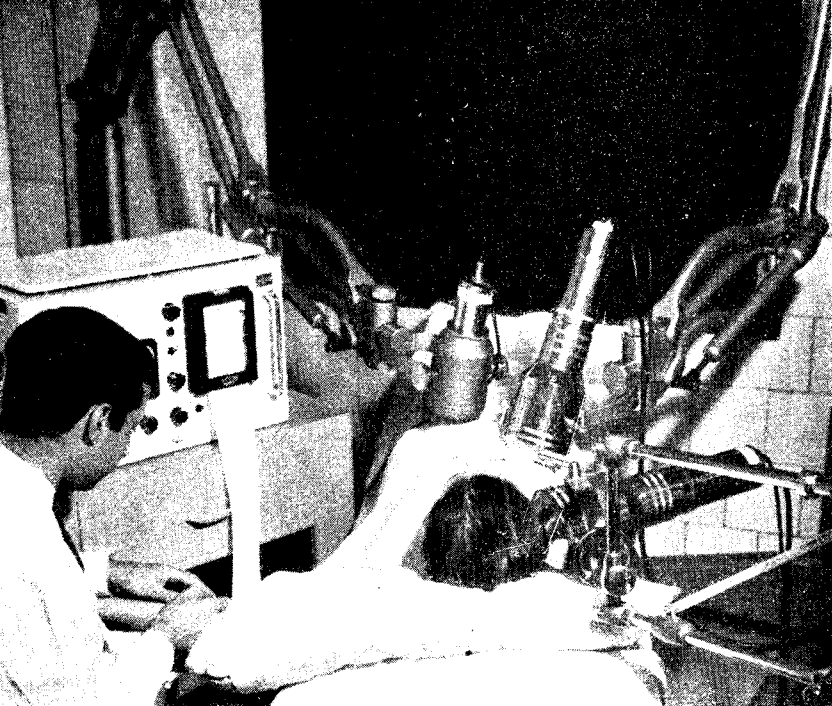


2 — MÉDICO-BIOLÓGICAS

En este campo el objetivo principal se concentró en el desarrollo y puesta a punto de técnicas nuevas para el diagnóstico, la investigación clínica y las experiencias biológicas mediante el empleo de radioisótopos.

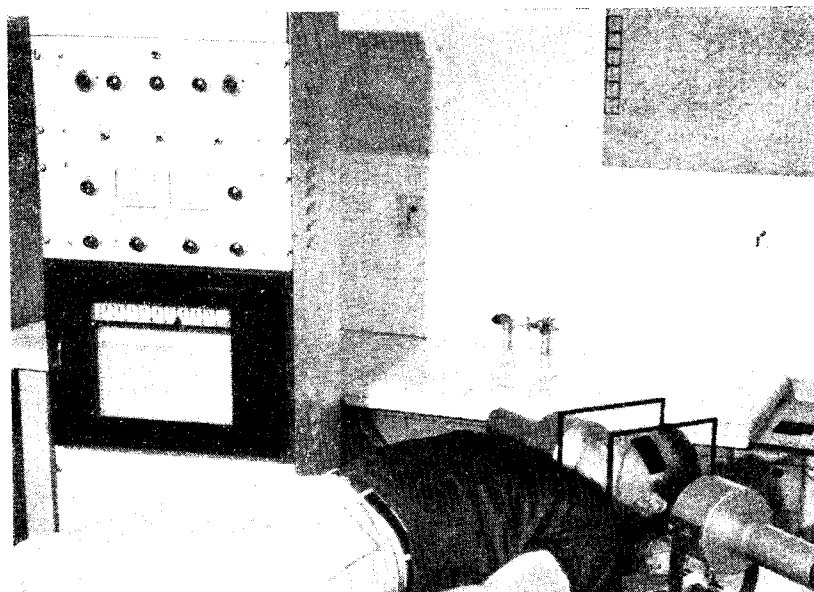
Los principales trabajos realizados versaron sobre: técnicas de determinación de flujo vascular con Xenón-133 y de flujo coronario con Rubidio-86; desarrollo de técnicas de contador de centelleo líquido con ácido fólico marcado con Hidrógeno-3 (tritio) en homogeneizados de órganos; empleo de moléculas marcadas con Iodo-133, Iodo-125, Mercurio-197 y Mercurio-203; desarrollo de nuevas técnicas de "scanning" para distintos órganos utilizando Tecnecio-99m como coloide y Pertecneciato Nechidrin-Mercurio-203 y Iodo-125; desarrollo de técnicas de radiohistoautografía; determinación del U. I. B. C. (Unsaturated Iron Binding Capacity) y porcentaje de saturación de la transferrina con Hierro-59.

Mediante el método de análisis por activación en materiales biológicos, se efectuaron numerosas determinaciones de arsénico en cabellos y uñas.



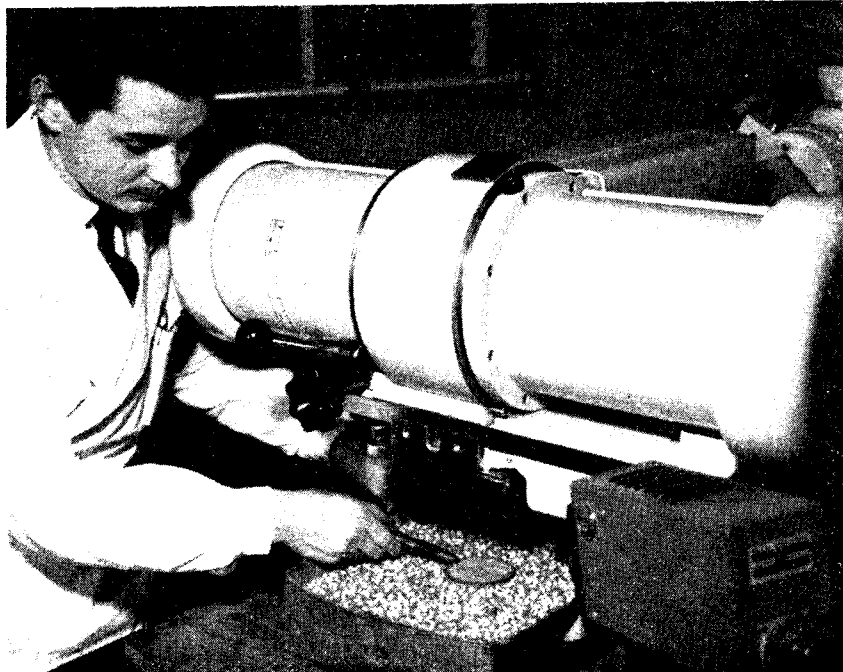
Aplicación de trazadores radiactivos para el diagnóstico médico.

En colaboración con el Instituto de Neurocirugía "Costa Boero" se está por terminar un trabajo sobre destrucción de zonas localizadas de cerebro con implantes de fuentes radiactivas y en el Servicio de Telecobaltoterapia del Hospital Rivadavia se cooperó en trabajos de desarrollo de técnicas de irradiación del cáncer ginecológico y en el empleo de coloides radiactivos en radioterapia.



Localizador de tumores cerebrales diseñado y construido en la CNEA.

Irradiación de semillas con
fines experimentales.



3 -- AGROPECUARIAS

Mediante análisis por activación se efectuaron numerosas determinaciones de manganeso, cobre y hierro en cereales.

Se completaron las experiencias para el estudio de la translocación y destino de un herbicida marcado con Carbono-14, elaborado comercialmente a base de 2,4 D.

Se continuó con los estudios de suelos utilizándose Fósforo-32 como trazador y en microbiología de suelos se efectuaron ensayos para determinar la capacidad solubilizadora de fosfatos insolubles en agua, mediante el empleo de fosfato tricálcico marcado con Fósforo-32.

Se encararon estudios de afección animal provocada por carencia de minerales y se completó una serie de investigaciones hematológicas en animales domésticos mediante Cromo-51 y DFP-32.

1 -- OTRAS APLICACIONES

Se desarrolló un método de film-dosimetría para ser utilizado en el rango comprendido entre algunas decenas de kilorads y hasta el orden del megarad, para rayos X de energía mediana.

Se efectuaron trabajos sobre escape de productos de fisión de elementos combustibles en condiciones accidentales, estudiándose el estado químico del yodo producido en la fisión de distintos óxidos de uranio.

Fueron estudiadas y puestas a punto diversas técnicas de radioanálisis de interés para química analítica.

Se realizó el transvase de numerosas fuentes radiactivas, entre ellas una de 300 curies de Cobalto-60.

B – FÍSICA

1 – FÍSICA NUCLEAR

Reacciones nucleares

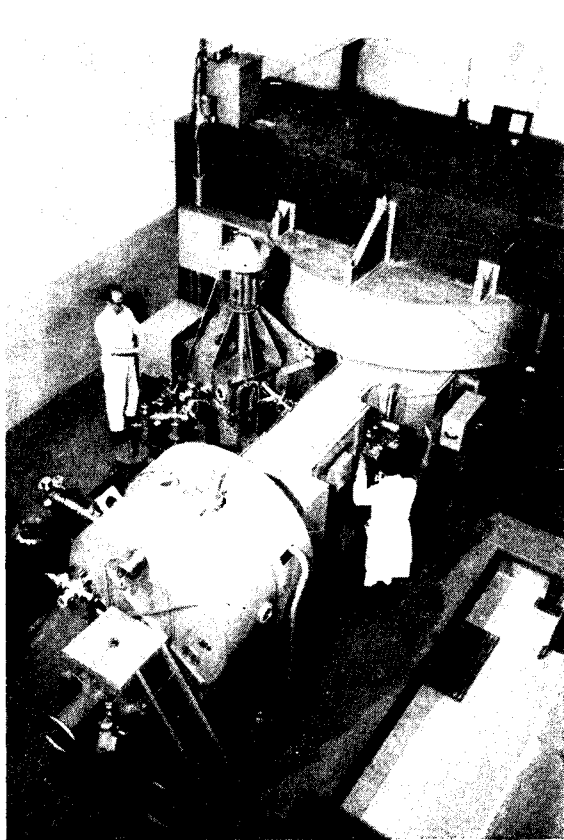
Utilizando el sincrociclotrón de Buenos Aires se completó un trabajo sobre la medición de secciones eficaces de reacción para deuterones sobre un grupo de 18 elementos de la tabla periódica, comparándose estos resultados con datos obtenidos de la teoría. La principal característica de los resultados es la presencia de un mínimo en la región del níquel que se interpreta como una contracción de la superficie nuclear del Níquel-58 respecto de sus núcleos vecinos.

También se completó un estudio sobre la distribución angular de dispersión elástica de deuterones sobre varios elementos de la tabla periódica, encontrándose ciertas regularidades no observadas anteriormente entre los valores de un mismo parámetro para los distintos elementos estudiados.

Se comenzó un estudio sugerido por un profesor visitante sobre el cálculo del potencial de interacción para deuterones, que intenta eliminar ciertas ambigüedades en la elección de parámetros ópticos para estas partículas.

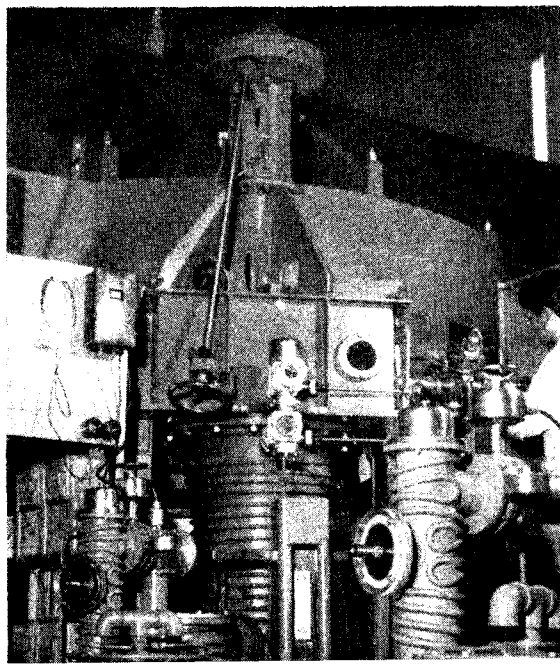
En colaboración con el Dr. Luis Gómez, de la Universidad de San Pablo, Brasil, se está realizando un trabajo de ajuste de distribuciones angulares de deuterones dispersados elásticamente por núcleos de Oxígeno-16.

Se midió la función de excitación de la reacción (d, p) sobre Oro-197 y se elaboró un programa de computación para calcular funciones de excitación para estas reacciones.



Enfoque del sincrociclotrón de Buenos Aires, de 30 MeV, mostrando el electroimán capaz de generar campos magnéticos de hasta 15 Kgauss.

Detalle de las bombas de vacío y otras instalaciones auxiliares del sincrociclotrón.



Se prosiguió un trabajo emprendido el año anterior sobre la equivalencia entre potenciales locales y no locales, obteniéndose relaciones entre los parámetros geométricos de uno y otro potencial.

Se ensayó una técnica de detección de partículas cargadas en presencia de otras, mediante el uso de un sistema detector formado por un detector delgado y otro grueso, que permite distinguir satisfactoriamente protones de deuterones.

Se inició el desarrollo de una técnica de detección de neutrones mediante discriminación de forma del impulso, que permite distinguirlos del fondo de radiación gamma.

Fueron desarrollados y construidos numerosos equipos electrónicos auxiliares, entre otros, un amplificador de doble línea de retardo.

Espectroscopía nuclear

Se determinaron las energías de transiciones en Rutenio-101 debidas a los decaimientos de Rodio-101 y Rodio-101 m, con lo cual, junto con otros datos experimentales, se trata de establecer un esquema de niveles para Rutenio-101.

Se dio comienzo a un trabajo consistente en la medición de las coincidencias electrón-gamma y beta-gamma en el decaimiento de la Plata 110 m, con el fin de verificar su esquema de desintegración.

Se desarrolló un método original para la preparación de fuentes de Rodio sin portador.

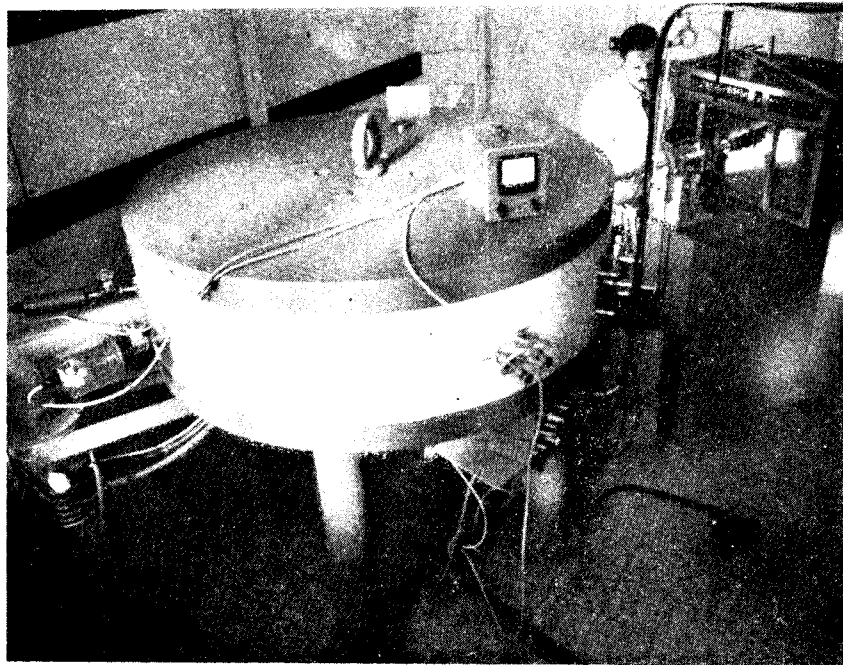
Se realizó el ajuste general de los equipos de operación automática y control del campo magnético del espectrómetro de doble focalización, así como de sus equipos de termoestabilización; se construyeron nuevos detectores y se ajustaron los existentes en el mismo aparato.

Se corrigió una asimetría descubierta en el campo magnético del mismo equipo, mejorándose notablemente sus condiciones de enfoque.

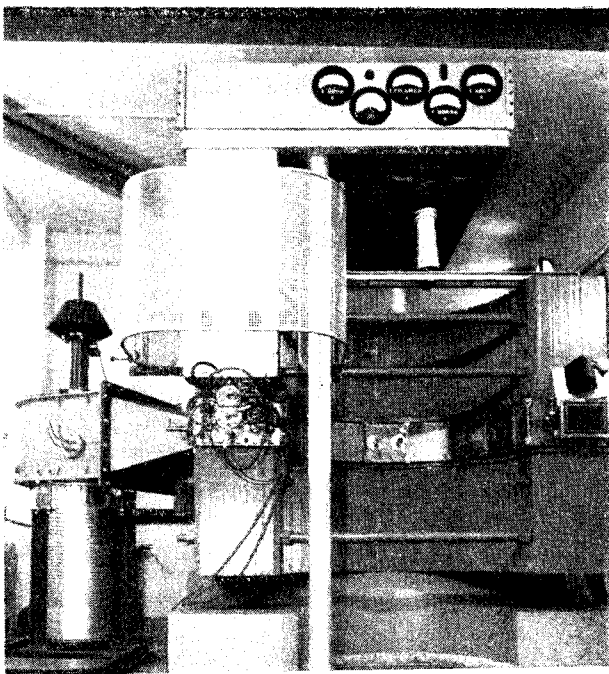
Se inició la etapa de ajuste final del espectrómetro beta tipo "doble naranja".

Sobre un diseño original, se desarrollaron preselectores de tiempo de 10 a 100.000 segundos para ser utilizados en combinación con un reloj electrónico transistorizado con control a cristal.

Se transistorizaron los circuitos de conformación y la década rápida de varios escalímetros CNEA de 1 microsegundo, transformándolos en escalímetros de 0,4 microsegundos.



Espectrómetro beta de doble focalización.



Separador electromagnético de isótopos (calutrón) construido en la CNEA.

Una de las tres vistas de una fotografía estereoscópica de una cámara de burbujas de hidrógeno líquido, expuesta a un haz de piones negativos de 2.600 MeV de energía cinética, dentro de un campo magnético de 21.700 gauss. A través de la medición de los radios de curvatura de las trayectorias de las partículas cargadas, debida precisamente a la presencia del campo magnético, pueden calcularse los impulsos de esas partículas. En la fotografía aparece una interacción entre un pión incidente y un protón del hidrógeno, que conduce al siguiente proceso: $\pi^- + p \rightarrow \pi^+ + \Sigma^- + \kappa^0$. La traza 2-3 representa el pión positivo y la 2-4 la partícula Σ^- la cual decae espontáneamente en la forma $\Sigma^- \rightarrow \pi^- + \eta$. A su vez el π^- (4-5) experimenta una colisión de tipo elástico $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p$ (5-7 y 5-6 respectivamente). La "V" que resulta formada por las trazas 8-9 y 8-10, está indicando además el decaimiento de una partícula neutra (no deja traza debido a la ausencia de carga eléctrica) que tendría la dirección 2-8 y que decae en la forma $\kappa^0 \rightarrow \pi^- + \pi^+$.



Se construyeron numerosos equipos electrónicos auxiliares, algunos de ellos con diseños originales, y se realizaron las tareas regulares de mantenimiento del acelerador en cascada, que se encuentra en reserva para mantenerlo en condiciones de funcionamiento.

Separación de isótopos (calutrón)

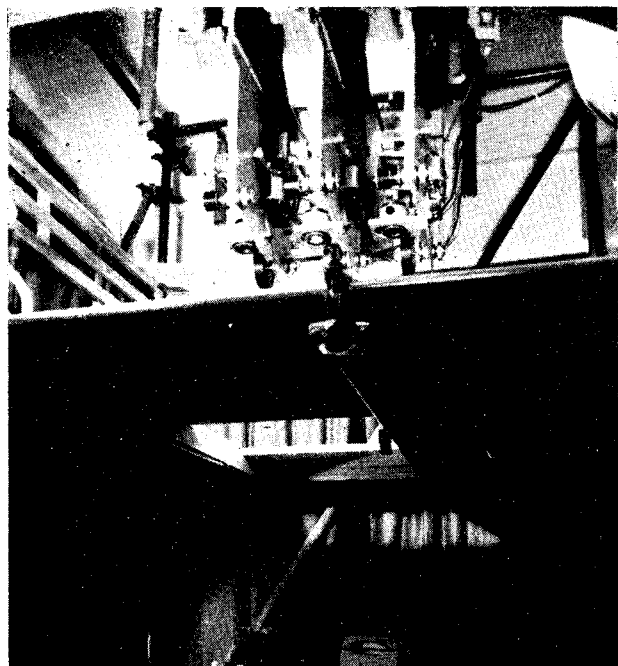
Se inició el diseño de la adaptación necesaria para la nueva fuente de iones donada por el OIEA, trabajo en el cual colabora el experto sueco Olle Almen, enviado por dicho organismo.

Se ensayaron diferentes materiales de carga para separar isótopos de plata.

Se modificaron diversas partes del equipo de acuerdo con la experiencia obtenida en su operación, y se instalaron nuevos equipos auxiliares.

Partículas elementales

Continuóse con el análisis de estereofotografías de una cámara de burbujas de hidrógeno líquido expuesta a una haz de piones de 2.7 GEV/c en el CERN, de las que se dispone en préstamo por atención de los laboratorios de Bologna y Saclay. Durante el ejercicio se



Partículas elementales: análisis de estereofotografías de cámaras de burbujas. Sobre la mesa de proyección se efectúan mediciones cuyos resultados se traducen en perforaciones hechas en cintas mediante el aparato que se ve al fondo. Estos datos son luego procesados en la computadora electrónica del Instituto del Cálculo de la Universidad de Buenos Aires. En la parte superior de la foto se observa el proyector triple.

analizó aproximadamente el 50 por ciento de las 44.000 estereofotografías recibidas, estudiándose la producción e interacción de las partículas llamadas "extrañas".

En relación con estos trabajos se instaló y puso en funcionamiento un nuevo proyector de tres vistas para película de cámara de burbujas y se adaptó, para ser usado con fotografías largas, un proyector de 35 mm.

Se estudió teóricamente, sobre la base de datos obtenidos en la colaboración Bari-Saclay-Bologna, la asimetría en el decaimiento de las partículas ro-cero.

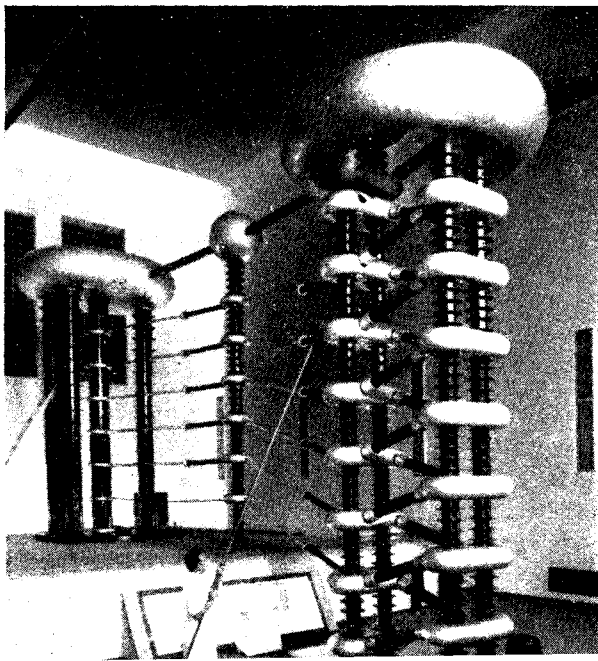
Se desarrollaron nuevos programas de computación necesarios para el análisis de los trabajos anteriores.

Por contrato con la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, se inició la construcción de un equipo para automatizar las mediciones de trayectorias mediante su registro directo en cinta perforada para computadora.

Interacción de haces iónicos con materia

Se usó el acelerador Cockroft-Walton para la producción de neutrones por la reacción $D(d,n)He^3$, con varios blancos, incluyendo uranio; se midió el flujo total de neutrones rápidos, y se efectuaron estu-

Accelerador Cockroft-Walton de 1,2 MeV existente en la sede central de la CNFA.



dios de la distribución de la intensidad de neutrones térmicos en un medio moderador y de la sección eficaz de captura radiactiva de neutrones en varios metales.

Se efectuó un estudio de la reacción $B''(p, \gamma)C^{12}$, y se verificó experimentalmente el pico de resonancia de esta reacción, aprovechando su energía conocida para la calibración del potencial de aceleración de la máquina.

Se efectuó la desviación magnética del haz iónico proveniente del acelerador, observándose el espectro de masa del mismo y comprobándose que los porcentajes de los distintos componentes son típicos para la fuente de iones de radiofrecuencia empleada.

Se armaron e instalaron circuitos para medir la corriente del haz en muy amplio rango.

Se inició la construcción de un equipo de medición de las fracciones de equilibrio de haces de helio e hidrógeno producidos en metales, especialmente cadmio sólido, que se utilizará en una investigación en marcha que se realiza en colaboración con la Universidad de Chicago.

Se diseñaron y construyeron numerosos equipos auxiliares de ultravacío y de producción de láminas metálicas para las mismas experiencias.

Se terminó la construcción e instalación de un pequeño acelerador de iones de 70 KeV, obteniéndose un haz de 2 mA a unos 40 KeV.

Se efectuó un estudio de la situación actual de la investigación teórica y experimental de la captura de electrones por protones en hidrógeno.

Efecto Mössbauer

Se estudió el origen de pulsos espúreos en contadores proporcionales de aire, cuando el aire de llenado tiene alto porcentaje de humedad, comprobándose que éstos se deben a cambios bruscos de capacidad por condensaciones locales de vapor de agua.

Se estudiaron y desarrollaron dos métodos de laboratorio para medir la velocidad de la luz.

Se realizó un trabajo teórico sobre el signo de la masa gravitacional de antipartículas, que permitió demostrar un error en una teoría recientemente publicada.

Se continuó con la instalación del equipo para efecto Mössbauer.

2 — FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR

Cristalografía

Se estudiaron por difracción de electrones varios arseniats y fosfatos mixtos de uranilo sintetizados en el mismo laboratorio, con el objeto de aclarar problemas referentes a su grupo espacial.

Inicióse la investigación roentgenográfica de borazarenos sintetizados en la institución.

Se comenzó el estudio roentgenográfico de un tetrámero del cloral.

Fue proseguida una investigación iniciada anteriormente sobre el estudio roentgenográfico de boratos en minerales argentinos.

Se pusieron a punto técnicas de réplicas para estudios de superficies de sales atacadas térmicamente y para preparación de muestras de polvos.

Se estudió la determinación de la resolución y la calibración de aumentos del microscopio electrónico y se pusieron a punto nuevas técnicas de preparación de muestras para el mismo.

Se prepararon minerales muy puros de arcilla para ser utilizados como patrones en estudios cuantitativos por difracción de rayos X.

Se inició la construcción de una nueva cámara de metalización para microscopía electrónica.

Se instaló y puso a punto una cámara de precisión tipo Buerger para el equipo de rayos X.

Microscopio electrónico
Philips EM 100.

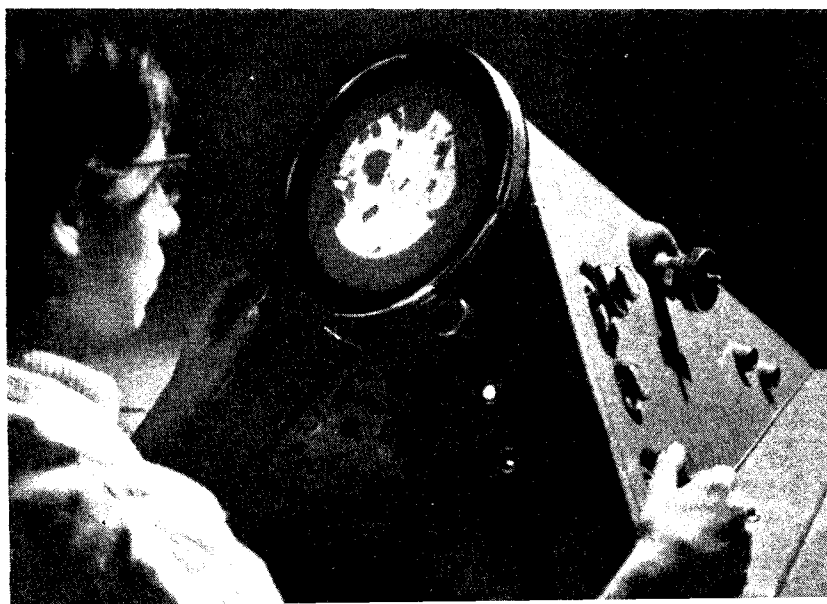
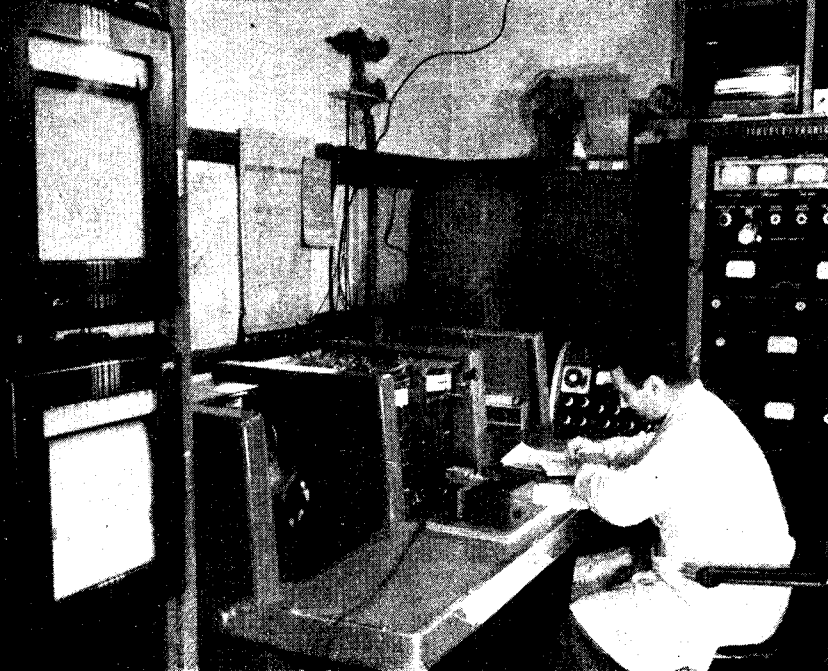




Diagrama de difracción de electrones del
arseniato de uranio y bario (metahein-
richita sintética), obtenido con el mi-
croscopio electrónico.





Espectrómetro de masa para análisis isotópico de gases (Italelettronica SP21C).

Espectrometría de masa y técnicas físicas auxiliares

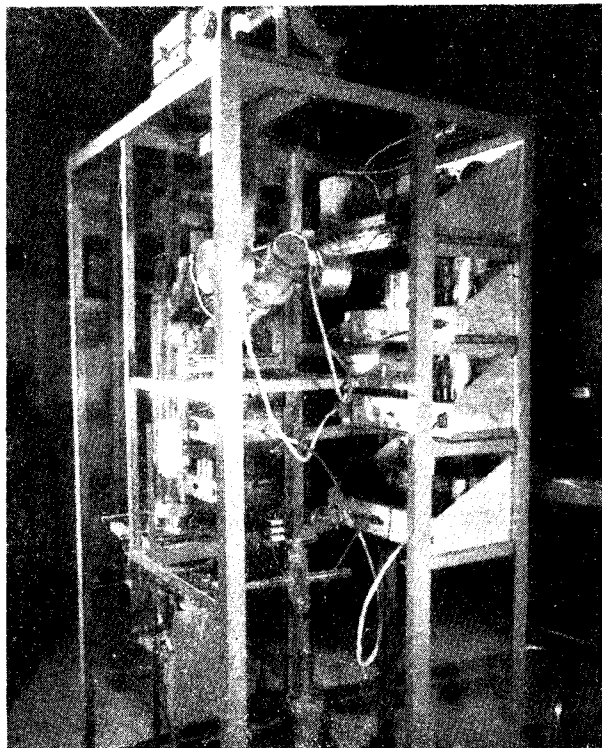
Se investigó la ionización y fragmentación del furfural por impacto electrónico con el espectrómetro de masa.

Se verificó experimentalmente que el espectrómetro de masa Italelettronica no puede llevarse a la resolución necesaria para que una modificación económica y eficiente del instrumento permitiera lograr resultados confiables en el análisis isotópico de uranio y se analizaron las posibles soluciones a éste y a otros problemas de espectrometría de masa.

Se estudiaron las posibilidades económicas de funcionamiento de una planta de destilación de hidrógeno acoplada con otra de síntesis amoniacal.

Fue diseñada, construida y ensayada satisfactoriamente una nueva fuente de iones por impacto electrónico, que redujo la dispersión de velocidad de los electrones y permitió mejorar la reproductibilidad de los resultados obtenidos con el espectrómetro de masa Italelettronica. Asimismo, se introdujeron varias mejoras a este instrumento y a sus equipos auxiliares.

Espectrómetro de masa para análisis isotópico de hidrógeno, en construcción en la CNEA



Se prosiguió con el desarrollo del espectrómetro de masa para hidrógeno-deuterio, lográndose reducir en un orden de magnitud la interferencia del vapor de agua residual.

Se continuó la construcción de un nuevo horno para crecimiento de cristales de hasta 12 cm de diámetro y la producción regular de monocristales de halogenuros alcalinos para uso en espectrometría infrarroja.

Compuestos luminiscentes

Investigáronse nuevas técnicas de purificación de borazoles y borazareos para mejorar su rendimiento como destelladores, efectuándose el control de pureza y estudiándose su rendimiento cuántico.

Se continuó el estudio de la aplicación de los fósforos obtenidos al conteo de neutrones térmicos, utilizando la facilidad crítica existente en el grupo de reactores.

Fue comenzada una investigación sobre el análisis isotópico de agua pesada por cromatografía en fase vapor.

Se diseñó, construyó y puso a punto un cromatograto analítico de fase gaseosa.

Se adaptaron nuevas técnicas de cromatografía sobre papel y de electroforesis para microanálisis.

Espectrometría infrarroja

Se completó una investigación sobre las vibraciones planares del borazol.

Se prosiguió con un trabajo teórico que pretende calcular las constantes de fuerzas del borazol.

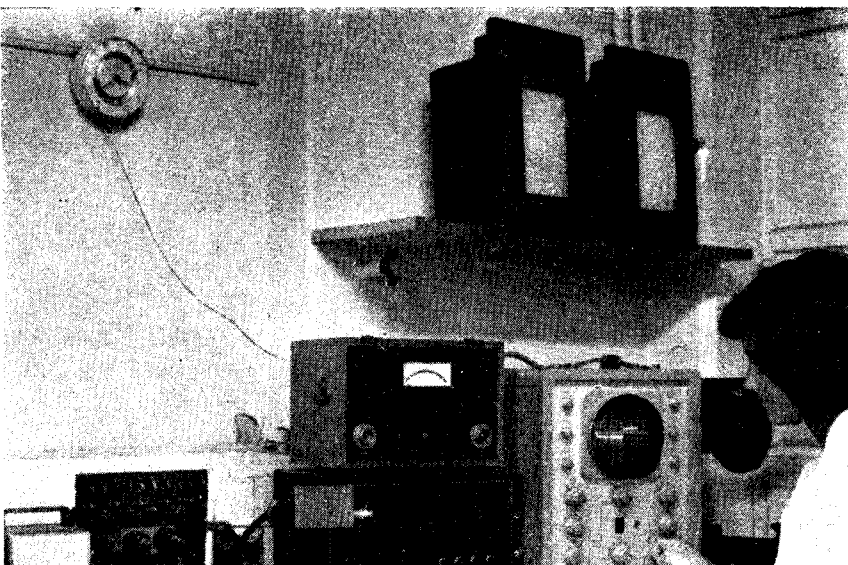
Se inició el cálculo de las frecuencias del tricloroborazol.

Se obtuvieron 340 espectros de sustancias solicitados por otros laboratorios internos y externos y se inició una puesta a punto de las técnicas de estudio de *D.N.A.* y *R.N.A.*

3 — FÍSICA TEÓRICA

Se hicieron estudios sobre la coherencia de la luz proveniente de fuentes de interacción radiactiva, concluyéndose que la teoría cuántica contiene los elementos apropiados para definir dicha coherencia en forma inequívoca, sin la necesidad de suposiciones ad-hoc.

Se desarrolló un nuevo método de estudio de relaciones de dispersiones dobles.



Equipo para la generación de pulsos de luz ultravioleta de medio mil millonésimo de segundo, con el que se estudian sustancias luminiscentes de vida extremadamente corta.

Se efectuó un estudio teórico de los parámetros del Hamiltoniano de spin del complejo $\text{Cl}_2\text{OMn}^{2+}$ y se investigó la interpretación del espectro de resonancia magnética del mismo complejo en solución congelada.

Se estudió el acoplamiento del campo elástico con el electromagnético, para observar la dispersión de luz por ultrasonido en el caso de intensidad luminosa muy grande.

Se determinó la relación entre energía e impulso del campo de radiación, en el caso de reflexión total, para las ondas inhomogéneas que se producen en el vacío cerca de la superficie del dieléctrico.

Se demostró que en los problemas que involucran reflexiones de pulsos en muros de potencial, es necesario extender las relaciones de dispersión, incluyendo los valores imaginarios de las correspondientes a la reflexión total.

1— BAJAS TEMPERATURAS

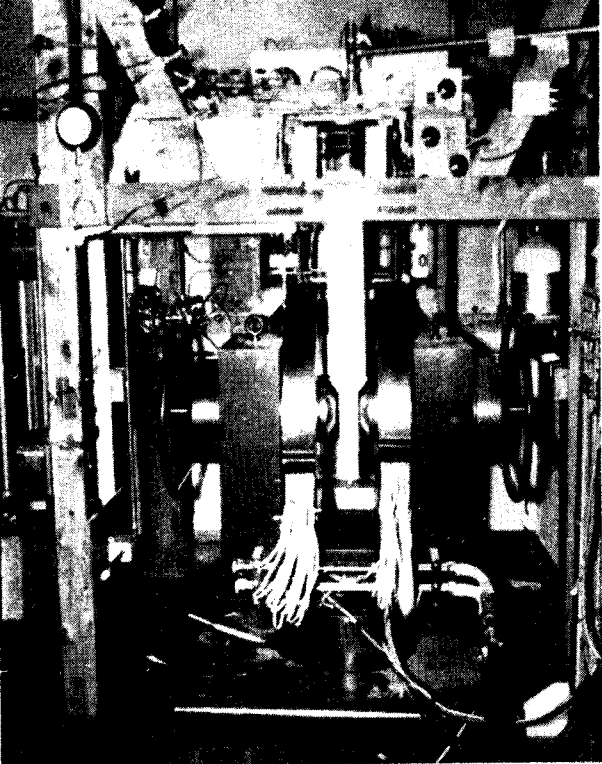
Se diseñó, construyó y probó en cuanto a propiedades magnéticas, un montaje para la medición del calor específico del Helio-3.

Se iniciaron mediciones de transferencia de calor en la superficie metal-superconductor con un sandwich cobre-estaño-cobre.

Se estudió la posibilidad de realizar mediciones de calores específicos de sales paramagnéticas a muy bajas temperaturas, usando Helio-I condensado como contacto térmico, en un montaje de tipo celda.

Equipo con el que se efectúan investigaciones, análisis y controles de materiales por espectrometría infrarroja, para las dependencias de la CNEA y diversas instituciones oficiales y privadas del país.





Equipo de bajas temperaturas. Entre los electroimanes se ve el recipiente refrigerado por He-3 líquido. Mediante el proceso de desmagnetización adiabática se obtienen temperaturas del orden de algunas centésimas de grado Kelvin.

Se instaló una columna destiladora de nitrógeno acoplada a la máquina Philips liquefactora de aire y una máquina Collins liquefactora de Helio-4.

Se iniciaron las consecuentes modificaciones del crióstato para que funcione con Helio-4 como preenfriante en lugar de hidrógeno.

Se proyectó y comenzó a construirse un nuevo crióstato similar al existente, pero con mayor espacio experimental.

Se incorporaron nuevos equipos de medición y se preparó una experiencia sobre la conductividad térmica del zinc normal y superconductor en la región $0,1-0,3^{\circ}\text{K}$.

Se desarrolló y construyó un detector de nivel de hidrógeno líquido.

5 -- ACCELERADORES

Cockroft-Walton

Completóse la instalación de los controles del acelerador Cockroft-Walton del Centro Atómico Bariloche y se hizo trabajar la máquina desde la cabina de control. Para ello se adaptó específicamente el equipo de medición de vacío al funcionamiento a distancia.

Lineal

Se prosiguió con la instalación del acelerador lineal completándose el montaje de la guía de onda y su posterior conexión, introduciéndose mejoras en las líneas de vacío e instalándose válvulas magnéticas protectoras de corte automático.

Se ensayaron nuevos capacitores de alta tensión para la línea transformadora de pulso del cañón de electrones y, como consecuencia de estos ensayos, se comprobó que la aislación no era suficiente y se procedió a cambiar nuevamente el tipo de condensadores.

Se montaron y pusieron en condiciones de trabajo las fuentes de alimentación de las bobinas de focalización, "prebuncher" y análisis del haz.

Se diseñó y construyó el integrador de corriente del haz, como así también los correspondientes detectores y otros accesorios.

Se terminó el diseño de la parte generadora de microondas y se inició la instalación de los amplificadores de pulso necesarios para disparar los tiratrones del equipo.

Se diseñaron y construyeron el generador de disparo y el imán deflector de análisis del haz.

Se iniciaron estudios sobre la posibilidad de reinyectar el haz para una nueva corrida a fin de poder duplicar su energía.

Sincrociclotrón

Se inició la adaptación al sincrociclotrón de un sistema diseñado por Philips y ya instalado en máquinas similares en Göttingen y Lyon, con el objeto de modificar el sistema de extracción del haz de deuterones, trabajo tecnológico de complejidad similar a la extracción del haz cumplida hace algunos años. Además se construyeron varios equipos auxiliares con ese fin y se elaboró y aplicó un programa de computación que permitió el cálculo de las órbitas reales de las partículas en el sincrociclotrón, dato esencial para el diseño del campo extractor.

Asimismo, se inició la construcción de un sistema auxiliar de radiofrecuencia "debuncher", para modificar el carácter pulsante del haz externo, modificación que permitirá aprovechar al máximo la capacidad de conteo de los detectores.

C – QUIMICA

I – QUÍMICA ANALÍTICA

Fue completado el estudio de la determinación espectrográfica de impurezas en calcio metálico.

Se terminó una investigación sobre la determinación espectrofotométrica de molibdeno con alta-benzoinoxina.

Se realizó una investigación sobre el método de determinación espectrofotométrica de molibdeno con sulfocianuro, mejorándose la sensibilidad mediante la determinación directa en fase orgánica.

Se investigó la influencia del vanadio en la titulación yodométrica de cobre y la posibilidad de eliminarla.

Se desarrollaron y pusieron a punto métodos analíticos sobre: determinación de vanadio en minerales y concentrados; interferencia de arsénico, níquel y fosfato en colorimetría de uranio con dibenzoilmetano y su eliminación; titulación potenciométrica de acidez libre y uranio en soluciones de uranio; y determinación colorimétrica de pequeñas cantidades de aminas en fases acuosas.

Se inició una investigación comparativa de los métodos utilizados para la determinación de uranio, de alta precisión.

Se estudió y desarrolló un método espectrográfico cuantitativo para determinar boro en aleaciones de uranio-aluminio.

Se estudió la determinación volumétrica de aluminio en muestras de aluminio-uranio y se desarrolló un método con ese fin.

Se estudió y desarrolló un método para la determinación conjunta de uranio de acidez libre en soluciones.

Se inició un estudio sobre la determinación espectrográfica de impurezas en berilio.

Se continuaron los trabajos regulares de preparación de standards espectrográficos y se realizaron ensayos sobre las características de diversas emulsiones fotográficas.

Se desarrolló un método para la determinación de plomo para el cálculo de edades geológicas y se colaboró en la puesta a punto de métodos de análisis de elementos combustibles.

Se efectuaron 38.160 análisis de U_3O_8 colorimétrico, U_3O_8 volumétrico, U_3O_8 fluorimétrico; V_2O_5 ; CuO y de otros elementos, lo que

representa un incremento del cien por ciento con relación al ejercicio anterior.

Se hicieron ajustes de tratamiento y ensayos de optimización (mineral de "Urcal" y preconcentrados de "Don Otto", etc.).

Se efectuaron ensayos sobre la extracción del cromo a partir de cromitas pretatadas en la ex "Planta Militar de Cromo" de Fabricaciones Militares.

Se ensayaron y determinaron métodos para elaborar carbonato básico de cobre.

Se hizo la síntesis y el estudio químico completo de la "huemulita", nuevo mineral de uranio argentino.

También se efectuaron estudios químicos completos sobre troncos uranizados de Guandacol.

2 — MOLÉCULAS MARCADAS

Se finalizó una investigación sobre la síntesis de 2-cis-octenoato de metilo-1-C-14 y 2-cis-ácido octenoico-1-C-14.

Se prosiguió una investigación sobre la síntesis y la marcación del ácido delta-aminolevulónico-4-C-14.

Se inició un estudio sobre la preparación de alfa-bromo-propionato de etilo-1-C-14 y ácido pirúvico-2-C-14.

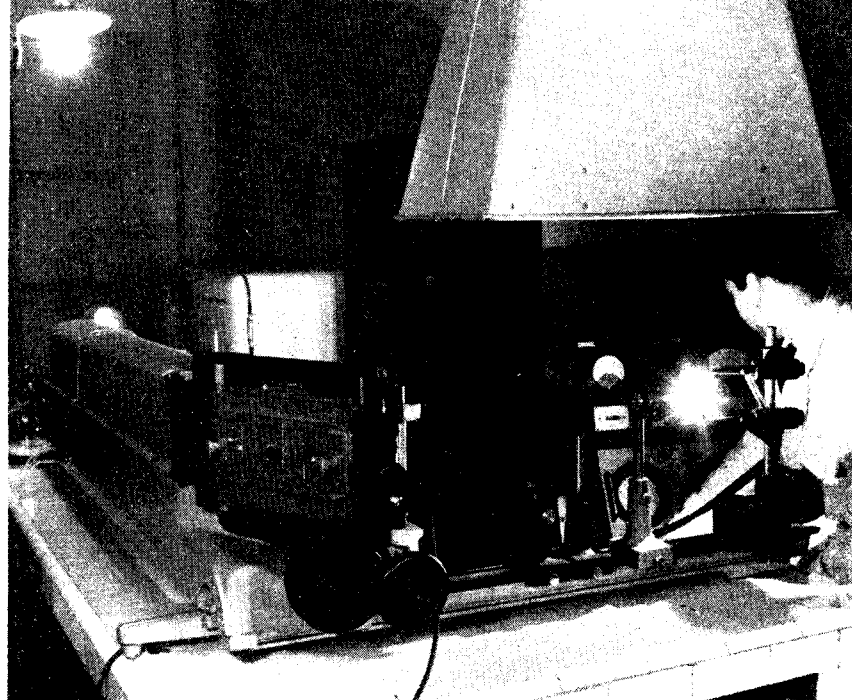
Se continuó con un trabajo de investigación iniciado hace algunos años sobre la pirólisis de sales de litio: durante el ejercicio se estudió la pirólisis de mezclas de acetato de litio-1-C-14 con propionato de litio, difenil acetato de litio y trifenil acetato de litio.

Fue iniciada una investigación sobre el mecanismo de descomposición del p-dicloroyodobenceno.

Se comenzó a trabajar con cromatografía gaseosa preparativa.

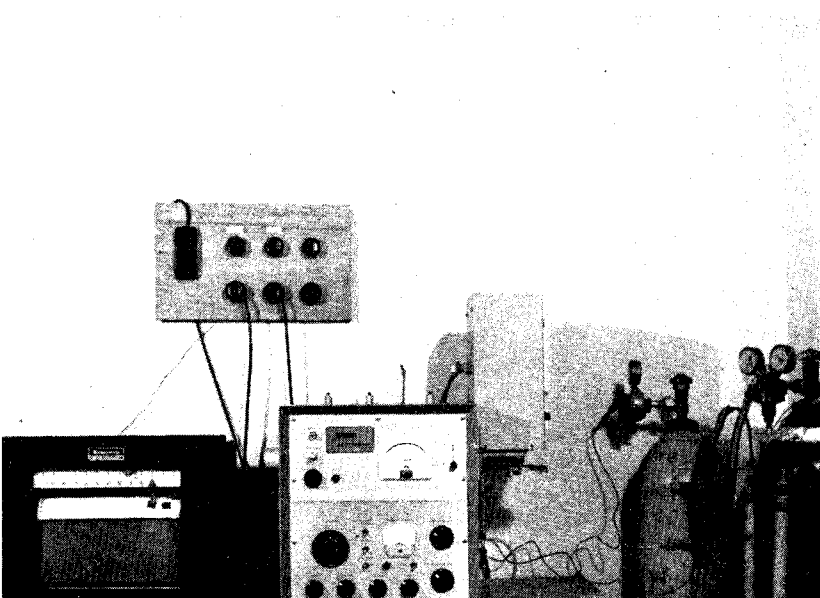
Se iniciaron mediciones de Carbono-14 por medio de centelladores líquidos.

Se desarrolló un método para la determinación cuantitativa de dióxido de carbono marcado en residuos de pirólisis.



Espectrógrafo del Laboratorio de Química Analítica.

Cromatógrafo gaseoso preparativo que se emplea en la purificación de moléculas marcadas.



3 — QUÍMICA NUCLEAR

En colaboración con el Departamento de Física de la Universidad de La Plata, se investigó la relación de rendimientos y de secciones eficaces de varios pares de nucleídos isómeros.

Se estudió, en colaboración con el laboratorio del sincrociclotrón, la función de excitación de la reacción (d, t) sobre Oro-197.

Con la Universidad Nacional de La Plata estudióse, en colaboración, el coeficiente de ramificación de la desintegración del Ytrio-87.

D — MATERIALES NUCLEARES

1 — BERILIO

Se estudió la solubilización directa de diversos tipos de óxido de berilio en soluciones de sulfato de berilio, con resultados satisfactorios.

Se determinaron los coeficientes de estabilidad de cuatro complejos de berilio con EDTA utilizando un método de intercambio iónico, y se inició un trabajo para determinar las mismas constantes por un método independiente de extracción por solventes.

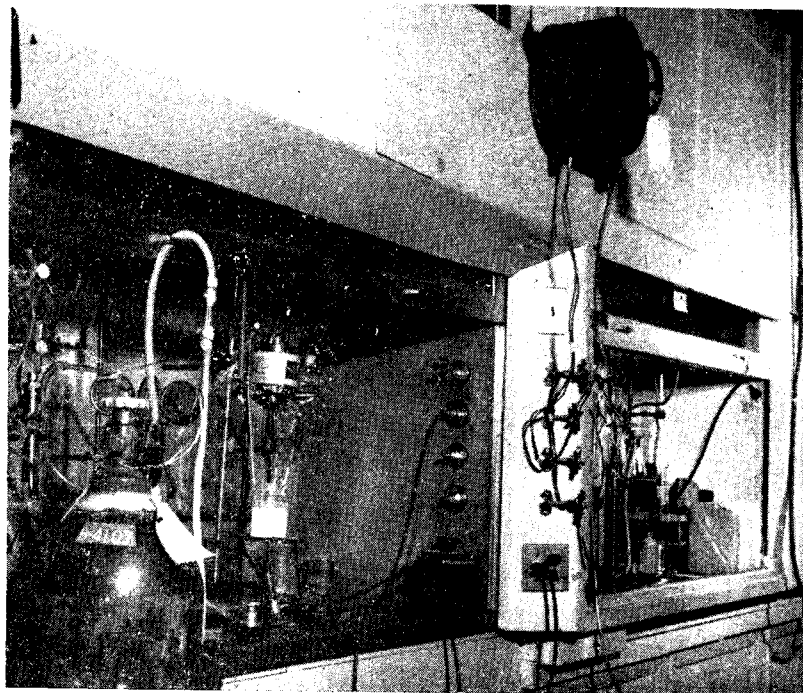
Se estudió el efecto inhibitorio del berilio sobre la solubilización del fósforo al estado de fosfato tricálcico por parte del *Bacillus Cereus*, variedad *albolactis*.

Fue comenzado un estudio sobre el efecto inhibitorio del berilio y el aluminio sobre la fosfatasa alcalina.

Se inició un estudio sobre la determinación de los coeficientes de estabilidad de complejos de acetato-berilio por una técnica de intercambio iónico.

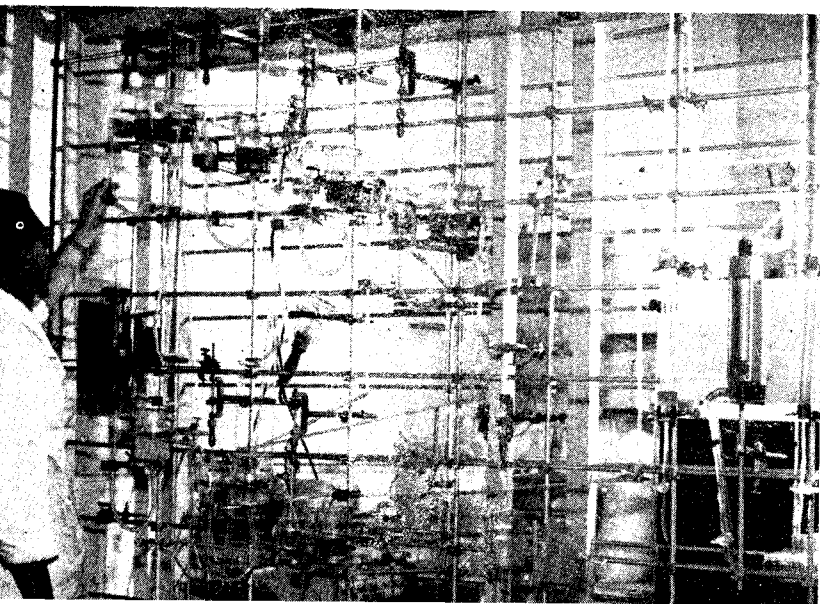
Se comenzó a estudiar experimentalmente la determinación espectrográfica de impurezas en óxido de berilio y con ese fin se diseñó y está en construcción un sistema adaptador que permitirá disminuir los riesgos toxicológicos de las determinaciones.

Se preparó y purificó acetilacetato de berilio en cantidad de 40 gr para su uso en otros experimentos.



Vista parcial del Laboratorio de Berilio.

Equipo de ensayos hidrometalúrgicos para la extracción selectiva del uranio (escala de laboratorio).



2 — HIDROMETALURGIA

Se realizaron estudios y ensayos físicos de optimización sobre el mineral de Malargüe.

Se estudiaron métodos para la recuperación del uranio en escombreras, barros y aguas de Mina Huemul-Agua Botada.

Fue estudiada la recuperación del cobre por cementación y electrólisis en los lixiviados de Malargüe.

En la Planta Córdoba efectuáronse ensayos en escala semi-industrial para la obtención de uraniltricarbonato de amonio (UTCA), de alto grado de pureza.

Se desarrollaron estudios comparativos de la elución del uranio en solventes aminados con carbonato de sodio y cloruro de sodio.

Se hizo un estudio comparativo de distintos kerosenes como diluyentes.

Se estudiaron en "batch" y en continuo las variables para purificación nuclear del uranio con tributilfosfato (T. B. P.).

Estudióse la purificación nuclear del uranio a partir del UTCA.

Se iniciaron estudios para la obtención del fluoruro de uranio por elución precipitante directa.

Se realizaron ensayos de concentración gravitacional y de lixiviación alcalina sobre menas de Cosquín.

Fue desarrollado y puesto a punto el método para la recuperación del uranio, níquel, y arsénico del preconcentrado de San Santiago.

Se estudió la recuperación de uranio de lixiviados de "Don Otto" por resinas de intercambio iónico.

Se trabajó en la recuperación de uranio y cobre por lixiviación alcalina sobre residuos de procesamiento de Planta Córdoba.

Se efectuaron estudios acerca de la recuperación gravitacional de minerales densos de las arenas de San Blas.



Microfotografía a 300 aumentos de monocristal de uranio beta. Se pueden observar tres sistemas de deslizamiento (en las direcciones indicadas por los ejes), incluyendo el nuevo sistema descubierto $\{100\} \langle 001 \rangle$.

Se estudió la factibilidad de recuperación del cobre por extracción con ácido nafténico.

Se estudió la factibilidad de lixiviación de minerales de uranio y cobre por microorganismos autótrofos.

Se practicaron estudios sobre la factibilidad de utilizar solventes orgánicos naturales y modificados, para la recuperación de uranio, cobre, vanadio y molibdeno.

Se colaboró en la puesta a punto de la planta de flotación en Planta Malargüe.

E — METALURGIA FISICA

Se estudió la deformación plástica de monocristales de uranio beta a temperatura ambiente, llegándose a identificar, como ilustra la figura, un nuevo sistema de deformación $\{100\} \langle 001 \rangle$, para explicar el cual se propuso un nuevo modelo, sobre la base de una dislocación disociada en dos parciales de Frank. El modelo propuesto permite asimismo dar cuenta de las fallas de apilamiento que aparecen en la fase sigma de aleaciones Fe-Cr, cuya estructura cristalina es básicamente similar a la del uranio beta.

Se continuó la investigación sobre el endurecimiento por deformación de metales de estructura cúbica de caras centradas.

Se prosiguió una investigación sobre deformación plástica de soluciones sólidas ordenadas, estudiándose el "creep" y el comportamiento de policristales y monocristales bajo distintos tratamientos térmicos.

Se realizaron mediciones de fricción interna en policristales de circonio y aleaciones aluminio-plata, para lo cual se construyó un péndulo de torsión en alto vacío.

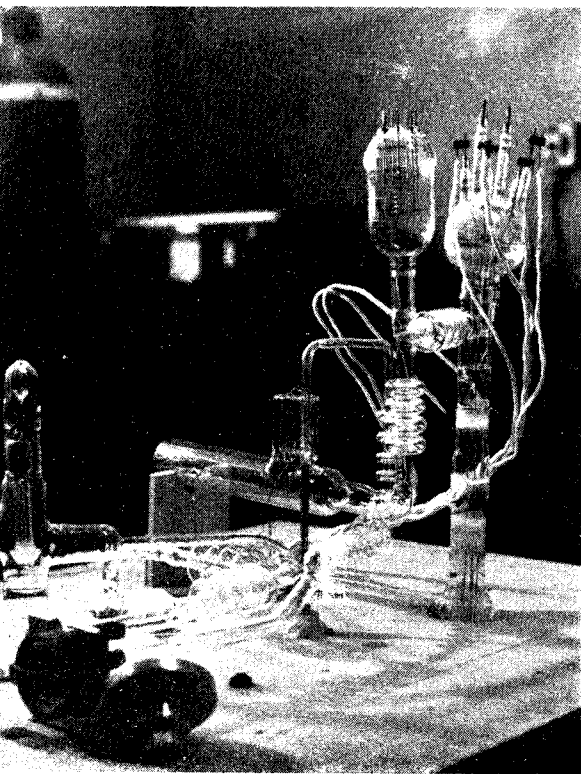
Trabajando con aleaciones de níquel-hierro, se prosiguieron investigaciones sobre fricción interna en aleaciones ordenadas.

Se llevó a cabo la construcción, puesta a punto y calibración de un equipo para determinar gases en metales.

Se realizaron estudios de cinética de absorción de hidrógeno por tantalio. Durante el desarrollo de los mismos se lograron adelantos en técnicas de ultra-alto-vacío, con la obtención de presiones del orden de 10^{-10} mm Hg, en el equipo que muestra la foto.

Se hicieron determinaciones conducentes a la obtención del coeficiente de autodifusión en hafnio.

Se prosiguieron investigaciones en metales cúbicos de cuerpo centrado, para estudiar defectos puntuales introducidos por irradiación, deformación plástica y templado desde temperaturas próximas al punto de fusión.



Aparato de ultra alto vacío.

Se continuaron los estudios sobre recuperación de metales de estructura de cubo centrado deformados plásticamente, habiéndose obtenido, para el caso del niobio, valores para las energías de activación de la movilidad de los defectos producidos por la deformación plástica a la temperatura del nitrógeno líquido.

Se siguió estudiando la cinética del ordenamiento de la aleación Ni_3Fe a diversas temperaturas.

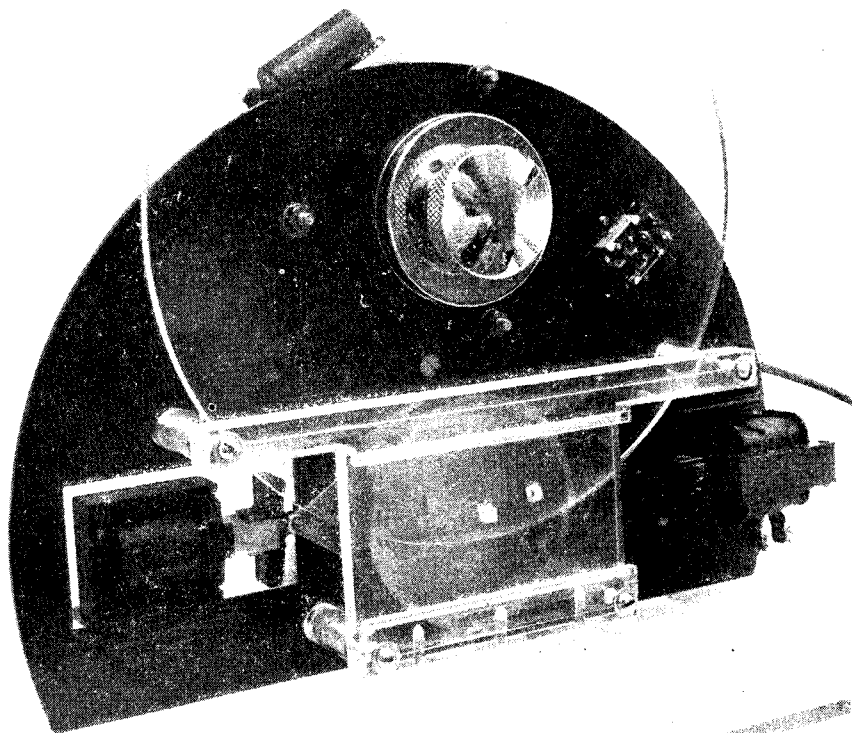
Se puso a punto un equipo para estudiar la interacción entre dislocaciones y átomos de soluto, comenzándose experiencias con vanadio.

F -- BIOLOGIA

F -- EFECTOS SOMÁTICOS DE LAS RADIACIONES

Se continuó el trabajo iniciado en el ejercicio anterior, utilizando el haz de deuterones del sincrociclotrón como fuente de radiación para estudiar efectos biológicos localizados. Mediante el empleo de colima-

Dispositivo desarrollado y
construido en la CNEA pa-
ra la irradiación de anima-
les con un haz de deute-
rones producidos en el sín-
crociclotrón.



dores se llegó a utilizar microhaces, efectuándose experiencias con haces de hasta 10 micrones. Se están estudiando actualmente los resultados de gran número de irradiaciones.

Fue proseguido el plan de trabajo sobre el control del efecto de la irradiación X en el hamster por medio de antibióticos y se efectuaron investigaciones para comparar este efecto con el trasplante de médula ósea y el uso de protectores de radiación.

Se investigó el efecto de la radiación en el heterotransplante de tejidos utilizando tumores cultivados, y se está estudiando los resultados de estas experiencias.

Iniciáronse experiencias de irradiación de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis Capitata*), en colaboración con la Cátedra de Zoología Agrícola de la Facultad de Agronomía, esperándose que los datos obtenidos sean de interés para un eventual programa de control de plagas.

Se amplió el servicio de irradiaciones con la instalación de una pequeña fuente de Cesio-137 de 100 curies y se mantuvo un servicio de irradiación con rayos X para uso interno.

2 — HISTOLOGÍA E HISTOQUÍMICA

En colaboración con la Cátedra de Anatomía Patológica de la Facultad de Odontología, se realizó un estudio detallado a nivel histológico del efecto de altas dosis de deuterones sobre distintos tejidos. En particular se efectuaron experiencias piloto sobre las alteraciones histológicas producidas por los deuterones en tejido óseo y piel.

Fueron completados estudios histológicos iniciados en el ejercicio anterior en tejidos de la cabeza del hamster sometidos a diferentes dosis de irradiación.

Se inició un programa para la aplicación de la timidina tritiada como índice de reproducción celular en diferentes estados metabólicos y se mantuvo un servicio de autoradiografías para atender las necesidades de la casa.

3 — GENÉTICA

Dentro de un programa en colaboración con el Departamento de Biología del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (EE. UU.), se prosiguió estudiando el efecto mutagénico total de las radiaciones sobre el genomio de la mosca *Drosophila Melanogaster*. Se inició el estudio citológico de 386 genomios irradiados en Oak Ridge, llegándose, hasta la fecha, a estudiar 150 casos.

Se realizaron experiencias sobre la inducción de mutaciones en "loci" específicos de oocitos maduros irradiados con 500 r.

Se prosiguió una investigación iniciada en el ejercicio anterior sobre el efecto mutagénico de los agentes alquilantes en correlación con los rayos X en oocitos y esperma maduro.

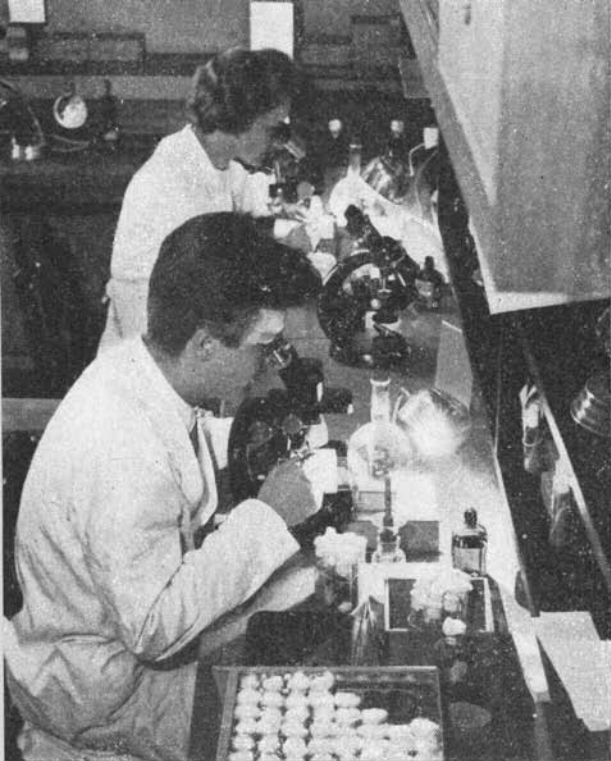
(A)



(A) Sector de piel de un animal irradiado con deuterones y (B) otro de un animal control. Se observa claramente el aumento de reacción de una enzima (trifosfopiridin nucleotido diaforasa).

(B)





Observación microscópica de las moscas (*Drosophila melanogaster*) utilizadas para evaluar los efectos genéticos de las radiaciones.

4 — FISIOLÓGÍA

Se continuaron los trabajos sobre captación de Iodo-131 en las glándulas salivales del hamster y sus variaciones según el sexo y otras condiciones. Estos trabajos se efectúan en colaboración con la cátedra de Fisiología de la Facultad de Odontología y con el Laboratorio de Neurofisiología del Instituto de Medicina Experimental.

5 — CULTIVOS DE TEJIDOS

Se siguieron las experiencias iniciadas en el período anterior sobre el efecto de las radiaciones en células cultivadas mantenidas a temperaturas muy bajas.

Se efectuó un trabajo sobre el heterotrasplante de tejidos en animales irradiados y, como en años anteriores, se mantuvo en forma rutinaria el cultivo de múltiples cepas de células de tejidos.

6 — RADIOMICROBIOLOGÍA

Utilizando la bacteria *Escherichia Coli* se prosiguió un plan de trabajo que investiga el papel del DNA en la sensibilidad bacteriana de los rayos X.

En conexión con el trabajo anterior se realizó una investigación sobre la correlación existente entre las condiciones ambientales y el contenido y características del DNA en las bacterias.

También en la misma línea, se iniciaron experiencias orientadoras utilizando salmonellas, bacteria de importancia por su vinculación con problemas de contaminación de carnes.

Se pusieron a punto diversas técnicas cromatográficas y electroforéticas destinadas al estudio del DNA y se efectuaron análisis de la composición de las diferentes bases del DNA en relación con la sensibilidad bacteriana.

G — PROTECCION Y CONTROL

En cumplimiento de la responsabilidad que le asigna el Decreto Nº 842/58 en materia de prevención de riesgos y control de radiaciones, la Comisión desarrolló en el ejercicio actual las siguientes actividades:

I — CONTROL RADIOSANITARIO Y ASESORAMIENTO

Se efectuaron 211 inspecciones a usuarios de material radiactivo y 40 a usuarios de rayos X, estas últimas a pedido de los interesados.

La distribución geográfica de dichas inspecciones es la siguiente: Capital Federal y Gran Buenos Aires 166; Rosario 41; Tucumán 9; La Plata 9; Santa Fe 7, Mar del Plata 5; Bahía Blanca 2; Bella Vista (S. F.) 2; San Lorenzo (S. F.) 2; Santiago del Estero 2; y Corrientes, Granadero, Baigorria, La Banda, Mendoza, Paraná y Villa Constitución, una inspección en cada localidad.

Se acordaron 304 autorizaciones para el uso de material radiactivo a profesionales e instituciones diversas.

A requerimiento de distintos servicios externos e internos se efectuaron trabajos de diseño y cálculo de blindajes de material radiactivo —incluso de productos de fisión— y de recintos destinados al uso de equipos de teleterapia y rayos X.

Calibración de equipos

Además de la calibración rutinaria de los equipos de detección de uso interno, se efectuaron tareas similares para usuarios externos. Igualmente se calibraron equipos de rayos X, de teleterapia y fuentes selladas corpusculares.

Monitoraje de áreas de la CNEA

Se practicaron monitorajes rutinarios de las áreas de trabajo con material radiactivo en la Sede Central y en las instalaciones de Constituyentes, Ezeiza, Córdoba, Bariloche y Salta y se asesoró acerca de medidas a adoptar en las zonas donde se presentaron anormalidades. También se efectuaron monitorajes en los yacimientos de uranio en explotación, midiéndose la exposición externa y la concentración de uranio y radón en el aire.

Monitoraje de contaminación interna del personal de la CNEA

Se continuó el control de contaminación interna del personal de la Casa, efectuándose unos 1.300 análisis de orina para uranio, plutonio, productos de fisión, y radioisótopos producidos en la entidad.

Se desarrollaron y pusieron a punto métodos para la determinación de varios de estos nucleídos.

En colaboración con el Centro de Medicina Nuclear del Hospital Escuela "General San Martín" (ex-Clínicas), se controló la posible contaminación tiroidea con Iodo-131.

Se efectuaron monitorajes no rutinarios de eventual contaminación externa.



Lectura densitométrica de film-monitores.

Dosimetría personal por film-monitores

Además del servicio interno para el personal que trabaja en “áreas controladas”, se cubrió la prestación a 87 centros externos, inclusive en el extranjero, con un total de 635 usuarios.

2 — RADIOECOLOGÍA Y ESTUDIOS SOBRE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS RADIACTIVOS

Los estudios realizados en ejercicios anteriores avalaron la conveniencia de llevar adelante el proyecto de eliminar los futuros residuos radiactivos intermedios sobre tierra en la zona de Ezeiza. Durante el presente año se adelantó el proyecto investigándose: la transferencia de estos materiales radiactivos a distintos sectores de la biósfera; el monitoreo operacional que será necesario; y las características de la planeada “planta de eliminación”.

Se midieron, tanto en escala de laboratorio como en el terreno, los factores de concentración de distintos productos de fisión en plantas acuáticas, moluscos y peces de la zona. Estos parámetros permiten definir una política de eliminación sin riesgos para el público, al posibilitar el control de la contaminación de las cadenas alimenticias humanas. Dichos estudios fueron parcialmente apoyados por el OIEA mediante un contrato de investigación.

Fueron identificados varios “indicadores biológicos” útiles para el monitoreo operacional de Ezeiza. Estos indicadores son organismos cuyo contenido radiactivo está relacionado ya sea con el nivel de contaminación actual del medio o con la historia pasada de dicha contaminación. Los “indicadores” identificados permiten establecer un sistema económico de monitoreo, posible de realizar con pocas muestras y, al mismo tiempo, seguro desde el punto de vista sanitario.

Se establecieron las características básicas de la proyectada planta de eliminación, tales como las dimensiones de la red de distribución, el tratamiento necesario del suelo y los parámetros a controlar en los residuos. Adicionalmente se estudió el movimiento de las aguas infiltrantes de la zona mediante técnicas con colorantes fluorescentes, y se comenzó un proyecto de investigación sobre tratamientos de ciertos residuos líquidos que no pueden eliminarse directamente.

3 — RADIOANTROPOMETRÍA

En el terreno de la investigación aplicada del metabolismo, se estudió en animales de laboratorios la absorción y eliminación de productos de fisión; se ensayaron diversos tipos de tratamiento para acelerar la excreción de los contaminantes y se formularon métodos de tratamientos para el caso de ciertas contaminaciones serias, que pudiesen ocurrir accidentalmente en la Comisión.

Se prestó también atención al problema de la dosimetría biológica en el caso de accidentes importantes que involucran irradiación y se puso a punto un método dosimétrico basado en el conteo de alteraciones cromosómicas en células sanguíneas, método que al presente está siendo puesto a prueba en pacientes tratados con radioterapia.

4 — RADIATIVIDAD AMBIENTAL

Fue continuado el estudio sobre precipitación radiactiva ("fall-out") debida a antiguas detonaciones nucleares, con mediciones de productos de fisión en el aire superficial, lluvia, cadenas alimenticias y tejidos humanos.

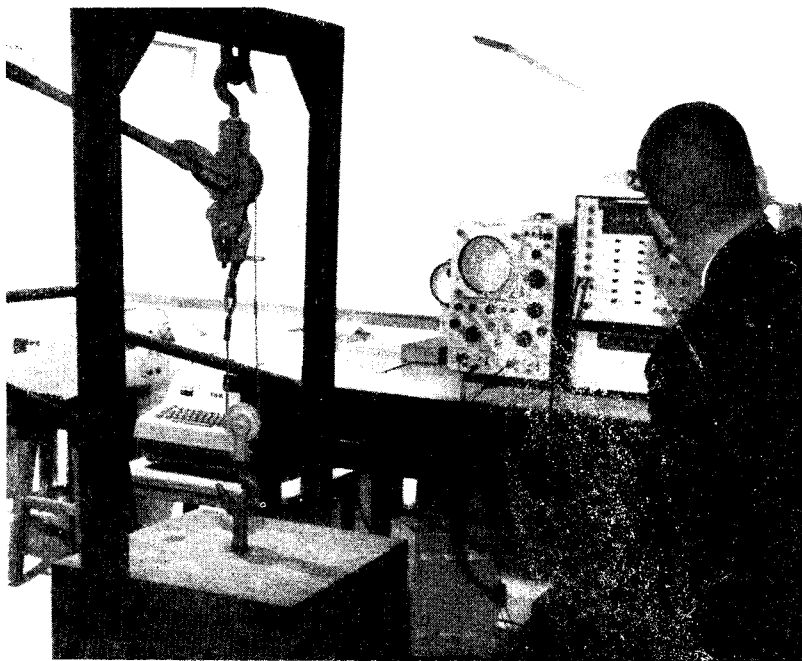
Se dio énfasis a los aspectos de transferencia de materiales radiactivos en la biósfera, ya que los parámetros medidos permiten también evaluar las consecuencias de una liberación accidental de radiactividad en una instalación nuclear.

Estudióse detalladamente la entrada de Estroncio-90 en el hueso humano en función de la edad y de la dieta. Este estudio es de importancia para definir las vías críticas de contaminación de las personas en el caso de accidentes y determinar las contramedidas necesarias. Merced a un contrato de investigación, estos trabajos fueron apoyados parcialmente por la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos de América.

Se pusieron a punto diversos métodos de medición de muy bajos niveles de radiactividad, en muestras de tierra, alimentos, etc., y se comenzó además con la medición de gases radiactivos (Kr^{85} , C^{14}O_2 , etc.) en el orden del picocurie.

5 — INSTRUMENTACIÓN ESPECIAL

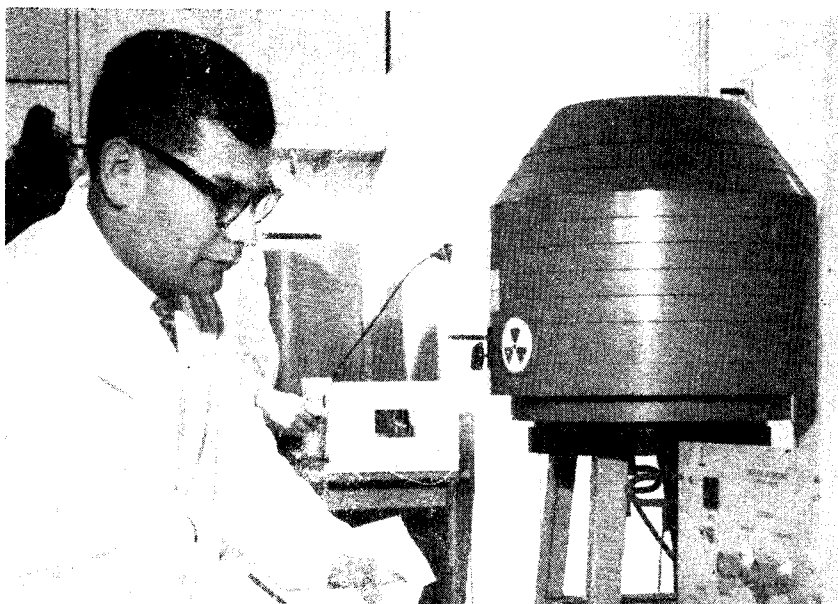
Se desarrollaron y construyeron equipos de muestreo de aerosoles radiactivos. En particular merecen señalarse un equipo automático de



Espectrómetro multicanal para medición de actividades de emisores gamma, empleado principalmente para la determinación de productos de fisión provenientes del fall-out en muestras biológicas, aire, agua de lluvia, etc.

toma de muestras diarias y un equipo medidor continuo de concentración de radiactividad en el aire. De este último se está ahora construyendo una versión simplificada, para control de recintos de reactores nucleares.

En relación con la proyectada planta de eliminación de residuos, se desarrolló un sistema de medición de la edad de productos de fisión y al presente se estudia la corrección de dicho sistema con un meca-



Equipo para medición de bajas actividades de emisores beta, utilizado para determinar el contenido de Estroncio-90, debido al fall-out, en muestras biológicas y demás medios antes mencionados.

nismo automático de control de la red de distribución de los residuos líquidos.

En el campo de la *radiodosimetría* fue desarrollado un equipo automático de lectura de series de film-monitores con impresión de los resultados. Este equipo se encuentra actualmente en estado avanzado de construcción.

Dado el volumen alcanzado por los análisis radiométricos en muy bajo nivel (picocurie) que se llevan a cabo, se prestó especial dedicación a los sistemas automáticos de medición. En particular fue desarrollado y está en construcción un equipo medidor beta con fondo de 0,7 cuentas por minuto, con intercambiador automático de muestras e impresión de resultados.

H — ELECTRONICA

Los diversos sectores técnicos de la CNEA requieren para el cumplimiento de su labor el apoyo del grupo de Electrónica, que realiza las investigaciones y desarrollos necesarios a tal fin.

Una buena parte del esfuerzo realizado por este grupo estuvo dirigido al campo de la instrumentación para reactores, donde se desarrolló un variado conjunto de equipos. Entre otros trabajos destinados al reactor RA-3, pueden mencionarse los siguientes:

Un amplificador de corriente y disparo de seguridad de alto nivel transistorizado.

Un medidor de período con disparo de seguridad para canal medio.

Un disparo de seguridad transistorizado versátil para ser usado en el control de reactores en todos los niveles.

Un integrador logarítmico y medidor de período transistorizado, de bajo nivel.

Un amplificador de corriente transistorizado.

Está en vías de desarrollo un amplificador de corriente transistorizado usando un puente capacitivo.

Se ha investigado sobre el uso del diodo túnel como discriminador y en base a ello se está desarrollando un selector monocanal transistorizado.

Se desarrolló y está en vías de construcción un equipo para el control automático de flujo de un reactor.

Se desarrollaron varios tipos de preamplificadores para ser usados con detectores ubicados a distancia y medir el flujo de neutrones en el reactor.

Con el mismo objeto se desarrolló un transformador de impulsos para acoplar un contador de BF_3 a una línea coaxil.

Con destino a otros programas se realizaron también diversos desarrollos, entre los cuales pueden citarse:

Un preamplificador de bajo ruido y amplificador conformados para ser usados con contadores de estado sólido.

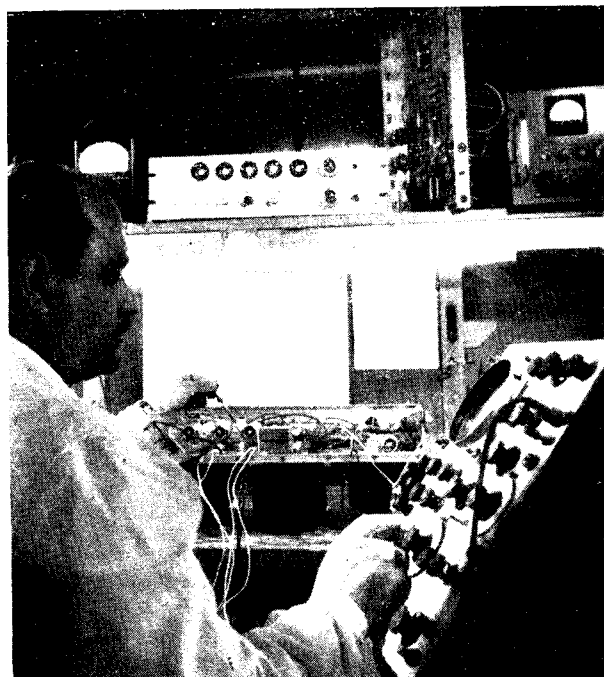
Un contador de estado sólido de barrera superficial que funciona satisfactoriamente.

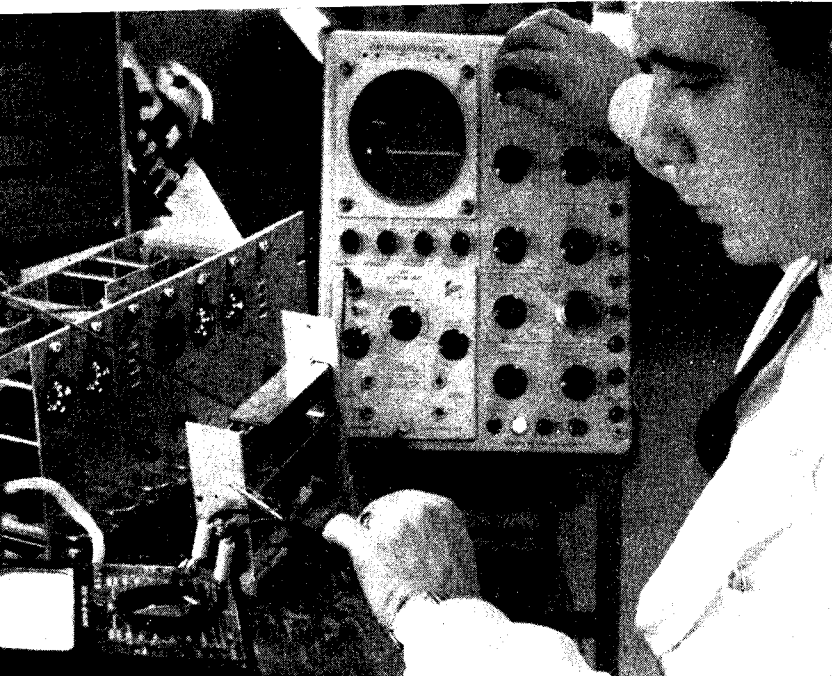
Un reloj electrónico y preselector de cuentas usando válvulas selectoras decatrones, con el objeto de comandar automáticamente a los escalímetros.

Un escalímetro de laboratorio económico para monitoreo o adiestramiento.

Una fuente de $1.500 \text{ V} - 2 \text{ mA}$ transistorizada regulada 10^{-3} para suplantar a la actual de R.F.

Prueba de uno de los equipos electrónicos diseñados y contruidos en la CNEA.





Sección desarrollo. Ajuste final de un prototipo desarrollado en la CNEA.

Un escalímetro de laboratorio de 1 microsegundo.

Un puente de conductividad para reprocesamiento.

Un titulador o coulombímetro de soluciones.

Varias fuentes de alta tensión transistorizadas y usando válvulas corona como reguladoras.

Se ajustaron varias unidades de escalímetro de 1 microsegundo para contador proporcional.

Se ajustaron 3 multicanales Nuclear Data recibidos con algunos defectos de funcionamiento.

Un generador de pulsos para uso en mantenimiento.

Un Scanner para tumores cerebrales.

Un integrador transistorizado para ser usado como monitor de laboratorio.

Una fuente de alta tensión 1.500 V – 20 mA regulación 2×10^{-4} .

Está en vías de ejecución un generador de pulsos estadísticos para ensayo de instrumental.

IV CAPACITACION

A - INSTITUTO DE FISICA "DR. JOSE A. BALSEIRO"

B - CURSOS

C - DIFUSION Y PROMOCION DEL USO DE

RADIOISOTOPOS

D - BECAS Y EXPERTOS

E - BIBLIOTECA

La capacitación científico-técnica de su propio personal, así como la formación de profesionales e investigadores en las diversas disciplinas nucleares en el ámbito nacional, configuran otro de los objetivos permanentes de la CNEA.

En este capítulo se reseñan algunos aspectos de esa labor, correspondientes al presente ejercicio.

A — INSTITUTO DE FISICA "Dr. JOSE A. BALSEIRO"

A 10 años de su creación, el Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro", instalado dentro del Centro Atómico Bariloche, ha afirmado definitivamente un prestigio que trasciende ya el ámbito nacional y que lo señala como uno de los centros de estudios más calificados para la formación de físicos especialmente capacitados en el campo nuclear.

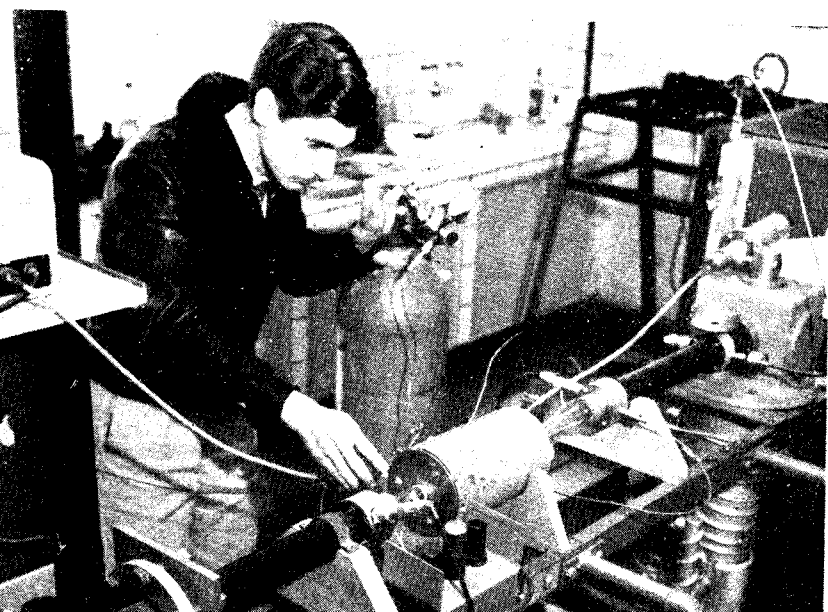
Al igual que en años anteriores, en 1964 debió limitarse a 20 el número de alumnos incorporados previo examen selectivo. Tal restricción en el número de cursantes obedece a la capacidad del Instituto y al criterio establecido de mantener una relación óptima entre la cantidad de alumnos y de profesores y elementos de enseñanza disponibles. En tanto que 15 alumnos son argentinos, becados por la Comisión, los 5 restantes son extranjeros, beneficiarios de becas UNESCO-Gobierno Argentino: dos de Paraguay, uno de Ecuador, uno de Chile y uno de Honduras. Todos ellos, de acuerdo con los requisitos para el ingreso, son estudiantes universitarios que han aprobado como mínimo el equivalente a los dos primeros años de ingeniería u otras ramas de ciencias exactas, y residen durante todo el período lectivo en el Instituto, en compañía de los profesores.

En diciembre de 1963 egresaron del Instituto, habiendo cumplido íntegramente el ciclo de tres años y medio que comprenden los estudios 15 nuevos profesionales (13 argentinos, 1 paraguayo y 1 brasileño).

En cuanto al cuadro docente, estuvo integrado por 17 profesores del plantel estable del Instituto y por 11 profesores huéspedes que colaboraron en el dictado de diversas asignaturas.



Vista parcial del Centro Atómico Bariloche. Pueden verse algunas de las viviendas del Instituto de Física.



Trabajo de laboratorio en el Instituto de Física de Bariloche.

B — CURSOS

1 — RADIOISÓTOPOS

Para el adiestramiento de profesionales y técnicos en el manejo y aplicación de radioisótopos en medicina, biología, agricultura e industria, se dictaron en 1964, como en años anteriores, dos cursos básicos de 6 semanas de duración cada uno. Asistieron a los mismos 36 alumnos, la mayoría de los cuales aprobó el examen de capacitación correspondiente. A fin de facilitar el desarrollo de estos cursos, se prepararon y distribuyeron a los alumnos guías de trabajos prácticos y apuntes sobre diversos temas confeccionados por la Comisión. Además, se efectuaron más de 30 prácticas de laboratorio sobre las técnicas básicas de manejo y aplicación de los isótopos radiactivos.

2 — DOSIMETRÍA

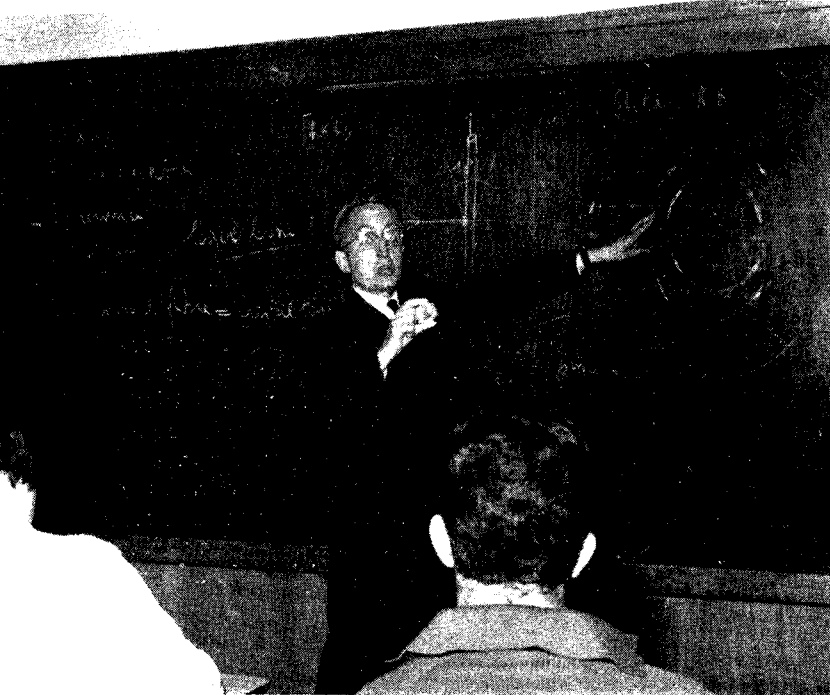
Se inició durante el año 1964 el dictado de un curso sobre dosimetría en radioterapia, cuyo desarrollo fue también facilitado mediante la impresión de apuntes sobre distintos aspectos de la especialidad. Debido al interés despertado por este curso, entre cuyo alumnado figuraron dos becarios panameños, se resolvió implantarlo definitivamente en lo sucesivo, con periodicidad anual.

3 — INVESTIGACIÓN

Integrantes del plantel científico de la CNEA dictaron durante el ejercicio seis cursos especiales, de diferente duración, sobre varios temas vinculados con la investigación científica nuclear.

4 — METALURGIA

Se dictaron varios cursos sobre temas de la especialidad en el Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física de la Universidad de Córdoba; en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires y en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Nacional de La Plata. Asimismo se dieron dos cursos especiales para personal de la industria en colaboración con la Sociedad Argentina de Metales y otro más en colaboración con la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral.



Clase teórica en un curso
de metalurgia nuclear.

5 — ELECTRÓNICA

Con destino a los alumnos del Instituto de Física de Bariloche, especializados en reactores, se desarrolló en el grupo de Electrónica, un curso sobre temas vinculados con esta disciplina.

6 — RADIACIONES Y ENERGÍA NUCLEAR

Especialistas de la CNEA colaboraron en el dictado de cursos al nivel de postgraduados y estudiantes universitarios en distintas universidades del país, en temas relacionados con las radiaciones y la energía nuclear en el campo de la medicina, la agricultura y la industria.

7 — IDIOMAS

Como todos los años, se dictaron en el presente ejercicio, cursos de inglés, francés, alemán y ruso, destinados a facilitar al personal de la entidad el acceso directo a la bibliografía científica y técnica publicada en esos idiomas.

8 – SEMINARIOS

En el Centro Atómico Bariloche, aprovechando la presencia de varios profesores huéspedes y las frecuentes visitas de otros, se desarrollaron conjuntamente con el personal del Instituto de Física, alrededor de 50 seminarios anuales sobre distintos temas de estudio e investigación.

En el grupo de reactores se realizaron dos seminarios: uno sobre “Teoría de mediciones radiactivas a bajo nivel” y el otro sobre “Algunos aspectos de la teoría de probabilidad”. Además se continuó como en años anteriores con coloquios relativos a los trabajos en curso.

La Dirección de Investigaciones desarrolló seis seminarios sobre distintos temas referidos a la investigación básica en el campo nuclear. Además, especialistas de la misma dependencia pronunciaron doce conferencias, la mayoría fuera de la casa y algunas en el exterior.

También en la gerencia de Tecnología, se efectuó una serie de seminarios semanales sobre problemas de metalurgia y otros temas que son objeto de las tareas de este sector, los que fueron expuestos por expertos argentinos y extranjeros.

El sector de Electrónica, a su vez, realizó durante el año una serie de ocho coloquios sobre problemas relacionados con la materia de su especialidad.

Por otra parte, personal de distintas dependencias de la Institución, estuvo a cargo de cursos, conferencias y seminarios ofrecidos en universidades e institutos científicos de los Estados Unidos de América, Francia e Inglaterra.

C – DIFUSION Y PROMOCION DEL USO DE RADIOISOTOPOS

Se continuó el apoyo a centros de investigación y aplicación de material radiactivo, especialmente a los orientados al uso médico, mediante la formalización de convenios. En tal sentido merece especial mención el apoyo prestado al Centro de Medicina Nuclear del Hospital-Escuela “General San Martín”.

Con la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires, se firmó un acuerdo para impulsar la investigación en todas las ramas agropecuarias, mediante el empleo de material radiactivo.

Está en ejecución un plan de suministro de material radiactivo con descuento, para favorecer a los institutos asistenciales del Estado nacional, provinciales, municipales y privados que realicen trabajos de investigación, enseñanza o asistencia médica gratuitas. Este plan prevé descuentos del 90 por ciento sobre los precios de catálogo durante el primer año, del 80 por ciento durante el segundo y del 50 por ciento en el tercer año.

Se proporcionó entrenamiento en gammagrafía industrial a profesionales y técnicos de distintos organismos e instituciones.

Fueron editadas numerosas guías y preparado material útil para la enseñanza de la ciencia nuclear, especialmente en lo relacionado con la aplicación de los radioisótopos.

Por último puede señalarse que, sobre aspectos sanitarios de las radiaciones, se prestó colaboración a diversas entidades nacionales, municipales y privadas.

D — BECAS Y EXPERTOS

I — BECARIOS

En el presente ejercicio 25 agentes de la Comisión (profesionales y técnicos de distintas especialidades), recibieron becas de perfeccionamiento concedidas por entidades argentinas y extranjeras, entre las que pueden citarse al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, la propia CNEA, el Organismo Internacional de Energía Atómica, los gobiernos de los EE. UU. y de Francia, y las universidades de Stanford y Yale (EE. UU.), de Groninga (Holanda) y de Upsala (Suecia).

Estas becas, de una duración variable entre seis meses y un año, comprenden la realización de estudios, trabajos e investigaciones sobre una gran diversidad de ramas de la ciencia y la tecnología y se desarrollan en los más calificados organismos de energía nuclear, casas de estudios y centros científicos de todo el mundo.

Otros tres profesionales de la CNEA fueron becados para asistir al curso organizado por el OIEA sobre "Entrenamiento en el Empleo de Reactores Nucleares de Investigación para la Producción y Análisis por Activación" que, con una duración de dos meses, fue iniciado en Trombay, Bombay, India, en octubre último.

Por su parte, la Comisión Nacional recibió a siete becarios del OIEA, provenientes de países europeos y americanos y a uno procedente de la provincia de Salta, becado por el gobierno de la misma. Todos ellos están cumpliendo su período de adiestramiento o estudio, dentro de sus respectivas especializaciones, en distintas dependencias de la institución.

2 — VISITAS DE EXPERTOS EXTRANJEROS

En relación con el programa de asistencia técnica del OIEA, se requirió y recibió la visita de los siguientes expertos extranjeros que colaboraron en las realizaciones de la Comisión: *Dr. Olle Almen* (Suecia), especialista en métodos de separación de isótopos; *Dr. Tom Blewitt* (U.S.A.), en metalurgia de reactores; *Dr. Walter Green* (U.S.A.), en metalurgia física; *Dr. G. Tait* (Canadá), en seguridad de reactores; *Dr. David Urch* (Inglaterra), en aplicación de trazadores de tritio en química orgánica y *Dr. Guido Beck* (Austria), en física nuclear.

Asimismo, en vinculación con el convenio de cooperación suscrito con Francia, se trasladaron a nuestro país para prestar asesoramiento en materia geológico-minera y procesamiento de minerales uraníferos, los expertos del Commissariat a l'Energie Atomique francés, ingenieros *Pierre Sugier* y *Pierre A. Carlier*.

3 — EXPERTOS ARGENTINOS EN EL EXTERIOR

Recíprocamente la CNEA colaboró con el concurso de sus profesionales en programas internacionales de asistencia técnica a países latinoamericanos, lo que evidencia el prestigio alcanzado por los científicos y técnicos argentinos.

Tal es el caso de la *Dra. Sonia Nassif*, comisionada a pedido del Centro Latinoamericano de Física para desempeñarse como asesora y profesora de química nuclear en el Instituto de Ciencias de la Universidad del Paraguay; del *Dr. Victorio Pecorini* que a solicitud del OIEA, actúa como experto en aplicaciones médicas de radioisótopos en la

Comisión de Energía Nuclear de Bolivia; y de la *Licenciada Maria M. Palcos de Enquin*, que también a requerimiento del OIEA se halla en Colombia dictando una cátedra de química nuclear en la Universidad local.

E. BIBLIOTECA

Al cierre del ejercicio 1963-1964, el material bibliográfico existente en la Biblioteca Central de la CNEA alcanzaba a 11.635 volúmenes, 28.338 informes y 40.424 microcards y micronegativos.

El movimiento registrado en dicho período fue el siguiente:

Lectores concurrentes	13.227
Préstamo de libros	2.944
Préstamo de revistas	3.127
Volúmenes incorporados	816
Revistas incorporadas	31
Informes recibidos	4.069
Microcards y micronegativos	3.144
Nuevas instituciones de canje	23

Cabe agregar que la Biblioteca Central mantiene un activo canje de publicaciones con sus similares de diversas instituciones nacionales y extranjeras. Asimismo cuenta con bibliotecas filiales en las distintas delegaciones de la CNEA del interior del país.



Un sector del salón de lectura de la Biblioteca central de la CNEA.

V

RELACIONES EXTERIORES

A - RELACIONES CON LA INDUSTRIA (SATI)

B - RELACIONES INTERNACIONALES

C - RELACIONES PUBLICAS

RELACIONES EXTERIORES

Se resumen aquí las actividades que hacen a la vida de relación pública de la CNEA desarrolladas en el período que abarca esta memoria.

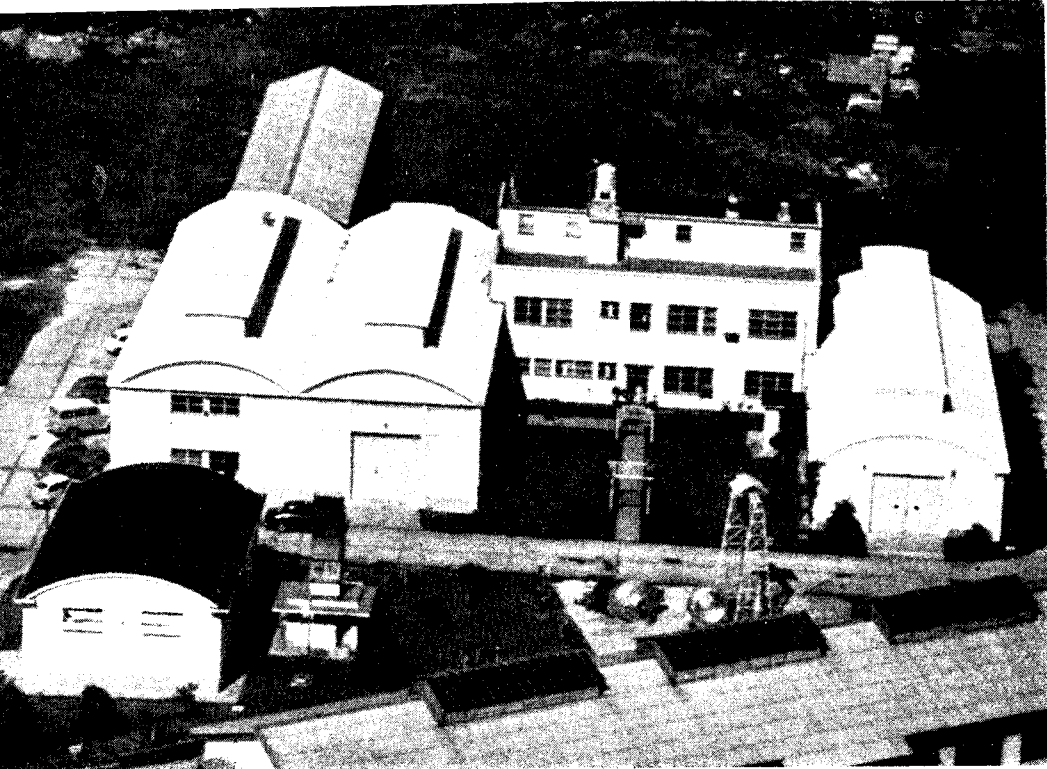
A — RELACIONES CON LA INDUSTRIA (SATI)

Continuó desenvolviendo una fructífera labor el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria Metalúrgica (SATI), creado en 1961 por la CNEA en colaboración con la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina.

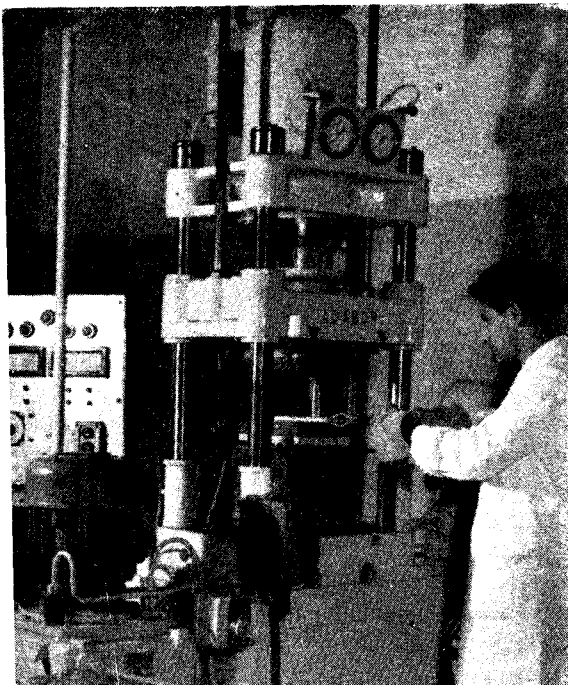
La finalidad de este servicio es prestar asesoramiento científico-tecnológico a la industria nacional en el campo de la metalurgia de transformación, la que abarca un sinnúmero de problemas tales como la producción y tratamiento térmicos de aceros especiales, la fusión y colada de metales y aleaciones no ferrosas, la purificación por fusión zonal y por otros métodos, la transformación mecánica de metales ferrosos y no ferrosos (extrusión, laminación, trefilación, forja, prensado), el estirado, embutido, corte, plegado, etc., de metales y aleaciones, el desarrollo de aleaciones especiales, la unión de metales por diversos métodos de soldaduras, las cerámicas y cements, la metalurgia de polvos, la corrosión y acabado superficial, el desarrollo de métodos de control especial, etc.

En el transcurso del ejercicio 1963/1964 fueron estudiados y resueltos por el SATI numerosos trabajos de consulta técnica y de investigación y desarrollo, que le fueron sometidos por la industria.

Los primeros se refieren a problemas de dictamen inmediato requeridos para atender necesidades industriales imprescindibles en el estado actual de la tecnología argentina, y para cuya solución el servicio ha sido dotado de la agilidad necesaria. Los de investigación y desarrollo están encaminados a facilitar a la industria nacional de metalurgia de transformación, la obtención de nuevos productos que cumplan con las exigencias tecnológicas más avanzadas en un mercado cada vez más competitivo.



Sede del SATI en el Centro Atómico Constituyentes



Horno de arco de 150 kw
instalado en el mismo Ser-
vicio.

Durante este período las actividades del SATI incluyeron prácticamente todas las disciplinas de la metalurgia tecnológica, realizándose trabajos de metalografía, determinación de tensiones, fractografía, pulvimetalurgia, trabajo de metales, corrosión y terminado de metales y fundición.

Entre ellos, pueden citarse los siguientes:

Estudio metalográfico del acero de una caldera marina por el método de réplica.

Medición de irregularidades de una tolva de extrusión de papel celofán por el método del tampón e interferometría de la réplica.

Medición de la carga de impulso de balancín por medio de "strain gages".

Medición de la fuerza separadora de rodillos de laminación usando una celda de medición de carga.

Determinación de las causas de rotura de matrices de forjado para piezas de la industria automotriz al igual que en cilindros de laminación para ferrosos y en elementos de suspensión de automóviles.

Fabricación por pulvimetalurgia de electrodos de tungsteno-torio.

Puesta a punto de las condiciones de extrusión de metales no férreos partiendo de virutas de recuperación.

Puesta a punto de las secuencias de laminado de aleaciones de zinc para fotograbado.

Estudio sobre el tratamiento térmico adecuado para recipientes de acero inoxidable sujetos a corrosión intergranular, usados por la industria química del plástico.

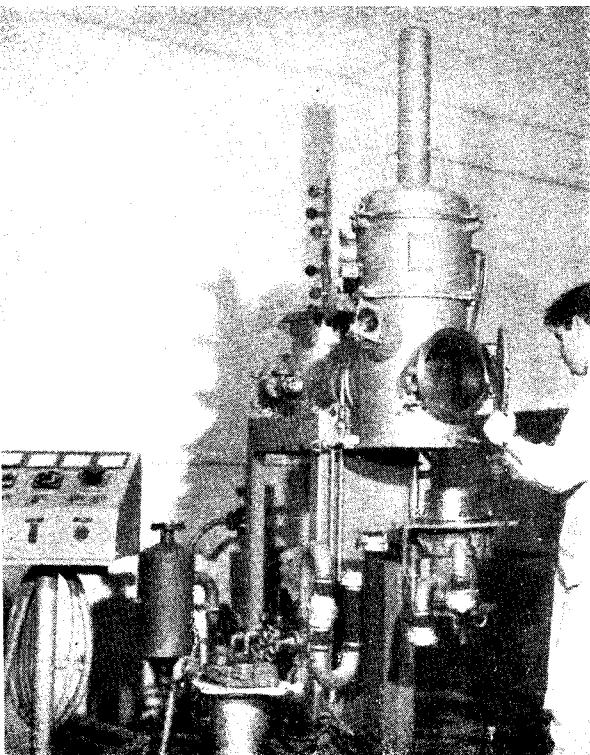
Cambio de los coeficientes de adherencia metal-madera por acción de plásticos.

Fabricación de toberas de alta conductividad térmica para altos hornos.

Los ejemplos citados ilustran sobre la labor del servicio, como organismo consultor, pero debe tenerse presente que además gran parte de su esfuerzo fue consagrado a trabajos de investigación y desarrollo, de los que se han extraído una doble y positiva experiencia: primero, que la interrelación entre personal que realiza investigación básica e investigación aplicada, es de grandes beneficios para la calidad y efec-

tividad del trabajo; y segundo, que el estrecho contacto entre el SATI y los industriales trae un cúmulo de ideas nuevas, de mutua utilidad.

Fue así que durante el ejercicio el SATI efectuó diversos trabajos de desarrollo que condujeron a la obtención de nuevos productos y nuevos procesos, sobre algunos de los cuales se han registrado patentes conjuntas. Entre los mismos, merecen citarse:



Soldadura de aluminio por difusión con otro de los equipos del SATI.

Fabricación y puesta a punto de técnicas para el compactado de mezclas de tungsteno-plata.

Producción de aleaciones de alta conductividad y alta resistencia mecánica.

Fabricación por el método de colaminado de placas-tubo de aluminio.

Estudio de propiedades mecánicas y condiciones de fabricabilidad de aleaciones hierro-aluminio.

Obtención de una nueva serie de aleaciones de cobre, principalmente cobre-zirconio de uso corriente en la fabricación de electrodos para soldadura por puntos. Sobre este trabajo cabe destacar que los electrodos fabricados con las nuevas aleaciones demostraron, en los ensayos, un rendimiento tres veces mayor que los hechos con las aleaciones convencionales y que se utilizan todavía en los países más adelantados del mundo.

En cuanto a las empresas e instituciones que solicitaron asesoramiento al SATI, pueden mencionarse entre otras a Acindar, Siam Di Tella, Astarsa, Philips S. A., Winco S. A., Kaiser Argentina, Hiram Walker & Sons Argentina S. A., Cerámica Haedo, La Cantábrica, Sniafa S. A., Santa Rosa S. A., Establecimientos Metalúrgicos, Aceros Styria, Secretaría de Marina, Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires y Agua y Energía.

B. RELACIONES INTERNACIONALES

La CNEA mantiene activas vinculaciones con numerosos organismos internacionales y entidades extranjeras, oficiales y privadas, en virtud de ejercer ante ellas la representación de nuestro país o bien por haber suscripto convenios, contratos o acuerdos de colaboración recíproca.

Entre las primeras se hallan la Comisión Interamericana de Energía Nuclear (CIEN), el Comité Científico de la UN para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), cuya Junta de Gobernadores integra desde la creación del mismo.

Otros organismos de carácter internacional a los que se encuentra vinculada, son el Centro Latinoamericano de Física (CLAF), la Comisión Internacional de Protección Radiológica, el EURATOM, la OEA y la UNESCO.

I — REUNIONES INTERNACIONALES

La Comisión participó y estuvo representada en las siguientes conferencias y reuniones internacionales:

Tercera Reunión del Comité Especial de la Comisión Interamericana de Energía Nuclear, realizada en Washington en el mes de noviembre de 1963.

Reunión sobre Utilización de Reactores de Investigación: San Pablo (Brasil), noviembre de 1963.

Tercera Conferencia Internacional sobre Aceleradores: Boston (EE. UU.), noviembre de 1963.

Reunión de Expertos en Ciencia y Tecnología, convocada por el Consejo Interamericano Cultural y la Unión Panamericana: Washington, enero de 1964.

Primera Reunión Anual de la Junta de Gobernadores del OIEA: Viena (Austria), febrero de 1964.

Décimotercera Reunión del Comité Científico para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas; Ginebra, febrero-marzo de 1964.

Panel Internacional sobre Química Analítica de los Materiales Nucleares: Viena (Austria), marzo de 1964.

Reunión de Estudios sobre Aspectos Económicos de los Radioisótopos del OIEA: Viena, marzo de 1964.

Quinto Simposio Interamericano sobre Aplicación de la Energía Nuclear con Fines Pacíficos: Valparaíso (Chile), marzo de 1964.

Quinta Reunión del CIEN (Comité Interamericano de Energía Nuclear); Valparaíso, marzo de 1964.

Conferencia sobre la Acción Molecular de los Agentes Mutagénicos y Carcinogénicos, auspiciada por el Laboratorio Nacional de Oak Ridge; Tennessee (EE. UU.), abril de 1964.

Reunión de la Comisión Internacional de Protección Radiológica: Fontenay-aux-Roses (Francia); mayo de 1964.

Segunda Reunión Anual de la Junta de Gobernadores del OIEA: Viena, junio de 1964.

Reunión de la Comisión Permanente de Derecho Marítimo: Mónaco (Montecarlo), junio de 1964.

Congreso Internacional de Metalurgia: San Pablo (Brasil), junio de 1964.

Reunión del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas: Nueva York, junio de 1964.

Congreso de Física Nuclear convocado por la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada: París (Francia), julio de 1964.

Simposio Internacional sobre Preparación y Aplicaciones Biomédicas de Moléculas Marcadas: Venecia (Italia), agosto de 1964.

Tercera Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos: Ginebra (Suiza), agosto-setiembre de 1964.

Cabe destacar que en esta conferencia se presentaron doce trabajos de técnicos de la CNEA, dos de los cuales fueron seleccionados por el Comité Técnico para su exposición oral. Asimismo el titular de la CNEA, en su carácter de jefe de la delegación argentina, fue designado para presidir una reunión especial sobre el futuro desarrollo y explotación de las reservas de uranio y torio.

Octava Conferencia General del OIEA y Tercera Reunión Anual de la Junta de Gobernadores: Viena, setiembre de 1964.

También es interesante señalar aquí que la Argentina fue designada para ocupar una de las vicepresidencias de la Conferencia General y asimismo elegida para integrar la Junta de Gobernadores del OIEA por un nuevo período, elección en la que obtuvo el mayor número de sufragios reunidos por un solo país en las distintas votaciones celebradas.

Congreso Internacional de Medicina y Biología Nuclear: San Pablo (Brasil), setiembre de 1964.

Simposio Neuro-Radiológico sobre Aplicación de Radioisótopos y Efectos de las Radiaciones en el Sistema Nervioso: Nueva York (EE. UU.), setiembre de 1964.

Congreso de Biología y Medicina Nuclear: San Pablo (Brasil), setiembre de 1964.

Conferencia Internacional sobre Preservación de Alimentos: San Pablo (Brasil), setiembre de 1964.

Conferencia sobre Química Analítica en Tecnología Nuclear: Tennessee (EE. UU.), octubre de 1964.

2 — CONVENIO CON FRANCIA

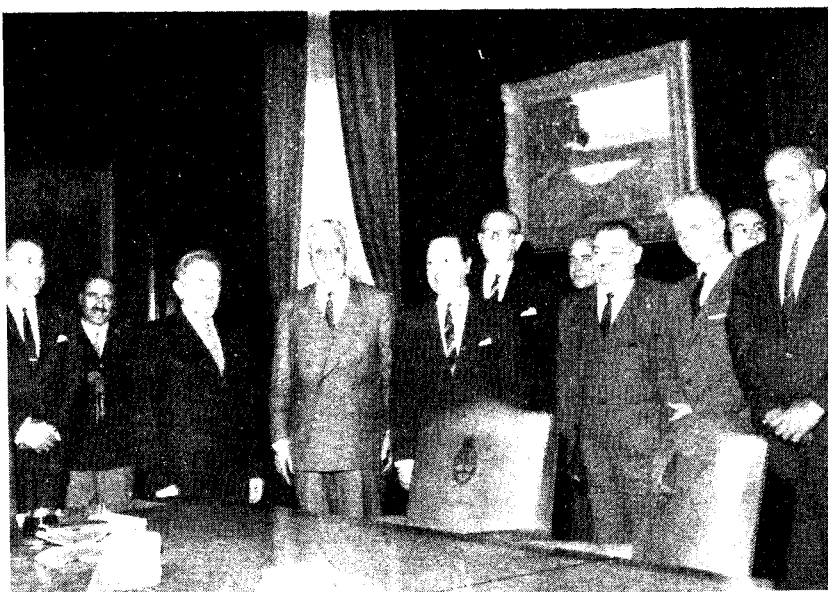
El 19 de noviembre de 1963, dando forma contractual a la tradicional política de mutua colaboración mantenida entre esta Comisión Nacional y su similar de Francia —el Commissariat à l'Energie Atomique— fue suscrito entre ambos organismos un convenio destinado a fortalecer y profundizar esos vínculos en el dominio de la energía nuclear con fines pacíficos.

A tales efectos el acuerdo preve el intercambio de investigadores y técnicos así como de documentación e informaciones; la realización de trabajos de expertos y uso de instrumental y equipos en ambas entidades y la admisión recíproca de alumnos.

El convenio fue firmado en la sede central de la CNEA, en Buenos Aires, a cuyo fin se trasladó a ésta, el Alto Comisionado del Comisariato francés, Dr. Francis Perrin.

3 — CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE EXPERTOS EN METALURGIA

Durante los días 18 a 22 de agosto último, se realizó en la Sede Central de la CNEA la Conferencia de Expertos Latinoamericanos en Metalurgia de Transformación organizada por la institución con la cooperación de la OEA, la Oficina de Investigación Científica de la Fuerza Aérea de los EE. UU. y la Fundación Ford. Participaron en ella 50 especialistas de la Argentina, Brasil, Colombia, Chile, EE. UU.,



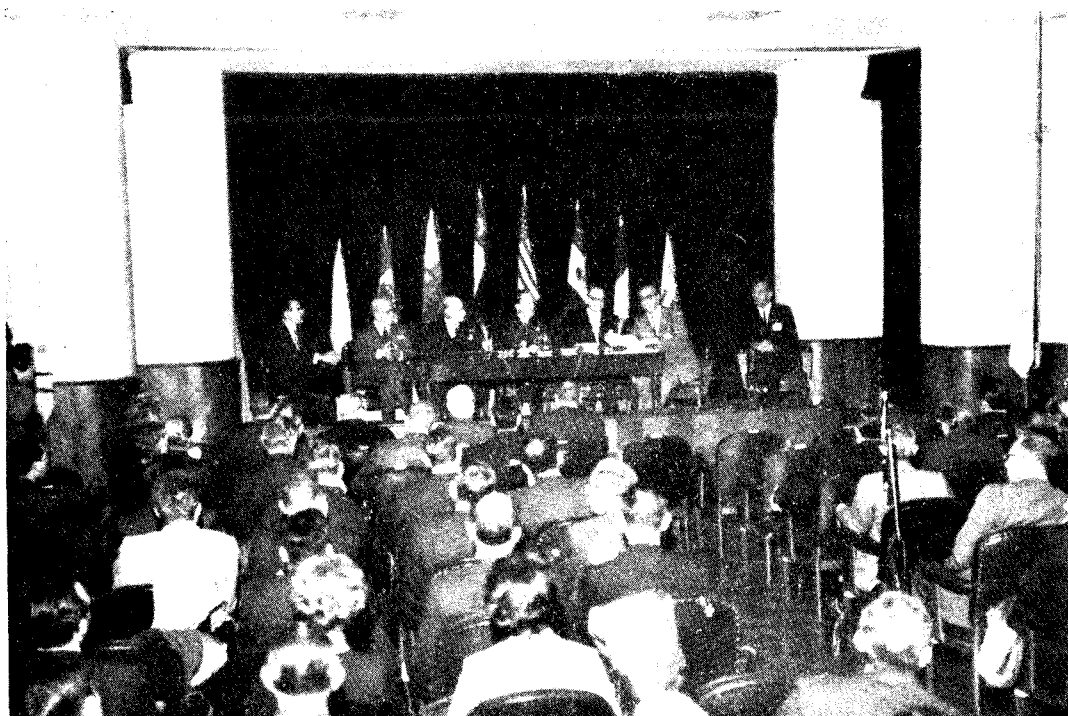
Con motivo de la firma del convenio con Francia, el Excmo. Señor Presidente de la Nación, Dr. Arturo Illia, recibe en su despacho al Dr. Francis Perrin, que aparece a su derecha. Lo acompañan el titular y otros directivos de la CNEA y funcionarios de la Embajada Francesa.

México, Perú y Uruguay, que representaron a distintas universidades e institutos científicos oficiales y privados. La Conferencia sesionó diariamente, y en su transcurso se expusieron y trataron numerosos trabajos e informes sobre el tema, luego recopilados en una publicación especial. Asimismo se sentaron las bases para establecer mecanismos de cooperación y de intercambio de conocimientos entre los diversos organismos regionales que se ocupan de esta especialidad en Latinoamérica.

I — INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

Otro aspecto de las relaciones internacionales estuvo configurado por el intercambio de informes, documentación y publicaciones científicas mantenido por la CNEA, como lo hace permanentemente, con sus similares de todo el mundo; así como por los programas de becas y de visitas de expertos de que nos ocupamos en el capítulo IV.

Ceremonia de inauguración de la Conferencia Latinoamericana de Expertos en Metalurgia, celebrada en el salón de actos de la CNEA.



C. RELACIONES PUBLICAS

1 — CONVENIOS

En el mes de abril se suscribió un convenio con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, en virtud del cual fue creado el Centro Nacional de Radiación Cósmica.

Otro convenio local se formalizó en octubre último con la Fundación Bariloche. Este acuerdo tiene la finalidad de promover el desarrollo de la investigación y de la enseñanza superior en el Centro Atómico Bariloche y en el Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro", que funciona en el mismo lugar.

2 — DIVULGACIÓN

Se presentó un stand sobre la labor que cumple el SATI, en la Exposición de la Cámara Argentina de Fabricantes de Máquinas, Herramientas y Afines de Industria Argentina, realizada en la Sociedad Rural Argentina entre el 6 y el 19 de marzo de 1964.

Otra muestra referente al mismo servicio fue exhibida en la Exposición Industrial organizada por la Unión Industrial Argentina y el Centro Argentino de Ingenieros, que tuvo lugar desde el 22 de setiem-



Uno de los stands expuestos por la CNEA en la Facultad de Ingeniería de Buenos Aires.

bre al 11 de octubre ppdo., en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Como complemento de esta muestra se ofreció un ciclo de conferencias a cargos de funcionarios de la CNEA.

En la ciudad de Salta, en oportunidad de las Segundas Jornadas Geológicas que se efectuaron durante los días 21 al 28 de setiembre último, se expuso en la sede local de la Dirección Nacional de Turismo, un stand ilustrativo de las actividades geológico-mineras de la CNEA.

Se prosiguió con la misión de rutina de divulgar las principales actividades y acontecimientos desarrollados en la Comisión, mediante la emisión de 41 comunicados de prensa que se distribuyeron oportunamente en agencias noticiosas, diarios, televisoras y radiodifusoras.

Fue intensificada la campaña permanente de difusión que realiza el SATI, con el objeto de hacer conocer la tarea que cumple y las posibilidades que ofrece para la solución de problemas industriales de mediano y largo alcance. Para ello se distribuyeron folletos, se publicaron trabajos, se organizó y participó en conferencias y se concurrió a diferentes exposiciones de carácter industrial.

Se preparó material informativo para 23 audiciones radiales que se difundieron por la emisora LSI, Radio Municipal de la ciudad de Buenos Aires.

Se continuó con la publicación del "Boletín informativo", revista interna de divulgación.

Se evacuaron consultas periodísticas y del público en general, facilitándose material informativo y gráfico.

Se atendió a 1.475 visitantes integrantes de grupos de estudiantes secundarios y universitarios, de las fuerzas armadas, de instituciones privadas, etc., a los cuales se acompañó en visitas explicadas a diversas instalaciones de la Sede Central, Constituyentes y Ezeiza.

También se atendió individualmente a personalidades nacionales y extranjeras que visitaron la casa, y se organizó la recepción, traslado y alojamiento de expertos y becarios arribados al país.

Se programaron y llevaron a cabo conferencias divulgativas en la Sede Central, en escuelas y en diversas otras instituciones de la Capital e interior del país.

VI

SERVICIOS TECNICOS AUXILIARES

A - ELECTRONICA

B - ELECTROMECHANICA

C - CONSTRUCCIONES Y OBRAS CIVILES

E - TALLERES MENORES

SERVICIOS TECNICOS AUXILIARES

En este capítulo se reseñan las actividades cumplidas por los principales grupos de apoyo a los sectores específicos de la Comisión. Nos referimos a las tareas técnicas complementarias que para satisfacer necesidades de estos últimos, en materia de electrónica, electromecánica, construcciones y obras civiles, etc., son desarrolladas por servicios generales comunes a toda la casa.

A. ELECTRONICA

Se construyeron 60 equipos electrónicos, entre ellos: fuentes de alta tensión, pistolas monitoras, escalímetros de 1 mseg. transistorizados, fuentes de baja tensión reguladas, integradores, equipos para el reactor RA-3, equipos para el RA-2, generadores de pulsos exponenciales, etc.

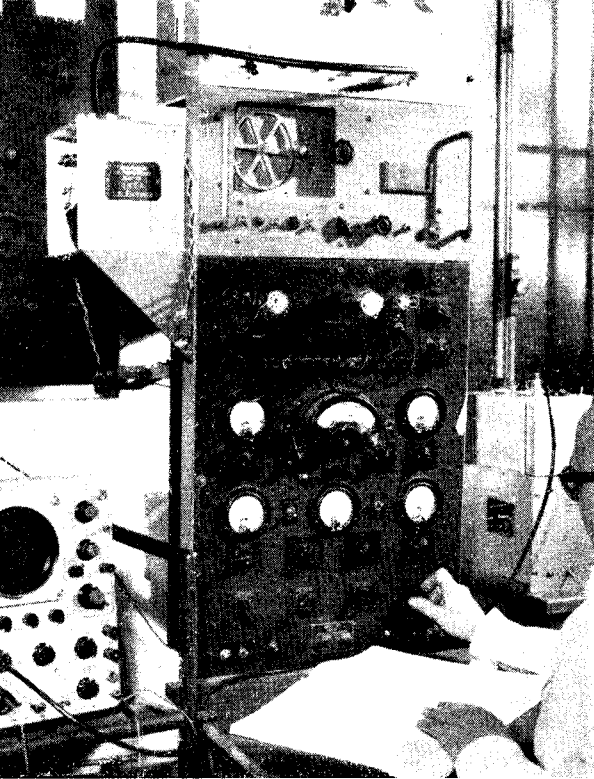
Se prestó apoyo a otras instituciones como DINFIA y Facultad de Ciencias, suministrándoles circuitos impresos y otros equipos.

Para el Centro de Medicina Nuclear de Montevideo (Uruguay), se construyó un total de 13 equipos tales como: integrador de radioactividad, espectrómetro de centelleo, monitores de radiación, escalímetro, fuentes de baja y alta tensión, y cabezales de centelleo.

En virtud de convenios suscriptos con los hospitales Rawson, Tornú y el Centro de Medicina Nuclear del Clínicas, se procedió al mantenimiento y reparación del instrumental electrónico existente en estos establecimientos.

Se desarrollaron y construyeron: ocho equipos para perfilajes radiactivos en pozos (beta-gamma), un equipo para perfilaje gamma transistorizado, un prototipo de scintillómetro transistorizado y dos prototipos de radialímetros transistorizados.

Instaláronse estaciones de radiocomunicaciones entre Mina Huelmul-Planta Malargüe y Sede Central-Constituyentes, atendiéndose igualmente todo el sistema de radiocomunicación de la CNEA.



Probador dinámico de válvulas usado para el mantenimiento del instrumental electrónico.

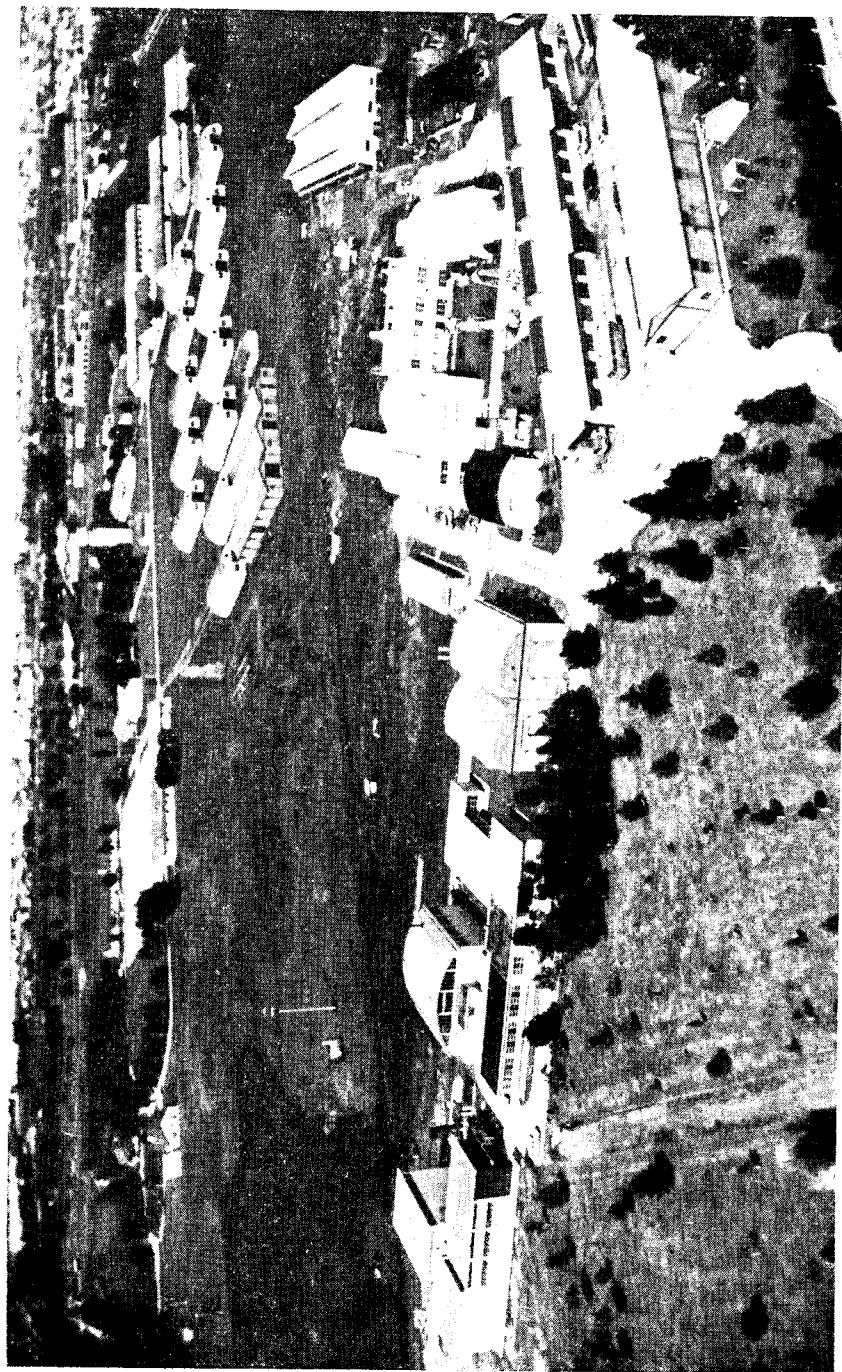
Se revisaron y controlaron "in situ" los equipos electrónicos de las dependencias centrales de la Gerencia de Materias Primas y de las comisiones de prospección aérea, así como todo el instrumental electrónico de aquel sector (100 unidades varias).

B. ELECTROMECHANICA

En general se estudió, asesoró, proyectó, ejecutó y/o supervisó todo lo concerniente a trabajos de electromecánica, construcción y reparación de equipos, aparatos, maquinarias y accesorios, conservación de instalaciones, locales y moblajes y demás tareas de mantenimiento afines, requeridas por las distintas dependencias de la Comisión.

Se mantuvieron en funcionamiento los servicios internos de aire acondicionado y a presión, energía eléctrica, vacío, calefacción, teléfonos, intercomunicadores, sanitarios, agua (destilada, potable e industrial), y los inherentes a mantenimiento y reparación de los mismos e instalación de otros nuevos.

Se atendió el cuidado y reparación de los automotores pertenecientes a dependencias sitas en el Gran Buenos Aires y otras del interior.



Centro Atómico Constituyentes. De izquierda a derecha: dependencias del Departamento Reactores; edificios del RA-2, RA-1 y RA-0; y dependencias de la Gerencia de Tecnología.

Se prestó servicio de energía eléctrica y mantenimiento a los equipos y redes del Centro Atómico Ezeiza.

Se recibieron 1.432 pedidos de ejecución de trabajos, de los cuales se realizaron 1.037, entre ellos: una mezcladora, un tanque disolvedor, 12 tanques intermedios, un equipo Scanner, 10 bombas dosificadas, 4 lavadoras, 6 sondas para radimetría, recipientes, blindajes y ladrillos de plomo (20 t), un tablero eléctrico, 40.000 cazoletas de aluminio, etc.

En el Centro Atómico Constituyentes se desmontó y reparó a nuevo un grupo electrógeno Deutz; se construyó una celda para el transformador y los accesorios necesarios para recibir alta tensión; se tendió la línea de cable armado para alimentar el citado transformador y la línea alimentadora del compresor del taller; y se colaboró en el tendido de cables amurados y el levantamiento de columnas para la instalación de alta tensión de la usina.

Se efectuó la reparación de las instalaciones eléctricas y otros trabajos para rehabilitar el edificio de la calle Cuba 3401; se reparó y puso en funcionamiento una bomba que alimenta de agua industrial a un tanque de la sede central; se montaron dos cabinas y equipos de interpretación simultánea en el salón de actos, etc.

C. CONSTRUCCIONES Y OBRAS CIVILES

1 — SEDE CENTRAL

Se realizó el estudio y proyecto de ampliación de las instalaciones del sincrociclotrón de Buenos Aires.

2 — CENTRO ATÓMICO CONSTITUYENTES

En las dependencias de Constituyentes se finalizó la obra del edificio para el RA-2; y se proyectaron: la ampliación de laboratorios del RA-1, el laboratorio de elementos combustibles, con vestuarios, oficinas, etc.; el edificio para trasladar el taller de carpintería y el destinado al laboratorio de geoquímica.

3 — CENTRO ATÓMICO EZEIZA

Dentro de los plazos previstos se concluyeron en el Centro Atómico Ezeiza, algunas construcciones menores auxiliares del RA-3, denominado también RAEP (Reactor Argentino de Experimentación y Produc-

ción), cuya habilitación permitirá producir radioisótopos en cantidad suficiente como para cubrir la demanda nacional de estos elementos y aún eventualmente para exportarlos a países vecinos.

La construcción del edificio que alojará al reactor, en cambio, experimentó retrasos debido a dificultades surgidas en la licitación de los subcontratos. En cuanto a las obras civiles, usina y demás instalaciones complementarias que se están levantando en este Centro, su estado actual es el siguiente: se terminó el edificio para el grupo de Evaluación de Riesgos iniciado en el ejercicio anterior; se inició y finalizó la obra destinada al sector de Desmineralización y Bombeo; se inició y concluyó la read cloacal y de desagües pluviales; se comenzó la obra para el Laboratorio de Producción, primera etapa (estructura de hormigón armado); se prosiguió la construcción del edificio del RA-3, segunda etapa; se dio fin a la obra del laboratorio de Instrumentación, primera etapa (estructura de hormigón armado); se continuó el blindaje del RA-3 y el blindaje de la planta de reprocesamiento; se iniciaron los trabajos para la red de gas y las de distribución de energía y comunicaciones; se contrató la ampliación de la capacidad de la usina para llevarla a 1.000 kW instalados; se confeccionaron los anteproyectos del edificio para administración, comedor, talleres, etc., y el del barrio de viviendas; y se proyectó la planta para almacenaje de gas.

4 — DELEGACIONES NORTE Y OESTE

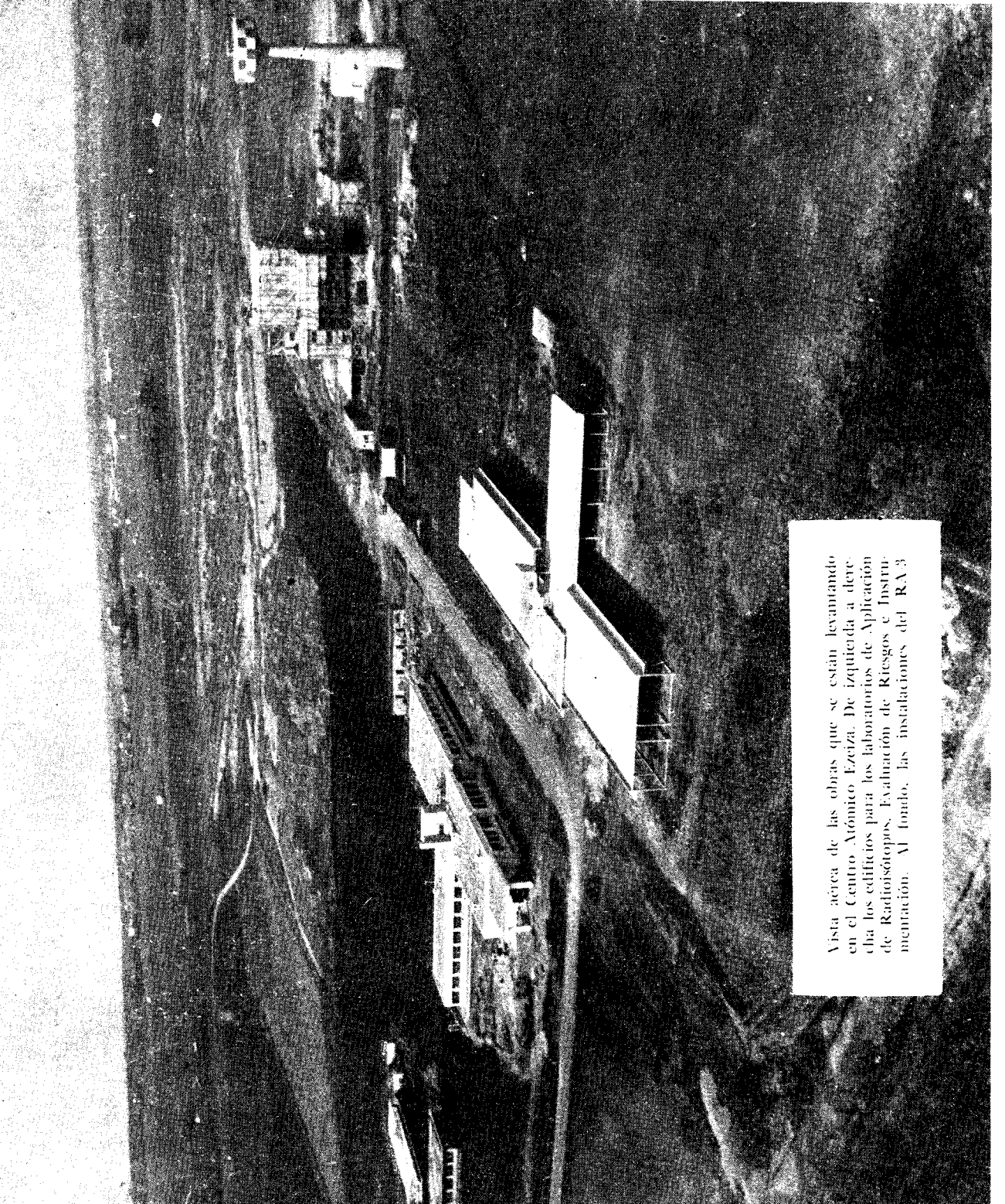
Se prepararon los proyectos y presupuestos correspondientes a los edificios y obras para asiento de las Delegaciones Norte y Oeste de la CNEA, sitas en las ciudades de Salta y Godoy Cruz (Mendoza), respectivamente.

D — TALLERES MENORES

1 — TALLER DEL VIDRIO

Se ha diseñado y patentado una herramienta-molde para la fabricación de tubos de Leighton.

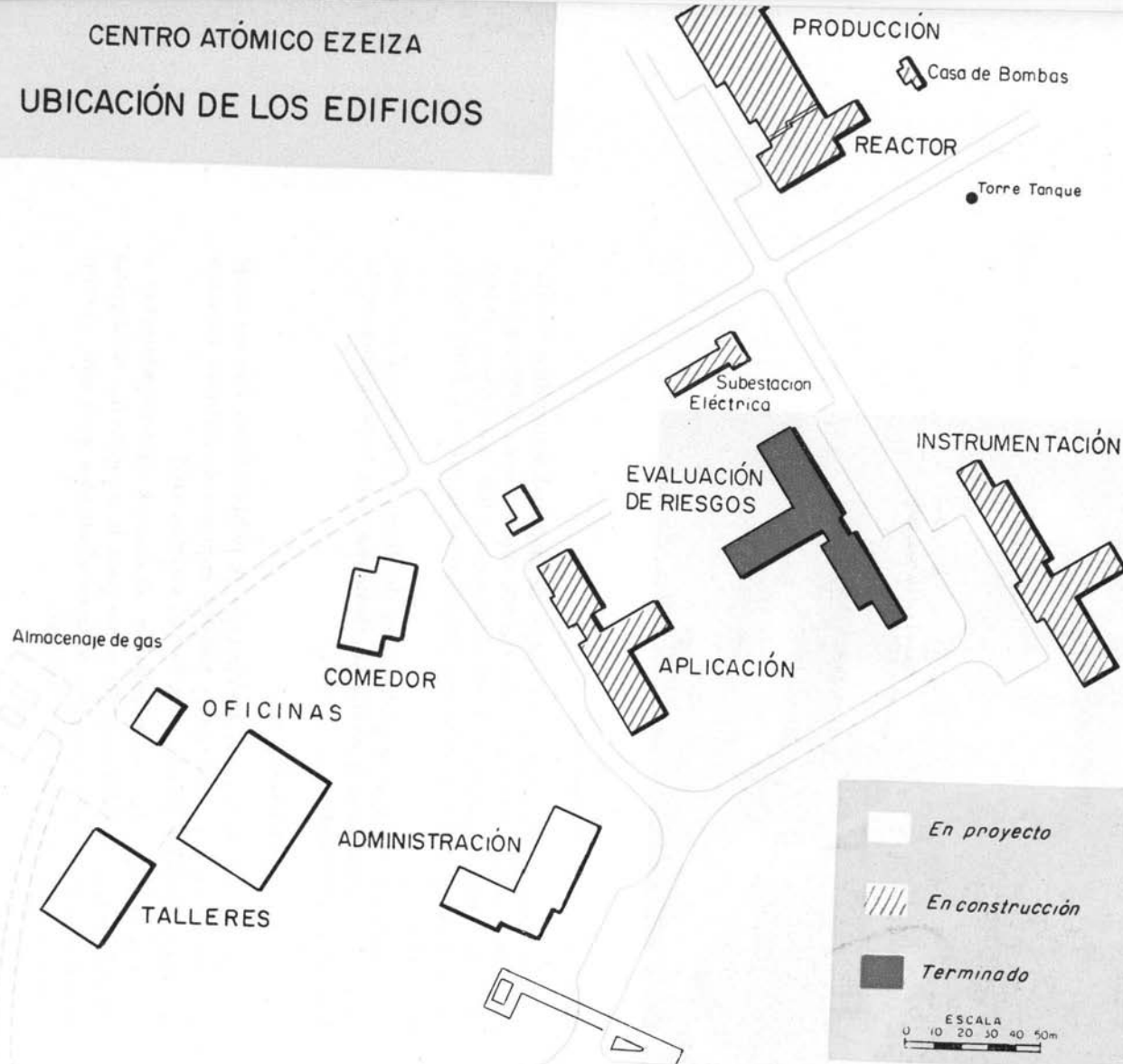
Para atender requerimientos de diversos servicios de la Comisión, se construyeron durante el año alrededor de 800 aparatos y se realizaron numerosas reparaciones de otros.



Vista aérea de las obras que se están levantando en el Centro Atómico Ezeiza. De izquierda a derecha los edificios para los laboratorios de Aplicación de Radioisótopos, Evaluación de Riesgos e Instrucción. Al fondo, las instalaciones del RA 3.

CENTRO ATÓMICO EZEIZA

UBICACIÓN DE LOS EDIFICIOS





Faller del vidrio.

2 -- LABORATORIO AUDIOVISUAL

En cifras aproximadas los trabajos de material fotográfico realizados, fueron éstos: 2.000 chapas offset; 2.000 copias xerox; 3.000 negativos de 6 x 9; 3.000 diapositivos; 8.000 fotocopias; 3.000 microfilms; 13.000 ampliaciones; 6.000 copias carnets; 200 circuitos impresos y 2.500 tomas fotográficas.

Además se efectuaron grabaciones de diversas conferencias y congresos y se prepararon y montaron elementos para exposiciones en la Capital y el interior.

3 -- ARTES TECNOCRÁFICAS

Se editaron en el curso del ejercicio 32 publicaciones, con un tiraje de 1.300 ejemplares cada una y 800.000 impresos de distintos formatos y colores (folletos, formularios, fichas, tarjetas, etc.).

Los trabajos de encuadernación alcanzaron aproximadamente a 200 libros para la Biblioteca; 50 tomos para la recopilación de digestos administrativos y 600 carpetas, trabajos efectuados en cuero, cuerina y tela en distintos formatos y medidas.

VII

ADMINISTRACION

A - ADMINISTRACION

APENDICE:

publicaciones de la GNEA

ADMINISTRACION

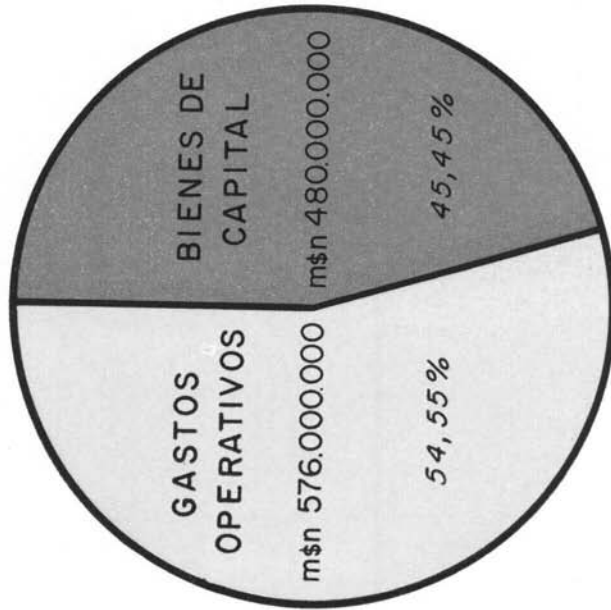
Los gráficos anexos ilustran sobre los aspectos más importantes vinculados al movimiento administrativo de la CNEA.

Como novedad del ejercicio se señala la iniciación de actividades de índole comercial. Las tareas desarrolladas, de carácter preparativo, consistieron en una evaluación preliminar de las posibilidades comerciales existentes y la recopilación de datos sobre mercados actuales y futuros.

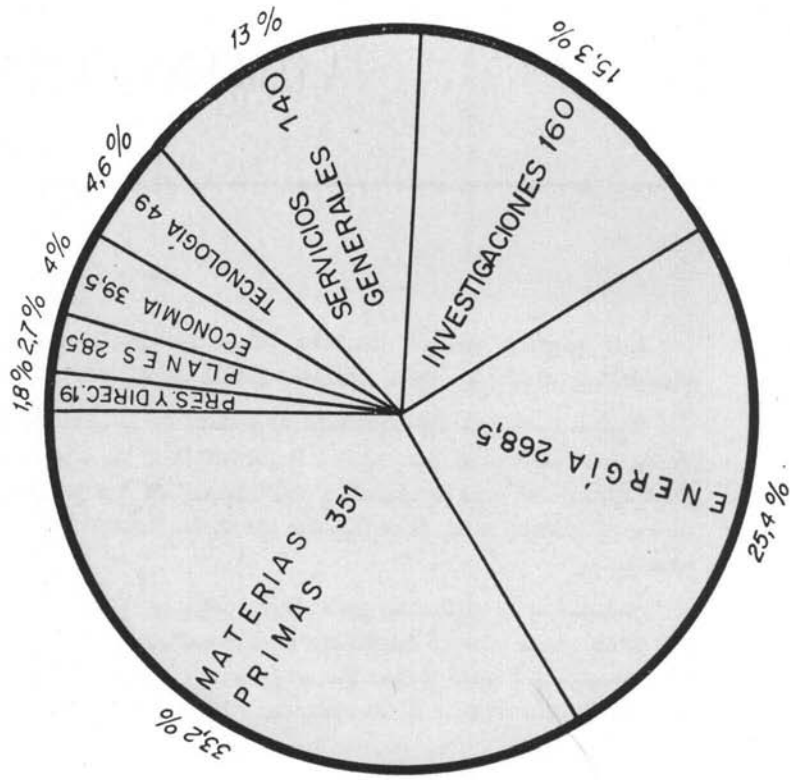
Asimismo se pusieron en marcha algunas promociones de productos, tales como drogas nucleares y subproductos de cobre y se elaboró un instrumento que define los objetivos y lineamientos de la política comercial que seguirá la institución.

PRESUPUESTO TOTAL

PRESUPUESTO TOTAL
m\$ 1.056.000.000

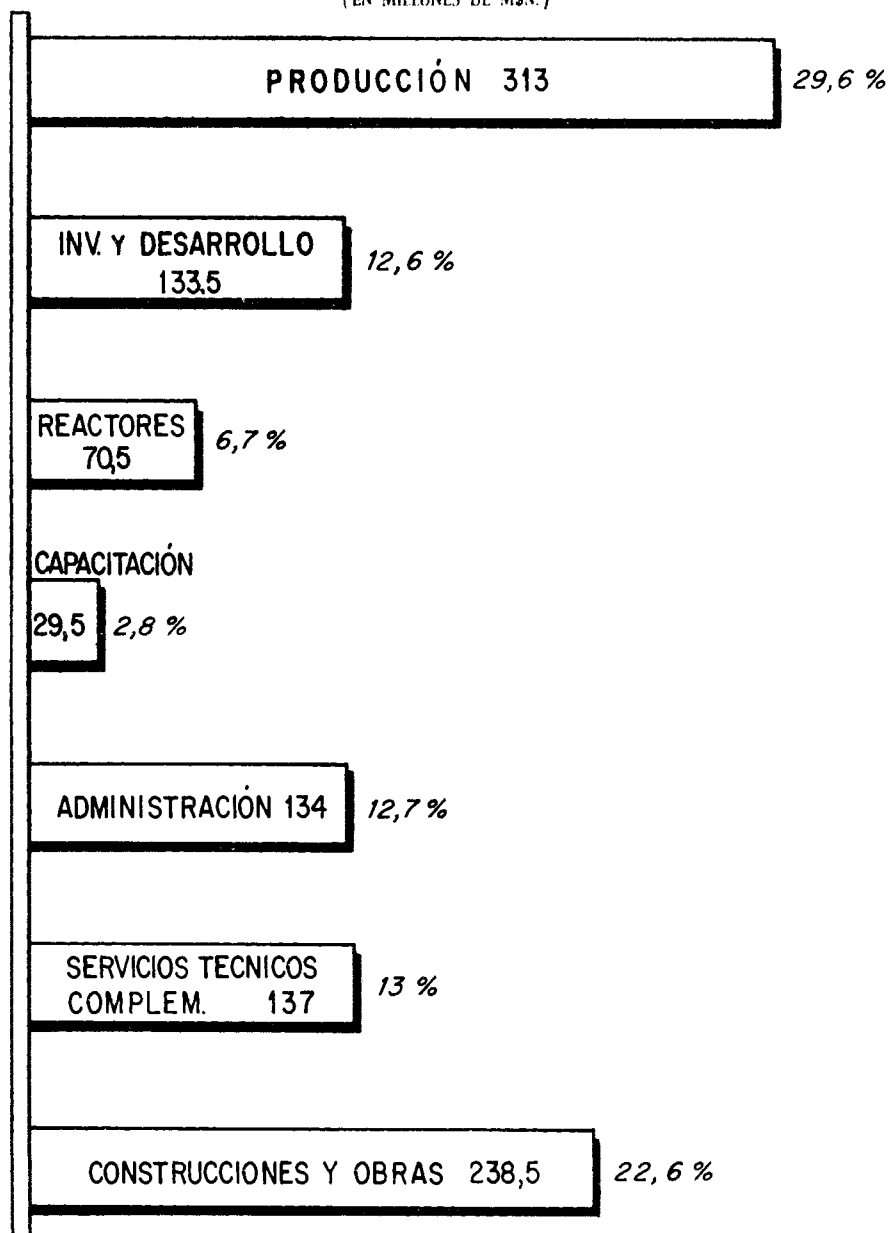


CREDITOS ASIGNADOS POR GERENCIA (EN MILLONES DE M\$N.)

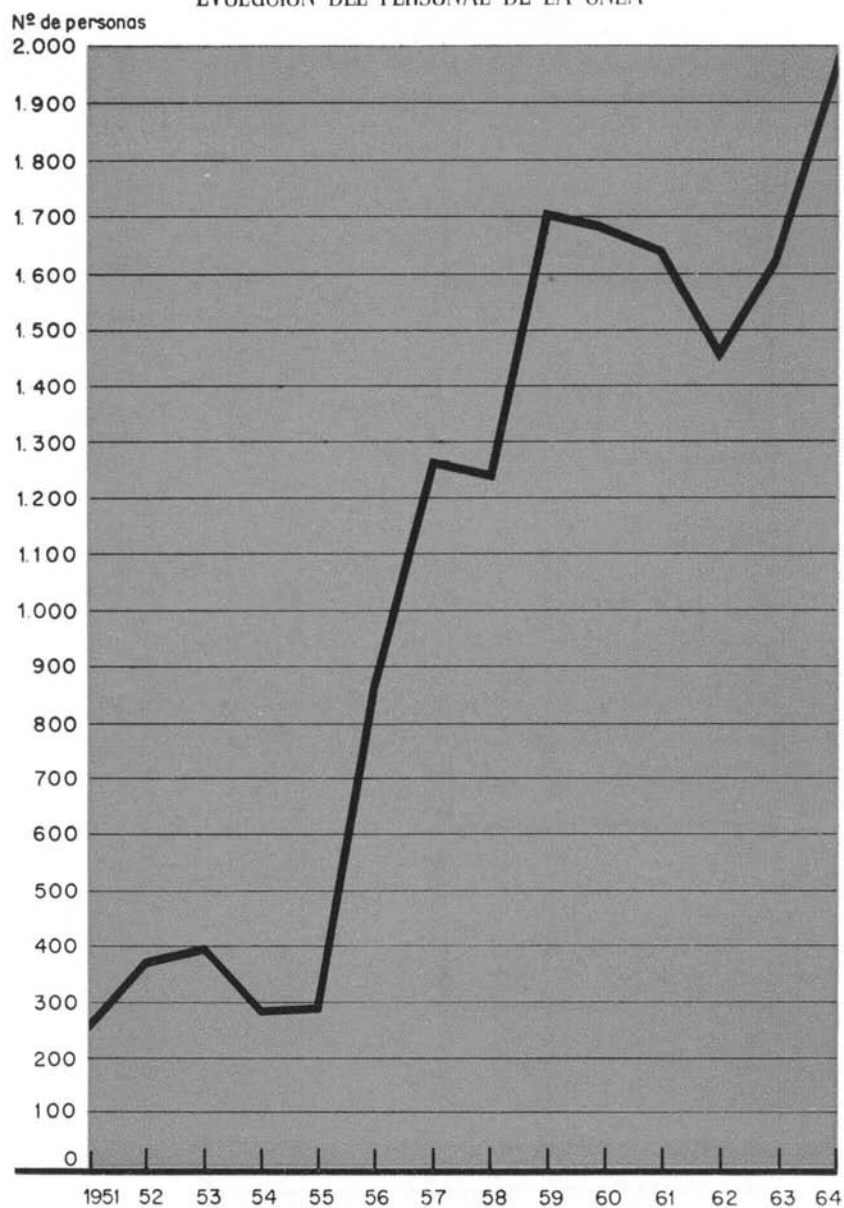


CREDITOS ASIGNADOS POR FUNCIONES

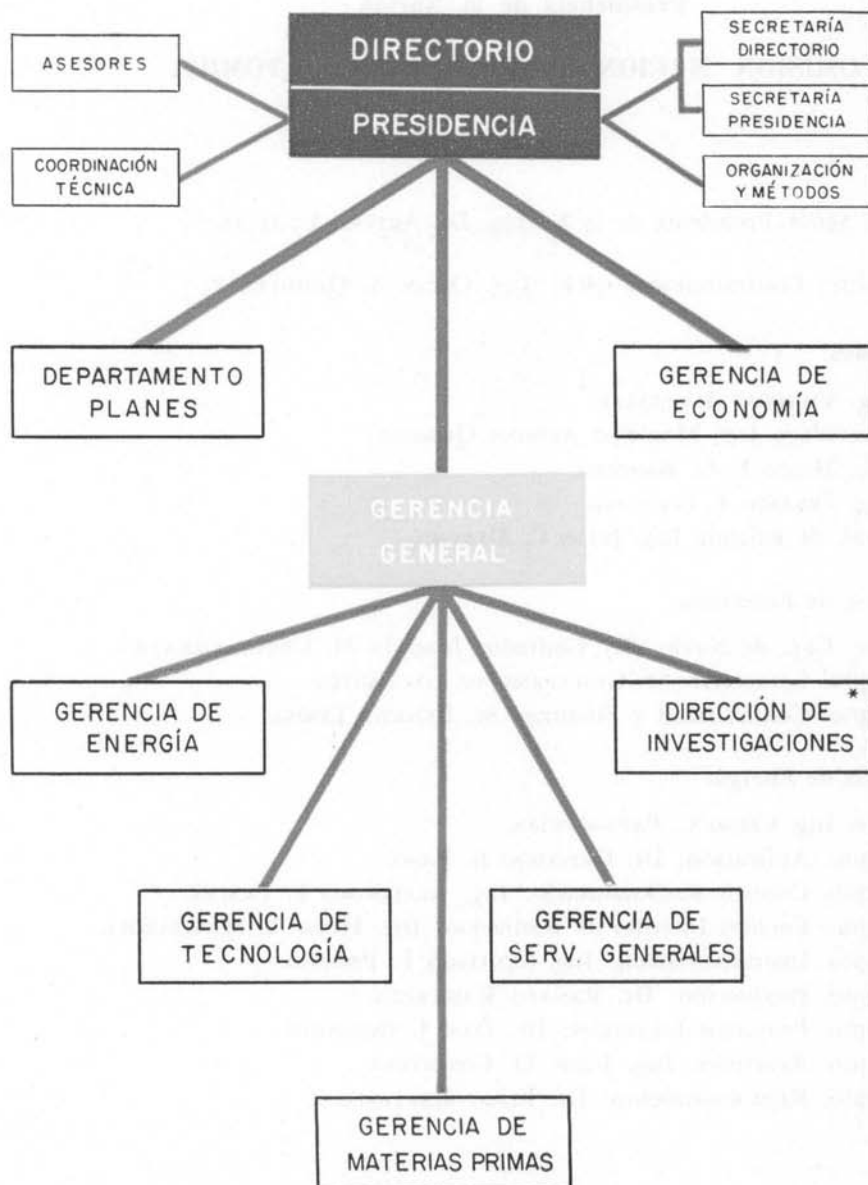
(EN MILLONES DE M\$N.)



EVOLUCION DEL PERSONAL DE LA CNEA



ORGANIGRAMA DE LA C.N.E.A.



* De esta Dirección depende el C.A. Bariloche y el Instituto de Física.

Presidencia de la Nación

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

•

Excmo. Señor Presidente de la Nación, Dr. ARTURO U. ILIJA.

Presidente: Contralmirante (RE) Ing. OSCAR A. QUIHILLALT.

Directores:

Ing. VICTORIO ANGELELLI.

Comodoro Ing. MARCELO AUBONE QUIROGA.

Ing. MARIO E. G. BANCORA.

Ing. ERNESTO E. GALLONI.

Gral. de Brigada Ing. JULIO C. MEREDIZ.

Gerencia de *Economía*

Gerente: Cap. de Navío (R) Contador JOAQUÍN M. URRETABIZKAYA.

Jefe Dpto. Comercial: Sr. GUILLERMO DE LOS SANTOS.

Jefe Dpto. Contabilidad y Finanzas: Sr. RENATO TERIGI.

Gerencia de *Energía*

Gerente: Ing. CELSO C. PAPADÓPULOS.

Jefe Dpto. Aplicación: Dr. GREGORIO B. BARO.

Jefe Dpto. Control Radiosanitario: Ing. ALEJANDRO F. PLACER.

Jefe Dpto. Fuentes Intensas de Radiación: Ing. HUGO A. MUGLIAROLI.

Jefe Dpto. Instrumentación: Ing. SANTIAGO F. PINASCO.

Jefe Dpto. Producción: Dr. RENATO RADICELLA.

Jefe Dpto. Proyectos Especiales: Dr. DAN J. BENINSON.

Jefe Dpto. Reactores: Ing. JORGE O. COSENTINO.

Jefe Dpto. Reprocesamiento: Dr. FERDY KAUFFMANN.

Dirección de *Investigaciones*

Director: Dr. MARTÍN B. CRESPI.

Jefe Dpto. Física Atómica y Molecular: Dr. GERARDO J. VIDELA.

Jefe Dpto. Física Nuclear: Dra. EMMA V. PÉREZ FERREIRA.

Jefe Dpto. Química: Dr. ALDO E. A. MITTA.

Jefe Dpto. Radiobiología: Dr. RÓMULO L. CABRINI.

Director del Centro Atómico Bariloche: Dr. CARLOS A. MALLMANN.

Jefe Dpto. Administración: Sr. FERNANDO M. PRIETO.

Jefe Dpto. Investigación: Dr. WOLFGANG G. MECKBACH.

Gerencia de *Materias Primas*

Gerente: Dr. PEDRO N. STIPANICIC.

Jefe Dpto. Delegación Norte: Dr. CARLOS A. PARERA.

Jefe Dpto. Delegación Oeste: Dr. ARMANDO ORTEGA FURLOTTI.

Jefe Dpto. Elaboración: Dr. RAFAEL COPPA.

Jefe Dpto. Evaluación: Geol. ALBERTO E. BELLUCO.

Jefe Dpto. Ing. de Plantas: Ing. RAÚL A. OBERMANN.

Jefe Dpto. Lixiviación Natural: Dr. ALDO M. CECCHETTO.

Jefe Dpto. Planificación, Control de Programas: Dr. OSCAR A. BAULIES.

Jefe Dpto. Planta Córdoba: Ing. ROBERTO E. COSTARELLI.

Jefe Dpto. Prospección: Geol. CARLOS T. J. C. FRIZ.

Jefe Dpto. Recursos Minerales: Dr. FÉLIX RODRIGO.

Gerencia de *Servicios Generales*

Gerente: Cap. de Navío (R) OSCAR J. CABRERA.

Jefe Dpto. Ing. Civil: Ing. NÉSTOR P. EMBEJE.

Jefe Dpto. Ing. Electromecánica: Cap. de Navío (RE) Ing. SANTIAGO MOCAGATA.

Jefe Dpt. Personal: Sr. OSCAR R. CAL.

Jefe Dpto. Serv. Técnicos Complementarios: Cap. de Fragata (RE)
Ing. SALVADOR DI MARZIO.

Gerencia de *Tecnología*

Gerente: Prof. JORGE A. SABATO.

Jefe Dpto. Metalurgia: Dr. JORGE A. COLL.

Jefe Dpto. Metalurgia General: Ing. JUAN C. DI PRIMIO.

Jefe Dpto. Metalurgia Nuclear: Ing. C. A. MARTÍNEZ VIDAL.

Jefe Dpto. SATI: Ing. OSCAR WORTMAN.

Departamento de *Coordinación Técnica*

Jefe: Ing. FEDERICO R. LACHICA.

Departamento de *Organización y Métodos*

Jefe: a/c del Gerente de Servicios Generales.

Departamento *Planes*

Jefe: Sr. JOSÉ L. ALEGRÍA.

Jefe Dpto. Información: Ing. F. A. VAN BRAAM HOUCKGEEST.

Jefe Serv. Asuntos Legales: Dr. ENRIQUE ZALDÍVAR.

* * *

Comité Directivo para el Estudio de Factibilidad de un Reactor de Potencia

Presidente: Contralmirante (RE) Ing. OSCAR A. QUIHILLALT.

Vocal: Ing. CELSO C. PAPADÓPULOS.

Vocal: Prof. JORGE A. SABATO.

Jefe del Dpto. Estudio: Ing. JOSÉ B. CSIK.

Presidencia de la Nación
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

•

DEPENDENCIAS

Sede Central	<i>Avda. del Libertador 8250, Buenos Aires. Tel.: 70-7711. Cables: PRE-SIATOM-BAIRES.</i>
Centro Atómico Bariloche	<i>San Carlos de Bariloche, Rio Negro.</i>
Centro Atómico Constituyentes	<i>Avdas. General Paz y de los Constituyentes, San Martín (B.A.). Tel.: 740-2016.</i>
Centro Atómico Ezeiza	<i>Km. 6½ camino a T. Suárez, Ezeiza (B.A.).</i>
Grupo de Estudio de Factibilidad de un Reactor de Potencia	<i>Cuba 3401, Bs. Aires. Tel: 70-0640.</i>
Servicio de Asistencia Técnica a la Industria Metalúrgica (S. A. T. I.)	<i>Avdas. Gral. Paz y de los Constituyentes, San Martín (B.A.). Tel.: 740-2016 y 755-2863.</i>
Centro de Medicina Nuclear ..	<i>Hospital-Escuela "José de San Martín". Avda. Córdoba 2351, Buenos Aires. Tel.: 80-7916.</i>
Laboratorio de Aplicaciones Agropecuarias	<i>Centro de Radiobiología, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Avda. San Martín 4453, Bs Aires. Tel.: 51-0921.</i>

Delegación Norte	<i>General Güemes 1178, Salta.</i>
Delegación Oeste	<i>Chile 939, Mendoza.</i>
Distrito Centro	<i>Rodríguez Peña 3200, Córdoba.</i>
Distrito Austral	<i>Patagonia 141, Sarmiento (Chubut).</i>
Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro"	<i>San Carlos de Bariloche, Río Negro.</i>

PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE URANIO:

Córdoba	<i>Rodríguez Peña 3200, Córdoba.</i>
Malargüe	<i>Malargüe (Casilla de Correo 13), Mendoza.</i>

YACIMIENTOS (grupos de trabajo con asiento fijo):

Comisión E-8	<i>Chilecito, La Rioja.</i>
Yacimiento "Don Otto"	<i>Valle del Tonco, Departamento San Carlos, Salta.</i>
Mina Huemul	<i>Malargüe, Mendoza.</i>

OBSERVATORIOS DE RADIACIÓN CÓSMICA:

Mina Aguilar	<i>El Aguilar, Salta.</i>
Ushuaia	<i>Ushuaia, Tierra del Fuego.</i>

ESTACIONES DE "FALL-OUT":

Varias	<i>Diseminadas en todo el país.</i>
--------------	-------------------------------------

APENDICE

Trabajos de personal de la CNEA publicados durante el ejercicio 1963-1964

SECTOR MATERIAS PRIMAS:

“Recursos y posibilidades uraníferas en la República Argentina”: *C. T. Friz, F. Rodrigo y P. N. Stipanovic*. IIIª Conferencia Internacional para la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos, Ginebra (Suiza), 1964.

“Aplicación de la lixiviación por capilaridad (“heap-leaching”), en el tratamiento de minerales argentinos”: *A. Cecchetto, R. Coppa, R. Del Boca, A. Licha y P. N. Stipanovic*. IIIª Conf. citada.

“Nuevas orientaciones hidrometalúrgicas en la industria del uranio”: *R. J. Cadirola, J. M. García Bourg, J. E. López Pardo, E. G. Macchiaverna y C. A. Wiedmer*. Idem.

“Técnicas de prospección aérea radimétrica y emanométrica terrestre, aplicadas en la República Argentina”: *C. T. Friz, J. L. Gamba, R. J. Jemma, K. Marinkeff y C. C. Martínez*. Idem.

“Concentración física de minas arcilloso-calcáreas de uranio de baja ley”: *M. Mochulsky*. Idem.

“Aplicación de la espectrometría de fluorescencia de rayos X a la determinación de niobio tantalio y uranio en niobiotantalitas”: *C. O. Latorre y J. B. Polonio*. Junta de Energía Nuclear de España.

“Las arenas de la Bahía de San Blas, su investigación por minerales de hierro, titanio y circonio”: *V. Angelelli y E. Chaar*. Informe N° 122 CNEA.

“Contribución al conocimiento del aluvión de Río Tercero (Córdoba); su investigación por monacita”: *V. Angelelli y E. Chaar*. Informe N° 139 CNEA.

“Recuperación de uranio y otros elementos a partir de sus lixiviados en materiales de bajo costo”: *E. G. Macchiaverna, J. Pingray y A. A. Suárez*. XI Sesiones Químicas Argentinas, Bahía Blanca, 1964.

“Estudio de la elución precipitante directa del uranio en solventes aminados”: *R. Cadirola y E. G. Macchiaverna*. XI Sesiones citadas.

"Aplicación de la colorimetría diferencial a la determinación de uranio contenido en soluciones de fosfato tributílico": *J. Capaccioli y I. Merlo*. Idem.

"Flotación de menas de uranio y cobre en Malargüe": *R. Andrés, B. Finkelstein y M. Mochulsky*. Idem.

"Concentración por flotación de una mena compleja de uranio, cobre, plomo y cinc": *M. Mochulsky*. Idem.

"Recuperación por electrólisis de cobre de líquidos de lixiviación de la mena de Malargüe": *J. M. García Bourg, J. N. Gestoso, J. López Pardo y A. Suñer*. Idem.

"Recuperación hidrometalúrgica de un mineral de uranio, níquel y arsénico": *J. López Pardo y C. Soler*. Idem.

"Recuperación de cobre por precipitación con hierro a partir de líquidos de lixiviación de un mineral argentino": *J. M. García Bourg y J. N. Gestoso*. Idem.

"Stripping de uranio disuelto en solventes aminados. Estudio del proceso con carbonato de sodio y con cloruro de sodio modificado": *J. M. García Bourg y C. Wiedmer*. Idem.

"Extracción selectiva de uranio por solventes aminados": *J. M. García Bourg*. Idem.

"Mineralogía y génesis del yacimiento Huemul": *M. K. de Brodtkorb*. Universidad Nacional de Buenos Aires (tesis doctoral).

"Estudio de la separación analítica de uranio (y molibdeno) de lixiviados sulfúricos de sus menas por intercambio iónico": *M. González*. Idem.

"Estudio de las pegmatitas uraníferas de la Sierra de Comechingones (provincia de Córdoba)": *C. A. Rinaldi*. Idem.

SECTOR ENERGÍA:

"La contribución de la energía nuclear a la solución del problema energético argentino": *J. L. Alegria, B. J. Csik, E. V. Nasjleti, C. C. Papadópulos y O. A. Quihillalt*. Informe N° 115 CNEA.

"Separación de ortofosfato, pirofosfato y polimetafosfato con resinas de intercambio": *L. J. Anghileri*. Informe N° 117 CNEA.

"Influencia del pH del medio de cultivo en la absorción de $^{14}\text{CO}_2$ por *Chlorella vulgaris*": *L. J. Anghileri*. Informe N° 118 CNEA.

"Un método de producción de I-131 a partir de óxidos de uranio irradiados": *S. Abrashkin y R. Radicella*. Informe N° 101 CNEA.

"Absorción de productos de fisión sobre beutonia de Mendoza": *L. J. Anghileri*. Informe N° 106 CNEA.

"Los haluros de plata como agentes secuestrantes del ion radio-ioduro": *L. J. Anghileri*. Informe N° 116 CNEA.

"Calibración y control de radioisótopos en la CNEA": *R. Rodríguez Pasqués*. Reunión OIEA, San Pablo (Brasil).

"Paper chromatography of I-131 labelled oleic acid and triolein": *L. J. Anghileri*. Int. J. Appl. Rad. Isot. 15, 95-96 (1964).

"A simplified method for preparing high specific activity I-131 labelled hippuram": *L. J. Anghileri*. Int. J. Appl. Rad. Isot. 15, 95 (1964).

"Study of the stability of Cr-51 labelled serum albumin": *L. J. Anghileri*. J. Nucl. Med. 5, 216 (1964).

"Estabilidad de la triiodotironina marcada con I-131 bajo diferentes condiciones": *L. J. Anghileri*. Informe N° 119 CNEA.

"Obtención y estabilidad de pirofosfato de sodio (P-32)": *R. A. Caro, R. Radicella y A. F. Rega*. Informe N° 103 CNEA.

"Experiencia en la producción de radioisótopos en un pequeño reactor experimental y en un sincrociclotrón": *R. Radicella*. Reunión OIEA, 1963, San Pablo (Brasil).

"Stability of P-32labelled pyrophosphate": *R. A. Caro, R. Radicella y A. F. Rega*. Radiochim. Acta, 2, 218-219 (1964).

"Utilization de la clearance du sodium radioactif dans l'étude de la vascularization des lambeaux cutanés": *H. Gotta, R. Hashiba, V. Pecorini y E. Valdés*. Presse Med. 72:2464 (1964).

"El radiorenograma y la urografía de excreción": *A. Chwojnik, H. García del Río, H. Gotta, A. Olivari y V. Pecorini*. Pr. Méd. Argent. 51:853 (1964).

"El bocio endémico en la República del Paraguay. I) Falla aparente del empleo de la sal yodada en la profilaxis del bocio endémico": *N. Altschuler, R. Ceriani, O. Degrossi, C. Enriori y H. Forcher*. Rev. Arg. Endocrinología Metab. 10:1 (1964).

"La inhibición de la descarga y reutilización del radioyodo como índice de la actividad tiroidea": *O. Degrossi, J. Duhrat, H. Forcher y J. López Verde*. *Rev. Arg. Endocrin. Metab.* 9:209 (1963).

"Interpretación clínica del "scanner" tiroideo": *D. Artagaveytía, O. Degrossi y V. Pecorini*. *Pro. Méd. Arg.* 51:375 (1964).

"Posibilidades del Tc-99 m en el estudio de la función tiroidea": *H. Chwojnik, O. Degrossi, H. Gotta, A. Olivari y V. Pecorini*. *Rev. Arg. Endocrinología Metab.* 10:134 (1964).

"Centellegrama tiroideo": *D. Artagaveytía, O. Degrossi, H. Gotta y V. Pecorini*. *Informe N° 129 CNEA*.

"Radioisotopic renography": *H. García del Río, H. Gotta y V. Pecorini*. *Gazzeta Sanitaria N° 4/5* (july-october, 1964).

"Exploración de la función hepática con Rosa de Bengala marcada con I-131": *J. A. Ceriani y V. Pecorini*.

"Doubling time of mouse spleen cells during the latent and log phases of primary antibody response": *E. E. Capalbo y Makinodan*. *The Journal of Immunology* Vol. 92, N° 2 (1964).

"Evaluation of the diffusion chamber culture technique for study of the morphological and functional characteristics of lymphoid cells during antibody production": *J. Albright, W. Bennett y E. Capalbo*. *The Journal of Immunology*, Vol. 92, N° 2 (1964).

"The ^{189}W ^{189}Re decay chain": *G. Baró, J. Flegelheimer y Viirsoo Maela*. *Radiochimica Acta* 2, 7-8 (1963).

"2,8 hours rhodium 190": *G. Baró y J. Flegelheimer*. *Radiochimica Acta* 2, 210 (1964).

"Normal blood volumes in the horse": *H. Camberes, H. Figueiras, N. Marcilese, R. Valsecchi y J. Varela*. *The Am. J. of Physiology* 207, N° 1 (1964).

"The effect of hypophysectomy on erythropoiesis in the dog": *C. Bozzini, A. Houssay, J. Varela y otros*. *Acta Physiologica Latino Americana*, V. 14, N° 1 (1964).

"Erythropoiesis. Stimulating activity in the plasma of normal thyroidectomized and hypophysectomized dogs": *C. Bozzini, A. Houssay, S. Kremenchukzy, M. Rendo y J. Varela*. *Acta Physiologica Latino Americana*, V. 14, N° 1 (1964).

"Diagrama para el cálculo de dosis totales debidas a fuentes uniformemente distribuidas": *R. Bravo, O. Moll, H. Mugliaroli y A. Placer*. Informe N° 94 CNEA.

"Incorporación de productos de fisión en plantas acuáticas": *D. Beninson, D. Cancio y E. Vander Elst*. Informe N° 138 CNEA.

"Food chains transfer of radionuclides relating to disposal in fresh water": *D. Beninson y E. Vander Elst*. Progress report of I.A.E.A. contract 183/RB (1964).

"Absorción y eliminación de algunos productos de fisión en ratas": *D. Beninson, G. Nowotny, R. Sanguinetti, M. Sarabayrouse y E. Vander Elst*. Trabajo presentado en el 1er. Simposio Arg. de Medicina Nuclear (Mendoza, 1964).

"Estudio de evolución de materiales radiactivos en el medio terrestre": *D. Beninson, E. Ramos y E. Vander Elst*. Informe N° 133 CNEA.

"Strontium 90 levels in the diets and bones of children": *D. Beninson, E. Ramos y R. Touzet*. U. S. Atomic Energy Commission, H.A.S.L. 149.

"Trasdutor logarítmico de corriente continua": *A. González*. Informe N° 131 CNEA.

SECTOR INVESTIGACIONES:

"Comparative studies of the effect of antibiotics, bone marrow and cysteamine in oral lesion produced in hamster by total body irradiation": *R. L. Cabrini, F. A. Carranza y J. Mayo*. *Experientia* 20, 403 (1964).

"Efectos de los antibióticos en las lesiones orales en el hamster por irradiación total": *R. L. Cabrini, F. A. Carranza, J. Mayo y L. Orce*. *Rev. A.O.A.* 52, 123-127 (1964).

"Demonstration of a phosphamidase activity in bone tissue": *R. L. Cabrini y F. Schajowicz*. *Acta Histochemica* 17, 371-377 (1964).

"Sexual difference in the I^{131} uptake by salivary glands in the hamster": *O. I. Catanzaro, C. E. Epper y A. B. Houssay*. *Acta Physiol. Lat. Amer.* 14, 269 (1964).

"The radiosensitivity of mature germ cells and fertilized eggs in *Drosophila melanogaster*. Mammalian cytogenetics and related problems in radiobiology": *J. I. Valencia y R. M. Valencia*. Ed. Pergamon Press (1964).

"Effect of 5-bromodeoxyuridine on the experimental induced radioresistance of *Escherichia coli*": *C. Bobbi, Kanazir, R. Lumi y L. V. Orce*. *J. Bacteriol.* 87, 743-744 (1964).

"Construcción de un separador electromagnético de isótopos": *M. J. Sametband*. Informe N° 113 CNEA.

"Fuente de iones para un separador de isótopos": *M. J. Sametband*. Informe N° 114 CNEA.

"The decay of Rh^{105} ": *O. Bergman, S. E. Karlsson y W. Scheuer*. *Ark. för Fysik*, 27, 61 (1964).

"Conversion electrons in the decay by Ag^{106} to Pd^{106} ": *E. Aasa, P. Reyes de Suter, W. Scheuer y T. Suter*. *Nuclear Physics* 54, 221 (1964).

"Investigations of some properties of isotope separator beams of different charge states": *J. J. Rossi y J. Uhler*. *Ark. för Fysik*, 24, 369 (1963).

"The K Auger effect in Br^{79} ": *E. C. O. Bonacalza, P. Erman y J. J. Rossi*. *Ark. för Fysik*, 26, 35 (1964).

"The K Auger group intensities in Cl^{37} ": *E. C. O. Bonacalza, P. Erman, J. Miskel y J. J. Rossi*. *Ark. för Fysik*, 26, 135 (1964).

"The asymmetry in the decay of the L_{to-0} ": *J. Litvak*. *Physics Letters*, 12, 287 (1964).

"Application of gas-solid chromatography to the enrichment of low level tritium samples": *M. B. Crespi y H. Perschke*. *Int. Journal App. Rad. Isot.*, 15, 569 (1964).

"Borazarenes and borazoles. Fluorescence spectrometry and quantum efficiencies in relation to slow neutron counting": *L. H. Casas, O. A. Lires, M. A. Molinari, E. A. Rojo y G. J. Videla*. *Int. Journal App. Rad. Isot.*, 15, 611 (1964).

"Organoboron compounds. XVII. Preparation and hydrolytic properties of some substituted borazines containing fluorescent groups": *P. A. McCusker y M. A. Molinari*. *J. Org. Chem.* 29, 2094 (1964).

"Ultraviolet lamp for the generation of intense constant sharp pulses in the subnanosecond region": *M. Burton, J. T. D'Alessio y P. Ludwig*. *Rev. Scient. Inst.*, 35 (N° 8), 1015 (1964).

“Preparación de 4 Yodoantipirina I^{131} ”: *L. L. Camín y A. E. A. Mitta*. Informe N° 112 CNEA.

“Determinación de yoduros en Rosa de Bengala I^{131} , Trioleína I^{131} , Globulina I^{131} y Yodoalbúmina I^{131} previa separación por cromatografía sobre placa delgada”: *L. L. Camín, A. E. A. Mitta y A. F. de Suárez*. Informe N° 110 CNEA.

“Separación cromatográfica en capa delgada de vitamina D y sustancias relacionadas”: *A. E. A. Mitta, A. Troparevsky y M. L. P. de Troparevsky*. Informe N° 123 CNEA.

“The purification of beryllium by acetylacetone - EDTA solvent extraction and production of pure $Be(OH)_2$ ”: *C. F. Baes, C. E. L. Bamberger y H. F. Mc Duffie*. Informe ORNL-3591 (1964).

“The preparation of pure beryllium oxide by solvent extraction with acetylacetone in the presence of EDTA; procedure and chemistry”: *C. F. Baes, C. E. L. Bamberger y H. F. Mc Duffie*. Informe ORNL-3733 (1964).

“Relación de los rendimientos del par isomérico Ba^{133m}/Ba^{133} formado por reacción (d, 2n)”: *M. C. Caracoche, A. Mocoroa, S. J. Nassif y H. Vignau*. Informe N° 120 CNEA.

“Relación de secciones eficaces para el par isomérico Co^{58m}/Co^{58} obtenido por reacción (d, t)”: *M. C. Caracoche, A. Mocoroa, S. J. Nassif y H. Vignau*. Informe N° 109 CNEA.

“Relación entre las secciones eficaces para el par isomérico $Sc^{44m}/44$ formado en la reacción nuclear Sc^{43} (d, t) Sc^{44} ”: *M. C. Caracoche, A. Mocoroa, S. J. Nassif y H. Vignau*. Informe N° 108 CNEA.

“Coeficiente de ramificación en el Y^{87} ”: *P. Diodadi, S. J. Nassif y I. L. de Torriani*. Informe N° 121 CNEA.

“Efectos producidos por deuterones de 27.6 MeV en la cabeza de ratas recién nacidas”: *R. L. Cabrini, J. M. Feola y J. Mayo*. V Simposio Interamericano sobre la Aplicación de la Energía Nuclear con Fines Pacíficos, Valparaíso (Chile), 1964.

“Unceronecrotic oral lesions produced in the hamster by irradiation”: *R. L. Cabrini, F. A. Carranza y J. Mayo*. V Simposio citado.

“Acción de los antibióticos en las lesiones orales por irradiación total del hamster según su período de administración”: *R. L. Cabrini, F. A. Carranza y J. Mayo*. III Reunión Anual de la Sociedad Argentina de Investigación Odontológica, 1964.

“Alteraciones histoenzímicas producidas en la cabeza de ratas por un haz de deuterones de 27.6 MeV”: *R. L. Cabrini, F. A. Carranza, J. M. Feola, M. E. Itoiz y J. Mayo*. III Reunión citada.

“Efectos producidos por haces de distinta sección en la cabeza de ratas recién nacidas” *R. L. Cabrini, J. M. Feola y J. Mayo*. Idem.

“Análisis estadístico del crecimiento de los incisivos inferiores del hamster”: *R. L. Cabrini, J. M. Feola y J. Mayo*. Idem.

“Aumento de la temperatura producido en la preparación de secciones de material calcificado para uso histoenzímico”: *R. L. Cabrini y M. E. Itoiz*. Idem.

“Distribución histoquímica de la adenosintrifosfatase en los tejidos periodontales de roedores”: *R. L. Cabrini, F. A. Carranza, C. A. Dotto y M. Itoiz*. Idem.

“Acción comparativa de esteroides anabólicos sobre las submaxilares en ratones C3H/Ep.”: *C. E. Epper, J. F. Harfin, A. B. Houssay y E. Montuory*. Idem.

“Acción de la testosterona y la androstanolona sobre la captación de I-131 por las glándulas submaxilares del hamster”: *O. L. Catanzaro, C. E. Epper y A. B. Houssay*. Idem.

“Neurohormonal regulation of hair cycle in rats and mice”: *C. E. Epper, A. B. Houssay y J. H. Pazo*. Simposio sobre Biología de la Piel. Australia, 1964.

“Aminoácidos en la recuperación de la *Escherichia coli* irradiada con rayos X y con luz ultravioleta”: *C. A. Bobbi, R. Lumi y L. Orce*. V Simposio Interamericano sobre Aplicación de la Energía Nuclear para Fines Pacíficos, Valparaíso (Chile), 1964.

“Modificaciones determinadas por el ácido desoxiribunocleico en la resistencia de bacterias *Escherichia coli* a los rayos X”: *C. Bobbi, R. Lumi y L. Orce*. I Congreso Internacional de Biología y Medicina Nuclear, San Pablo (Brasil), 1964.

“Condiciones fisiológicas determinantes de modificaciones en el contenido de ácidos nucleicos y proteínas de *Escherichia coli*”: *T. Re de Alonso, C. A. Bobbi, R. Lumi y L. Orce*. VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Fisiológicas, Viña del Mar (Chile), 1964.

"Cross sections for 26.5 MeV deuterons": *R. N. Eisberg, S. Mayo, M. J. Sametband y W. Schimmerling*. Congreso Internacional de Física Nuclear, París (Francia), 1964.

"Elastic deuterons scattering and optical model analysis at 27.5 MeV": *S. Mayo, J. Rosenblatt y J. Testoni*. 43ª Reunión de la Asociación Física Argentina, Bariloche, 1964.

"Equivalencia entre potenciales ópticos locales y no locales II": *J. Rosenblatt*. 43ª Reunión citada.

"Determinación de la sección eficaz de reacción con protones de 9.5 MeV para diversos elementos": *P. J. Burman, G. W. Greenless y M. J. Sametband*. Idem.

"On multiply charged ions and their rest gas interaction": *J. J. Rossi y J. Uhler*. 4th. Scand. Isotope Sep. Symp., Estocolmo (Suecia), 1963.

"The use of isotope separated sources in low energy Beta spectrometry": *E. C. O. Bonacalza, P. Erman y J. J. Rossi*. Symp. citado.

"Some properties of multiply charged isotope separator beams": *J. J. Rossi y J. Uhler*. Physics Conference, Gotenburgo, 1963.

"Planar vibrations of borazole": *E. Silberman*. Simposio sobre Estructura y Espectroscopía Molecular, Colombus, Ohio (EE. UU.), 1964.

"Purificación de borazoles y borazarenos para su aplicación como escintiladores": *L. H. Casas, O. A. Lires, M. A. Molinari, E. A. Rojo y G. J. Videla*. XIas. Sesiones Químicas Argentinas, Bahía Blanca, 1964.

"Cromatógrafo preparativo de fase móvil gaseosa": *R. T. Bonard y G. J. Videla*. XIas. Sesiones Químicas Argentinas, Bahía Blanca, 1964.

"Diseño y construcción de un cromatógrafo analítico de fase gaseosa y determinación de parámetros experimentales": *N. Bianchi y O. Cuello*. XIas. Sesiones citadas.

"Determinación espectrográfica de litio en calcio metálico": *O. Guido*. Idem.

"Determinación espectrográfica de aluminio, hierro y manganeso en calcio metálico": *O. Guido*. Idem.

"Determinación espectrográfica de boro en aleaciones aluminio uranio": *C. Amaya y O. Guido*. Idem.

"Dos nuevas posibilidades para la determinación espectrofotométrica de molibdeno": *M. I. C. de Casas y J. Cappacioli*. Idem.

"Interferencia del vanadio en la determinación yodométrica del cobre": *J. Casabé, J. Cappacioli y R. Zucal*. Idem.

"Sobre la síntesis de la indigotina a partir del ácido n-(carboximetil) antranílico": *M. F. Bühler, R. López y A. E. A. Mitta*. Idem.

"Evidencia en la formación de hexalfeniletano en la pirólisis de trifenilacetato de litio": *M. F. Bühler, J. P. Castrillón y C. P. Merting*. Idem.

"Separación de Rosa de Bengala I^{131} por cromatografía en capa delgada": *L. L. Camín y A. E. A. Mitta*. Idem.

"Determinación de cobre en soluciones de uranio por electrólisis interna": *J. Botbol y J. Cappacioli*. Idem.

"Purificación de hidróxido de berilio por extracción con disolventes; decontaminación": *C. F. Baes, C. Bamberger y H. F. McDuffie*. Idem.

"Determinación de coeficientes de formación de complejos EDTA-Be": *C. Bamberger y V. Laguna*. Idem.

"Separación de isótopos de hidrógeno por cromatografía de gases": *M. B. Crespi y H. Perschke*. Idem.

"Preparación de 2-cis-octenoato de metilo 1C14 y 2-cis-ácido octenoico 1C14": *M. F. Bühler, J. B. de Lazzerovich y E. A. E. Mitta*. Simposio Internacional sobre Preparaciones y Aplicaciones Biomédicas de Moléculas Marcadas, Venecia (Italia), 1964.

"Relación de secciones eficaces para pares isoméricos obtenidos en reacciones nucleares": *M. C. Caracoche, A. Mocoroa, S. Nasiff y H. Vignau*. 43ª Reunión de la Asociación Física Argentina, Bariloche, 1964.

"Remarks on a New Theory of Work-Hardening": *G. Shöeck*. Phil. Mag. 9, Nº 98, 335 (1964).

"The activation energy in high temperature internal friction": *A. Bisogni, G. Shöeck y J. Shyne*. Informe C.A.B. Nº 63-FM-004.

"Influencia del orden de largo alcance en las propiedades mecánicas de las soluciones sólidas": *A. E. Vidoz y M. Victoria*. Informe C.A.B. Nº 64-FM-006.

"Influence of long range order en mechanical properties": *A. E. Vidoz*. Informe C.A.B. N° 64-FM-005.

"Defectos puntuales producidos por deformación en niobio (detalle del progreso de la investigación)": *G. de Vooght*. Informe C.A.B. N° 64-FM-007.

"Influencia del orden de largo alcance en las propiedades mecánicas": *A. E. Vidoz*. 43ª Reunión de la Asociación Física Argentina, 1964.

"Estructura nuclear computación": *W. Mulhall*. 43ª Reunión citada.

"Estado actual de la espectroscopia nuclear": *D. Bes, C. A. Mallmann y P. Thieberger*. Idem.

"Modelo de Lee renormalizado y sin estados fantasmas": *A. García y F. Morey Terry*. Idem.

"Sobre la relación energía-impulso del campo de radiación en el caso de reflexión total": *J. Agudín*. Idem.

"Sobre la reflexión de un pulso en la superficie de un dieléctrico, III - La experiencia de *Goos y Hänchen*": *J. Agudín*. Idem.

"Dispersión de luz por ultra-sonido": *B. G. de Alascio*. Idem.

SECTOR TECNOLOGÍA:

"A Yield Effect in a Zn-Al-Cd-Alloy". Gerencia de Tecnología. Journal of the Inst. of Metals, 1963-64, Vol. 92 (p. 252).

"Evolution par Recuit des Propriétés Mécaniques de l'uranium Laminé". G. de Tec. Journal of Nuclear Materials.

"Interfaces en la Transformación $\beta \rightleftharpoons \gamma$ en el sistema Cobre-Galio". G. de Tec. Reunión de la A. F. A., Bariloche, mayo 1964.

"Difusión en Be-Zr". G. de Tec. Reunión de la A. F. A. Bariloche, mayo 1964.

"Estudio de la Solubilidad del Zr en Cuplas de Difusión Be-Aleaciones de Be-Zr". G. de Tec. Reunión de la A. F. A., Bariloche, mayo 1964.

"Deformación crítica del uranio". G. de Tec. Reunión de la A. F. A., Bariloche, mayo 1964.

"Order-Disorder in Co-V Sigma Phase". G. de Tec. Acta Met., Vol. 12, N° 6, junio 1964.

- "Deformation Mechanisms of β Uranium Single Crystals". G. de Tec. Journal of Nuclear Materials, Vol. 11 (1964), N° 2, p. 212.
- "Una máquina automática de soldar para sellar elementos combustibles cilíndricos". G. de Tec. Informe Público CNEA N° 104.
- "Construcción y puesta a punto de un sistema para medidas precisas de difusión central de rayos X en escala absoluta". G. de Tec. Informe N° 111 CNEA.
- "Fabricación de placas porosas para filtros". G. de Tec. Conferencia de Expertos Latinoamericanos en Metalurgia de Transformación, Buenos Aires, agosto 1964.
- "Refinación a fuego y otras soluciones para los problemas presentados por la presencia de impureza en Cu y latones alfa". G. de Tec. Conferencia citada.
- "Fabricación y propiedades de una aleación de Cu de alta resistencia al ablandamiento y alta conductividad". G. de Tec. Idem.
- "Estudios en colaminación de metales". G. de Tec. Idem.
- "Fabrication of Fuel Elements for Research Reactors". G. de Tec. 3ª Conferencia "Átomos para la Paz", Ginebra, 1964.
- "A metallographic study of solute segregation during controlled solidification in tin-lead alloys". G. de Tec. Trans. AIME, 227, december 1963.

DEPARTAMENTO PLANES
IMPRESO EN CNEA - FEBRERO 1966

