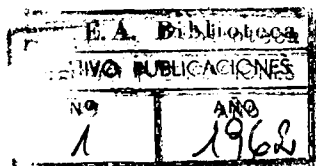


08.62.03



Programming and Utilization *of* **RESEARCH REACTORS**

Proceedings of a Symposium held
in Vienna, October 16-21, 1961

VOLUME 2



1962

ACADEMIC PRESS • LONDON • NEW YORK

Published for the

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

Reactores Experimentales en la Argentina : su Operación y Utilización

JORGE COSENTINO

*Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires,
Argentina*

En el presente trabajo se reseñan las distintas etapas que la Argentina ha realizado de su Programa de Reactores de Investigación.

1. CONSTRUCCION DEL RA1

En abril de 1957, la CNEA estaba en situación de considerar cumplida la primera etapa de su programa de Reactores Nucleares, etapa que estuvo destinada a la formación de profesionales en la especialidad. Desde 1954 dicha Institución organizaba cursos sobre teoría y tecnología de Reactores, integrando su plantel de técnicos en base a los egresados de dichos cursos y brindando a la mayoría de ellos la oportunidad de capacitarse en los más importantes Centros de Investigación del extranjero.

La segunda etapa del referido programa exigía contar con un Reactor Nuclear. Dos caminos se presentaban como factible para llenar esa necesidad: (a) adquirir un Reactor en el extranjero, (b) construirlo en el país. Efectuando el análisis comparativo se concluyó, que aún a riesgo de perder en otros aspectos, la segunda alternativa brindaba una brillante oportunidad para que todos los sectores de la CNEA (Dpto. de Reactores Nucleares, Dpto. de Electrónica, Dpto. de Ingeniería Civil, División Metalurgia, Talleres Electromecánicos, etc.) tomaran contacto real y efectivo con la tecnología de Reactores.

Es así que en la fecha anteriormente mencionada, es decir abril de 1957, se decidió la construcción del RA1, el que en definitiva sería una reproducción más o menos fiel del Reactor Argonaut, habilitado poco tiempo antes en el National Argonne Laboratory. Como resultado de dicha decisión, se inauguraba en Buenos Aires, el 20 de enero de 1958, el primer Reactor Latinoamericano, y el único hasta el presente construido por un país de esta área.

La experiencia ganada en distintos temas (diseño, construcción y calibración de los circuitos de control, fabricación de los elementos combustibles, construcción y montaje del Reactor, etc.) representan sin duda una importante contribución a los planes actualmente en desarrollo y avala el valor de la alternativa seleccionada.

2. OPERACION Y UTILIZACION DEL RA1

La primera época de operación del RA1 (enero 1958-marzo 1959) estuvo en general dedicada al conocimiento del equipo, dando lugar paralelamente a una serie de trabajos de investigación referentes a física de Reactores

(determinación de masas críticas, calibración de barras de control, medición de los coeficientes de vacío y de temperatura, etc.). Por otra parte, la operación continua del RA1, puso de manifiesto algunas de sus limitaciones que impedían sobrepasar los 5 kW de potencia.

Esta última experiencia se volcó en marzo de 1959, en el proyecto de las Modificaciones del RA1, las que fueron encaradas ante la necesidad de incrementar el flujo neutrónico y como resultado de la decisión de la CNEA de iniciar un programa de producción local de radioisótopos. Las mismas afectaron especialmente el blindaje, el sistema de refrigeración, la configuración nuclear y el sistema de control del proyecto original.

En diciembre de 1959, al finalizarse dichas modificaciones, el máximo flujo termal del RA1 estaba en 2×10^{11} n/cm²seg iniciándose entonces un período interrumpido de irradiaciones, destinadas a la producción de radioisótopos utilizados en investigación, en la CNEA y también en otros centros nacionales. Este período, que se prolongó hasta junio de 1961, representa un total de aproximadamente 1200 h de irradiación a 10 kW, interrumpiéndose el mismo para realizar nuevas modificaciones, a fin de ampliar el campo de radioisótopos factibles de ser producidos. Es así que en el presente mes de julio, finalizadas las mismas, se han efectuado irradiaciones continua a 35 kW de potencia y un flujo térmico de 7×10^{11} n/cm²/seg.

3. CONSTRUCCION Y OPERACION DEL RA0

En el curso de la ya citada segunda etapa del Programa Argentino de Reactores Nucleares, se puso de manifiesto la necesidad de contar con un equipo flexible desde el punto de vista nuclear, que permitiese analizar las distintas configuraciones nucleares consideradas en la modificación del RA1, a la vez que ponderar los elementos combustibles desarrollados en la CNEA. Se decidió entonces la construcción de una facilidad crítica de U³⁰⁸ enriquecido al 20% y agua liviana, la que luego de una serie de modificaciones más o menos importantes constituye en la actualidad un Reactor completamente independiente del RA1, conocido con las siglas RA0. Se ha realizado en este equipo una interesante lista de trabajos de determinación de parámetros nucleares, campo en el cual se ha mostrado particularmente útil.

Finalizadas las últimas modificaciones que se le han introducido, se ha afectado al RA0 a la resolución de los problemas nucleares que se han presentado durante el proyecto del nuevo Reactor de la CNEA (RAEP). La flexibilidad que presenta el equipo en consideración lo hacen especialmente apto para la investigación y la formación de personal en el campo de la Física de Reactores, habiendo seguramente de tener amplia participación en los futuros planes que en ese sentido encare la CNEA.

4. PROYECTO RAEP (REACTOR ARGENTINO DE EXPERIMENTACION Y PRODUCCION)

A pesar que las distintas modificaciones introducidas al RA1 han permitido iniciar la producción local de radioisótopos, la creciente demanda hace necesario disponer de un Reactor de mayor flujo y capacidad de producción. Por otra parte es evidente que el RA1, debido a sus limitaciones intrínsecas, no ha de permitir resolver los distintos problemas que será

preciso considerar al atacar el proyecto de un Reactor de mayor potencia, proyecto que en un futuro más o menos cercano será necesario considerar. Puede afirmarse que así como la segunda etapa del Programa Argentino de Reactores exigió contar con el RA1, la tercera se iniciará al disponer de un Reactor de 1 a 5 MW. Se presentaba nuevamente la disyuntiva de adquirir o construir el Reactor y por segunda vez se optó por la construcción local. Fueron factores decisivos en este sentido la experiencia ganada en el RA1 y RA0 y la evidencia de que así la utilidad del RAEP no comenzaría a mostrarse sólo luego de su habilitación sino en el momento mismo de iniciar el proyecto.

La decisión sobre el tipo de Reactor fué facilitado por el gran numero de Reactores Pileta que se operan en el mundo y que han demostrado, junto a simplicidad de diseño y construcción, una seguridad y flexibilidad de operación remarcables. En base a las características generales de dichos Reactores y considerando las peculiaridades del uso que es propósito asignarle al futuro RAEP, se ha optado, por un Reactor tipo columna de agua de 1 MW de potencia inicial, habiéndose tomado los recaudos de diseño necesarios para incrementar dicha potencia en el caso de así exigirlo el programa futuro de trabajo.

Luego de algunas alternativas de selección entre seis anteproyectos elaborados, se ha elegido uno que brinda paralelamente a las facilidades experimentales convencionales, una manipulación de radioisótopos simple y flexible.

La ubicación del Reactor ha sido decidida en los terrenos que la CNEA posee en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional de Ezeiza, donde ya se levantan aproximamente 3000 m² de superficie cubierta afectados al futuro centro que se integrará en base al RAEP.

En cuanto al estado de los trabajos resulta ilustrativo citar la inminencia del llamado a licitación para la construcción de la obra civil, hecho que está previsto para la segunda quincena del actual mes de julio.

Asimismo están en curso de realización un conjunto de ensayos experimentales relacionados con los sistemas de control, de refrigeración, elementos combustibles, etc., habiéndose obtenido ya los resultados experimentales suficientes como para haber completado los circuitos de control e interlocks y los circuitos hidráulicos del referido proyecto. Se ha tenido especial preocupación en asignar a estos ensayos primera prioridad, no sólo por lo que significan para el proyecto actualmente en consideración, sino también porque han de permitir montar la estructura necesaria para encarar en el futuro proyectos de mayor envergadura. Un hecho feliz, la disponibilidad de una computadora Mercury-Ferranti, ha permitido atacar con criterio riguroso una serie de problemas que de otra forma hubiese sido necesario soslayar o simplificar. Resumiendo, puede asegurarse que la decisión de llevar adelante el proyecto RAEP, brinda una oportunidad ideal de articular un trabajo teórico y experimental de gran valor formativo y que capacitará un equipo técnico capaz de atacar proyectos de mayores alcances.

El plan de utilización del futuro Reactor está relacionado, como queda dicho, con la producción de radioisótopos como así con los ensayos de Física e Ingeniería de Reactores destinados a resolver los problemas del próximo Reactor de la CNEA. A estos dos rubros estarán afectados la casi totalidad de los profesionales, que en un numero aproximado de 40, constituyen los grupos de Producción y Reactores de la Gerencia de Energía de la CNEA.

Otros grupos pertenecientes a la Gerencia de Tecnología y al Claustro de Investigaciones Científicas de la CNEA, han programado planes de trabajo que intentarán concretar con el auxilio del RAEP, mencionándose a continuación algunos de los puntos más importantes de los mismos.

(A) INGENIERIA NUCLEAR

Operación de Reactores-Loops de transferencia térmica; Ensayo de refrigerantes orgánicos; Ensayo de elementos combustibles; Ensayos de blindajes; Ensayo de materiales de construcción de reactores.

(B) FISICA DE REACTORES

Estudio de configuraciones críticas; Estudio de estados transitorios; Diseño de elementos de control; Ahorro de reflectores; Estudio sobre trampas de neutrones.

(C) METALURGIA

Daño por radiación; Daño UO_2 sinterizado; Daño en potencia; Cinética de productos de fisión en UO_2 sinterizado; Variación de la conductividad térmica en UO_2 sinterizado; Estudio del creep del uranio metálico bajo dosis crecientes de radiación; Estudio de la evolución de productos de fisión gaseosos en uranio metálico bajo dosis crecientes de radiación.

(D) ELECTRONICA

Desarrollo de sistemas compactos para la instrumentación de reactores; Estudio de control de reactores de potencia; Comportamiento de componentes electrónicos bajo los efectos de la radiación.

(E) FISICA

Difracción de neutrones; Medición de secciones eficaces; Espectrometría por tiempo de vuelo.

(F) QUIMICA

Reacciones química inducidas por neutrones y radiación γ ; Separación de productos de fisión; Técnicas químicas para el manejo de productos altamente activos; Estudio de la técnica de preparación de radioisótopos; Estudio de técnicas analíticas para muestras activas; Estudio de productos de fisión en períodos muy cortos; Estudios sobre nucleidos alfa activos.

(G) MEDICINA Y BIOLOGIA

Investigaciones radiobiológicas en células normales, cancerosas, en microorganismos, palem, etc.; Estudio de las radiaciones en relación a la genética y embriología experimental; Investigación fundamental y aplicada en la investigación del efecto de las radiaciones en sustancias alimenticias; Terapéutica médica por radiaciones, utilizando la técnica de la captura de los neutrones y otras formas de terapéutica por radiaciones selectivas en el tratamiento de tumores malignos.

(H) AGRICULTURA

Control de plagas; Efectos genéticos de la radiación en plantas.

Teniendo tanto en cuenta los programas enunciados, así como la madurez científica alcanzada por los distintos grupos de la CNEA, puede concluirse

que la utilización del RAEP será intensa y que el mismo constituirá, junto a los otros elementos de trabajo con que ya cuenta la CNEA (sincrociclotrón, RA1, calutrón, acelerador lineal, etc.) una importante contribución al programa de Investigación en que está empeñada la Argentina.

5. CONSTRUCCION DE UNA FACILIDAD SUBCRITICA (RAS)

Distintas Universidades argentinas comienzan a manifestar interés por iniciarse en el campo de la Energía Nuclear; prueba de ello son los cursos que sobre Ingeniería Nuclear ha programado y dictado la Universidad de Buenos Aires, como también el hecho de haber considerado dicha Universidad la posibilidad de adquirir un Reactor Nuclear. En base a ello y además en el convencimiento que resulta aconsejable facilitar y promover la divulgación de la especialidad, se ha ponderado la conveniencia de desarrollar un equipo que siendo eficaz a aquellos fines, sea económica y técnicamente accesible a Centros que se inician en la materia.

Se ha concluido del análisis de distintos factores, que un Reactor Subcrítico de Uranio Natural y agua liviana llenaría dichos requisitos. Hasta el presente se ha realizado un estudio de los parámetros nucleares del equipo propuesto y delineado las características generales del proyecto. En base a ello se ha encarado la construcción de prototipos de los elementos combustibles respectivos utilizando UO_2 y U metálico de producción local. De acuerdo a la información que se obtenga sobre las condiciones económicas de elaboración de los elementos combustibles, se decidirá la construcción de un prototipo del RAS (Reactor Argentino Subcrítico) el que estará destinado, en el caso de concretarse una línea de provisión de dichos equipos, a la capacitación inicial de personal de los Institutos que se interesen en contar con el RAS.

Considerando igualmente que un Reactor utilizando Uranio Natural (U metálico u óxido) se presenta como el tipo más probable para el próximo Reactor Argentino, resulta que el RAS sería de gran utilidad de decidirse llevar adelante un proyecto de dichas características. Por dichas razones se considera de interés poder concretar la iniciativa de referencia.

De confirmarse las presunciones actuales, resultaría factible contar para principios de 1962, con el referido prototipo del RAS.

6. HABILITACION DE UN CENTRO DE INVESTIGACION EN FISICA E INGENIERIA DE REACTORES

Los planes de trabajo puestos en marcha y aquellos a ser encarados en un futuro cercano, hacen necesario contar con las comodidades indispensables para afrontar los trabajos de investigación y desarrollo programados.

Es así que se ha decidido la construcción de aproximadamente 500 m² de superficie cubierta destinados a integrar un Centro de Investigación en Física e Ingeniería de Reactores. El mismo estará ubicado en las dependencias que la CNEA posee en Constituyentes (Buenos Aires) las que involucren el RA0, el RA1, las instalaciones de la División Metalurgia y dos plantas pilotos de procesamiento de mineral de Uranio. Es también en esta dependencia donde de construirse se ubicará el prototipo del RAS.

Las obras correspondientes están adelantadas y se estima su habilitación para diciembre del corriente año. Las mismas contemplan la instalación de laboratorios de Control e Instrumentación de Reactores, de Servomecanismos, de Fluidodinámica de Reactores, de Física de Reactores, de Radioquímica y dependencias auxiliares (Biblioteca, talleres electromecánicos y electrónicos etc.).

En cuanto a las necesidades de personal se estima que con el plantel que la CNEA dispone, están satisfechas las correspondientes a los planes actuales y aquellos a iniciarse próximamente. Se prevé sin embargo para el futuro inmediato, una mayor demanda de personal auxiliar capacitado en operación y mantenimiento de Reactores, estando en consideración la conveniencia de programar un curso destinado a la formación de futuros operadores del RA1 RAEP. De concretarse los referidos cursos, se iniciarán una vez habilitadas las dependencias actualmente en construcción. También será este el momento oportuno de promover visitas de expertos en los distintos campos de Reactores (en particular en Servomecanismos y Reactores de agua Pesada).

Diferente es la situación en cuanto a necesidad de instrumental ya que si bien está prevista la adquisición de los equipos más indispensables y accesibles económicamente, la adquisición de otros, igualmente indispensables pero más onerosos, no ha sido por el momento resuelta (por ej.: una computadora analógica, una fuente de neutrones pulsada, un espectrómetro de neutrones, etc.).

En cuanto a la orientación a ser dada al referido centro será de apoyo a los distintos proyectos que la CNEA encare en el campo de los Reactores Nucleares. Es así que siendo la impresión que el próximo paso será el proyecto de un Reactor de Agua pesada-uranio natural (U_2O_5 o U metálico) los principales esfuerzos se orientan en este sentido.

Puede decirse, resumiendo el presente informe, que la CNEA dispondrá a mediados de 1962, en el caso de cumplirse los programas actualmente en desarrollo y concretarse las iniciativas en análisis, con las siguientes facilidades experimentales en el campo de Reactores Nucleares: (a) Un Reactor subcrítico (RAS) afectado a la formación de personal. (b) Un Reactor (RA0) afectado al estudio de los problemas nucleares básicos. (c) Un Reactor (RA1) de aproximadamente 30 KW afectado a la producción de radioisótopos y a la puesta a punto de las técnicas de producción de nucleídos. (d) Un Reactor (RAEP) de 1-5 MW en plena construcción. (e) Un Centro de Investigación encarando los problemas básico de un Reactor de Uranio natural-agua pesada.

Resulta entonces que si bien la situación no será excepcional, tampoco dejará de ser atractiva para Instituciones, tanto nacionales como extranjeras, que enfrentan o se preparan para enfrentar un programa de trabajo semejante. Sin duda las autoridades de la CNEA considerarán con beneplácito, todos aquellos contactos tendientes a promover un mayor y más activo intercambio y acercamiento con tales Instituciones.