

Ingeniería nuclear: ¿Qué se hizo?, ¿qué se está haciendo?, ¿qué se hará?

Desde la anunciación por Einstein de su famosa teoría reflejada en la fórmula $E = mc^2$, y el descubrimiento de la fisión nuclear por parte de Meitner Strassman y Hahn el desarrollo de la ingeniería nuclear ha tenido un vertiginoso desarrollo sólo comparable con aquel de las ingenierías aplicadas a las más sofisticadas tecnologías.

Entre los años 1942, cuando en EE.UU. se comienza con la aplicación bélica del fenómeno de la fisión nuclear, y 1955 año en que tiene lugar la Conferencia Internacional de Ginebra, la industria nuclear con fines pacíficos fue capaz de organizarse y ofrecer sus productos a los potenciales usuarios en consonancia con los códigos de seguridad y confiabilidad imperantes en ese momento.

Es en este campo específico, la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos, en el que, la Comisión Nacional de Energía Atómica comienza a desarrollar sus actividades a partir de la promulgación del Decreto 10.936 del año 1950, las que se desenvuelven en el ámbito de la física nuclear, radioquímica, minería del uranio, química analítica y del uranio, electrónica, biología, medicina nuclear, radiación cósmica, metalurgia, etc. Actividades cuya sola enunciación, por otra parte, permite observar que responde a orientaciones científicas o tecnológicas.

Siendo el tema de la presente disertación la "Ingeniería Nuclear" creemos conveniente formular, a esta altura, las siguientes aclaraciones:

— Arbitrariamente dejaremos de lado la mención o descripción de las actividades "científicas y de investigación básica" de la CNEA; sirviendo el entrecomillado para expresar los interrogantes que se nos presentan sobre la validez de esta clasificación (cabría citar así el Proyecto Tandem en ejecución en la CNEA, uno de los cuatro aceleradores de iones pesados del mundo occidental) y de allí la mención a lo arbitrario de la misma.

— La segunda aclaración involucra a quien tiene hoy el alto honor de dirigirse a Uds. y creemos importante formularla por dos razones:

— Una basada en el hecho de que cuando los primeros egresados en Ingeniería Nuclear del país se encuentran desarrollando sus primeras actividades, Uds. escuchan sobre el tema a un Ing. Mecánico Electricista.

— La segunda razón es que resulta interesante a nuestro juicio, citar el hecho, que establece un paralelo con lo que ha sucedido en la gran mayoría de los países que en la actualidad tienen programas nucleares en ejecución, y donde al igual que en nuestro país, los primeros ingenieros ocupados en los reactores de potencia (explotación) fueron convocados de industrias ya instaladas

(generación eléctrica convencional, papelera, metalúrgica, etc.). Así al igual que en los casos citados, y en base al creciente desarrollo de la ingeniería nuclear en el país, éste, a través de la CNEA, ha creído conveniente formar ingenieros en el campo específico de la ingeniería nuclear.

Luego de esta breve introducción, nuestra propuesta para el tratamiento del tema:

A través de la descripción sobre esquemas enteramente simplificados, de los circuitos de los logros más visibles de la CNEA, (asimismo por su significación y montos involucrados,) las Centrales Nucleares de Atucha I y Embalse trataremos de individualizar las áreas de interés y los elementos comunes en ellas, los que nos servirán como puntos de partida para responder a las preguntas: Ingeniería Nuclear ¿qué se hizo? ¿qué se está haciendo? ¿qué se hará?

Por razones cronológicas comenzamos por la Central Nuclear Atucha I. La figura 1 representa, de nuevo en forma harto esquemática pero apta a nuestros fines, los circuitos principales de la Central mencionada.

Se trata de una Central Nuclear del tipo de recipiente de presión de uranio natural, refrigerada y moderada para agua pesada (D₂O) y que responde a la sigla PHWR en referencia a aquellos hechos.

La energía liberada en forma de calor, como consecuencia de la fisión nuclear, en el interior de los elementos combustibles (EC) es entregada al D₂O actuante como refrigerante y conducida por éste al interior del haz de tubos del generador de vapor, donde es cedida a su vez, al agua (común desmineralizada) que baña el haz de tubos del generador de vapor, la que se vaporiza y al igual que en una central de tipo convencional, es conducida en tal estado a la turbina acoplada a su vez al eje del alternador. El vapor luego de cumplido su ciclo en la turbina es condensado y reenviado nuevamente al generador de vapor, cerrándose así el ciclo.

Volvamos al reactor. Este está constituido por un recipiente de presión capaz de resistir la presión de trabajo del sistema (115 Kg/cm²) y contiene en su interior un recipiente donde se encuentra alojado el D₂O que actuará como moderador. Por medio de ranuras adecuadas la presión entre el refrigerante y el moderador se mantiene igual, no así las temperaturas. La tapa del reactor presenta 253 perforaciones para Elementos Combustibles, los que, por las características del reactor se recambian durante la operación del mismo.

Los elementos combustibles están constituidos por haces de 37 tubos de Zircaloy 4 de un diámetro exterior de 11,9 mm en cuyo interior se encuentran alojado el UO₂ en forma de pastillas. Una de las formas isotópicas del Uranio, el 235, contenido en un porcentaje del 0,7% en el UO₂ (y tal como se lo encuentra en la naturaleza de ahí la denominación de natural) es el que, por bombardeo neutrónico, fisiona y además de liberar energía (como ya mencionamos) deja neutrones en libertad en cantidad suficiente como para que, computadas las pérdidas debidas a absorción (captura) escape etc., queden todavía los necesarios para continuar la reacción en cadena.

En este tipo de reactores, a diferencia de los reactores

de uranio enriquecido, la economía neutrónica es esencial por lo cual es necesario recurrir a materiales y aleaciones especiales cuyo afán de captura de neutrones sea muy reducido; de ahí la introducción de materiales como las aleaciones de zirconio y el D₂O.

Algunos de los neutrones que se absorben, lo son por el otro isótopo del uranio el 238, el que de esa manera da origen finalmente al PU 239 el que, puede ser utilizado nuevamente como combustible nuclear.

Pasamos a la Central Nuclear Embalse, cuyo esquema vemos en la figura 2 y que actualmente se encuentra en su fase final de montaje e inicio de la puesta en marcha. Su diseño es de origen canadiense, respondiendo su reactor a la sigla CANDU (Canadian Deuterium Uranium) que se refiere al empleo de Uranio natural como combustible y al agua pesada como moderador. En este caso el reactor está formado por un tanque cilíndrico horizontal de acero inoxidable, denominado "calandria" que contiene el D₂O del moderador. La calandria se halla penetrada horizontalmente por 380 canales de Elementos Combustibles.

En cada uno de ellos, se encuentran alojados 12 manojos (elementos combustibles) que contienen UO₂. El dióxido de uranio (UO₂) se encuentra dispuesto en forma de pequeñas pastillas encerradas en tubos de zircaloy.

Los pequeños tubos de zircaloy se hallan sostenidos por soportes circulares planos, configurando lo que se ha convenido en llamar manojos de elementos combustibles.

Por dentro de los canales de elementos combustibles y

CONCRETO:

Si la obra es importante

el hormigón es de

HORMIGONERA

ARGENTINA

22

AÑOS

HORMIGONERA

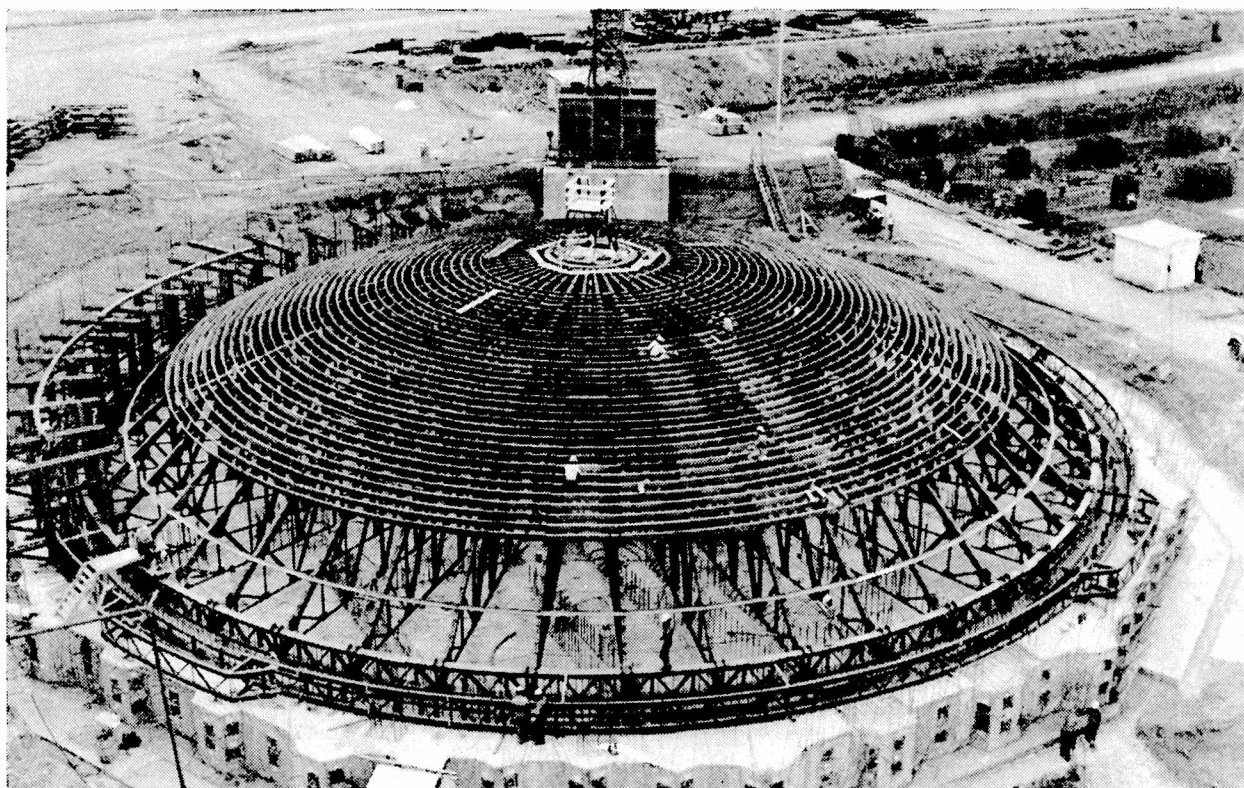
ARGENTINA

Fundada el
29 de agosto
de 1960

Division de la Cia. Arg. de
de Cemento Portland S.A



Defensa 113 - Piso 11º - Capital
Tel: 34-4552 y 33-5571



embebiendo exteriormente a los manojos, circula el agua pesada del circuito primario de transporte de calor. La misma efectúa la transferencia térmica desde el combustible nuclear, cuando éste fisiona, hacia el sistema secundario.

Para evitar que el calor generado por los elementos combustibles escape desde el sistema primario hacia el del moderador, los canales de elementos combustibles han sido contruidos con dos tubos concéntricos existiendo entre ellos un espacio anular. El tubo interior se denomina de presión y el exterior, tubo de calandria. El espacio anular se llena con anhídrido carbónico (CO_2) que actúa como aislante térmico.

El sistema primario, al igual que en la CNA I es el encargado de efectuar la transferencia térmica desde el combustible nuclear hacia el generador de vapor y de éste a la turbina. Por razones termohidráulicas la configuración del sistema del primario es diferente a la de CNA I, pero su función es exactamente la misma.

Una diferencia que surge de la concepción del reactor CANDU, que si bien no hace a los efectos de nuestro esquema es interesante señalar, surge del hecho que en este caso el D_2O que cumple funciones de moderador no entra en contacto con el D_2O actuando como refrigerante, lo que posibilita que ambos sistemas trabajen no sólo a temperaturas (como en el caso de la CNA I) sino también a presiones diferentes.

Otro tanto sucede con el circuito del secundario donde salvo las lógicas diferencias de implementación los circuitos perciben el mismo objetivo.

Obvio es decir que, y en lo que hace al enfoque de esta disertación, lo descrito para la CNA para el proceso de fisión es nuevamente aplicable aquí.

Llegados a este punto, tenemos la descripción de dos Centrales Nucleares, una en operación y otra en faz avanzada de construcción y una serie de términos comunes que rescataremos en los párrafos siguientes.

Entre tanto ¿qué es dable esperar en el futuro en el campo de las Centrales Nucleares? Por decreto 302/79 del Poder Ejecutivo se fija el así llamado Plan Nuclear que establece la instalación de cuatro Centrales Nucleares del orden de los 600 MWE hasta el año 1997, una Planta de Agua Pesada, una fábrica de Elementos Combustibles y sus instalaciones complementarias.

La primera de estas Centrales, es Atucha II actualmente en el inicio de su construcción, con un reactor del tipo de presión y que no describiremos por cuanto en su concepción primaria responde al diseño de la CNA I, bien que este diseño se ha encarado bajo normas de seguridad acordes al estado de la técnica al año de su contratación 1979.

Asimismo se encuentra bajo construcción de la planta de agua pesada mencionada y a la que nos referiremos también más adelante.

Procedamos al rescate de los términos comunes que anticipamos en párrafos de más arriba; así tenemos:

Elementos
Combustibles
(EC)

— Agua Pesada
(D_2O)

— Ingeniería Neutrónica y Termohidráulica
— Seguridad.

Uranio (UO_2)
Zircaloy (vainas
y semiterminados)
Plutonio

Elementos Combustibles (EC):

Uranio:

El uranio desde la selección de áreas, pasando por la prospección, exploración y evaluación de yacimientos, la producción de concentrados hasta la obtención del óxido de uranio, apto para su incorporación a un elemento combustible integra una de las etapas del así llamado "ciclo del combustible".

En este campo las actividades de la CNEA bien pronto cubrieron todas las actividades hasta la obtención del así llamado "yellow cake" (uranio U_3O_8 y debido a su color amarillo característico) lo que se consolidó en 1970 con la entrega de las primeras 50 t de Uranio (bajo esta forma) destinado a la elaboración del combustible para el primer núcleo de la Central Nuclear en Atucha.

Señalaremos los logros alcanzados por la CNEA en el tema y los objetivos a alcanzar a efectos del cumplimiento del plan nuclear, lo que se resume en la figura No. 3. Del que surge que, en el transcurso del corriente año la CNEA cerrará el ciclo del Uranio con la incorporación de las dos líneas de fabricación de UO_2 ; las así llamadas líneas RBU y Nacional. Obedeciendo la designación al origen de las dos tecnologías: la primera basada en patentes de origen alemán, la segunda en base a patentes

NUCLEAR MENDOZA

OBJETO: Todas las actividades del área nuclear. Con excepción de reactores de potencia.

FORMA SOCIETARIA: Sociedad del Estado, 100% propiedad de la provincia de Mendoza.

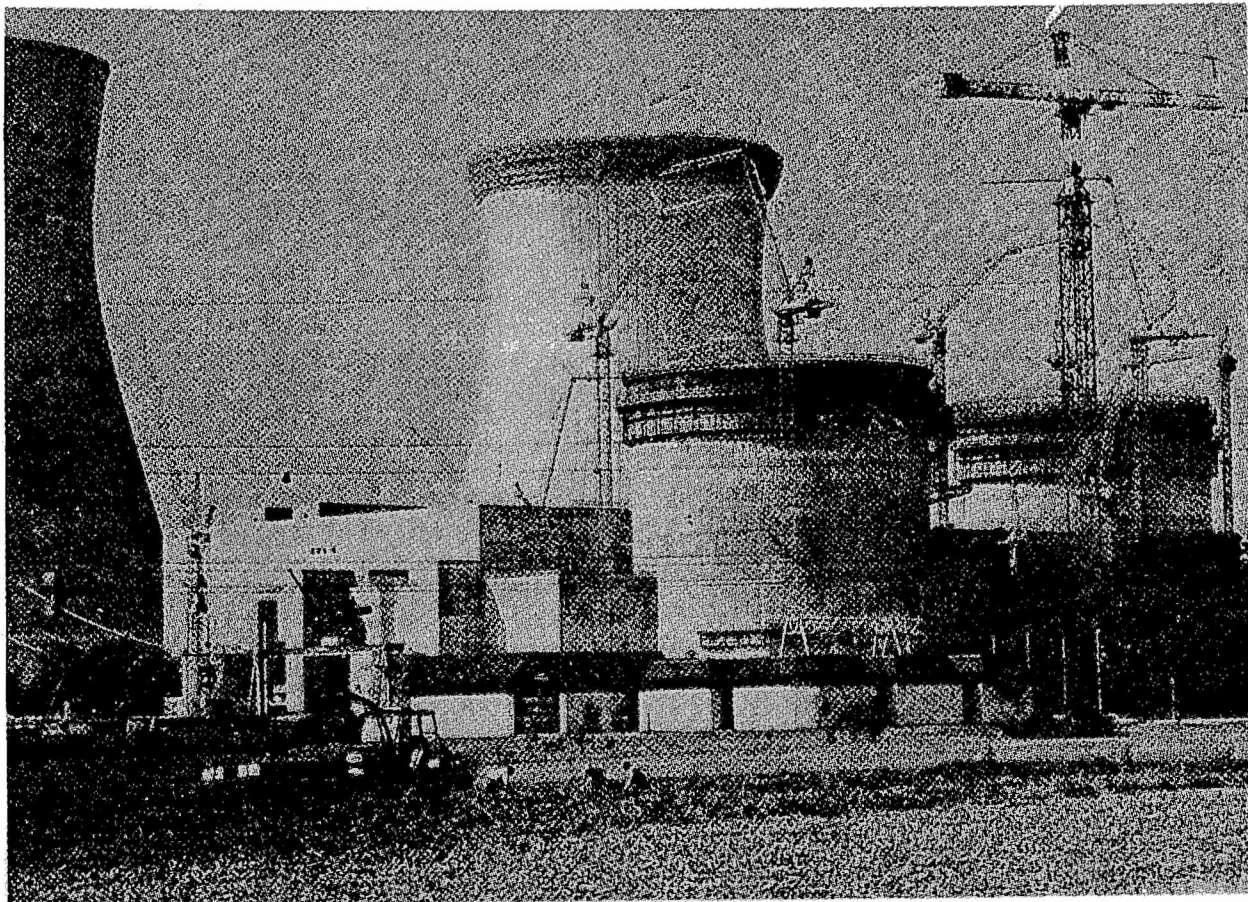
OBRAS CONCRETADAS: — Planta de San Rafael para tratamiento de mineral pobre de Uranio (0,7% U_3O_8).
— Planta de producción de UO_2 (RBU), etc.
— Etc.

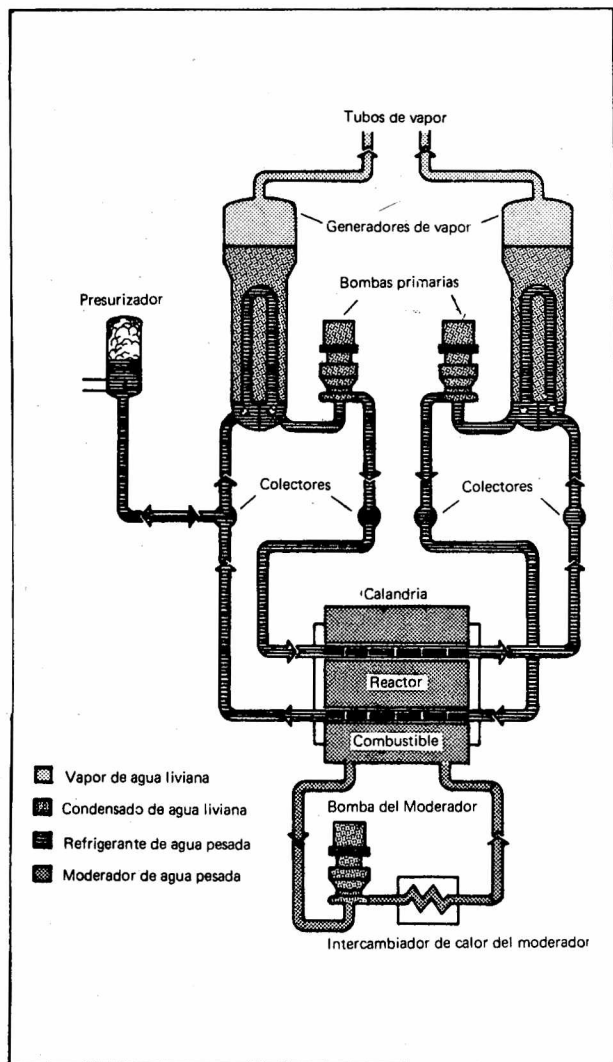
Fig. 4

francoargentinas. Además se menciona a la Empresa Nuclear Mendoza cuyas características principales se sintetizan en la figura No. 4.

Zircaloy:

Continuando con la integración del ciclo combustible nos referiremos ahora a esta aleación del Zirconio, material importante, por su baja afinidad a la captura de neutrones. Lo hemos introducido como elemento consti-





tuyente de las vainas y semiterminados de los elementos combustibles, pero su utilización se extiende a todo el campo de los internos de los reactores (por ejemplo canales de refrigeración en los reactores PHWR o tubos de calandria en los CANDU, etc.).

Para el caso de la fabricación de vainas, de principal importancia en este suministro, la fabricación puede dividirse en 3 etapas.

a) De mineral a esponja de Zr.

b) De esponja de Zr. a TREX (tubo semielaborado de pared gruesa).

c) De TREX a tubo final (vaina).

La CNEA implementó desde 1975 un Programa de desarrollo tecnológico e industrial destinado a lograr la autosuficiencia en el suministro de los mencionados productos de circonio.

Este Programa se realiza en etapas sucesivas de desarrollo que han comenzado en forma paralela de cada una de las subdivisiones indicadas anteriormente.

Desde el punto de vista organizativo se cuenta con dos Proyectos cuyas misiones son el desarrollo de la tecnología y de fabricación y la implementación de ella a nivel industrial.

REQUERIMIENTOS:

Para el suministro a 3 centrales, se requieren aproximadamente 140 toneladas de esponja de Circonio dando lugar éstas a todos los semiterminados y a 300.000 metros de vainas.

FACILIDADES EXISTENTES

CNEA cuenta actualmente con una instalación industrial de aproximadamente 3.800 m². equipada para la fabricación de tubos a partir de esponja de Circonio, una

Fig. 2

INDUSTRIA DEL URANIO		
	AÑOS 1981 - 1982	AÑO 1980
Selección de áreas	1.300.000 km ² . 400.000 km ² . Int. Inmed. 250.000 km ² . Fav. Geolog.	
Prospección de áreas	> 200.000 km ² . Pros. Aérea 1.000 km ² . Anomalias 400 km ² . Recomendadas	
Exploración física	50.000 m Perf. anuales 120.000 m en ejec. Sierra Pintada	
Recursos razonablemente asegurados	U\$S/kg < 100 U\$S/kg 100 - 150 U\$S/kg > 150	30.050 6.200 3.100
Producción U ₃ O ₈	Acumuladas 1.000 t	≈ 260 T/A
Producción U ₂ O	Habilitación L/neas RBU y X Nacional = 300 T/A	≈ 200 T/A

Fig. 3

planta piloto para el desarrollo tecnológico de fabricación de esponja. Se ha completado la tecnología de fabricación para vainas tipo Atucha, encontrándose bajo ejecución una fabricación piloto de 10.000 metros, como parte final del programa de desarrollo de vainas.

Los datos más importantes se resumen en la figura No. 5.

Fábrica de Elementos Combustibles: CONUAR

Contando con el Uranio (UO_2) y las vainas y semiterminados, nos encontramos ahora en condiciones de proceder a la fabricación de Elementos Combustibles. Ello se ha ido realizando en diferentes escalas, hasta alcanzar una producción equivalente a la de casi un núcleo de la CNA I, sobre la base de un sistema iterativo de utilización de tecnología de la firma (RBU) y de desarrollos propios de la CNEA, lo que desembocó finalmente en la construcción de la Fábrica de Elementos Combustibles Nucleares (FECN) que fuera oficialmente habilitada por el Sr. presidente de CNEA el 2/4/82. La explotación de la misma ha sido confiada a la firma CONUAR cuyos datos principales se mencionan en la figura 6).

Plutonio:

Al describir las Centrales Nucleares hemos hecho mención al Plutonio y su proceso de formación. Este elemento puede ser fisionado, pero ya no en reactores del tipo como los descritos, en las que los neutrones deben ser "moderados" para que sean capaces de fisionar el Uranio



CONUAR	
OBJETO:	Fabricación y suministro de Elementos combustibles nucleares y productos afines.
FORMA SOCIETARIA:	Sociedad anónima. 25% CNEA. 75% Privada: 50% PECOM S.A. y 25% en licitación.
VINCULO COMERCIAL:	Contrato de fabricación y suministros de largo plazo para tres Centrales Nucleares bajo sistema de costo abierto.

Fig. 6

235, sino que es fisionable por neutrones "rápidos" por lo que su utilización futura, como combustible (exceptuando técnicas de "spiking") solo es posible en reactores reproductores rápidos. Reactores que presentan la atractiva ventaja de producir más Plutonio del que consumen lo cual, en un mundo que marcha rápidamente

Fig. 5

SUMINISTRO DE VAINAS Y SEMITERMINADOS DE ZIRCALOY

FABRICACION DE ALEACIONES ESPECIALES

- Planta Industrial (Esponja* a tubo final)
Capacidad = 400.000 m/A
- Planta Piloto fabricación esponja de circonio

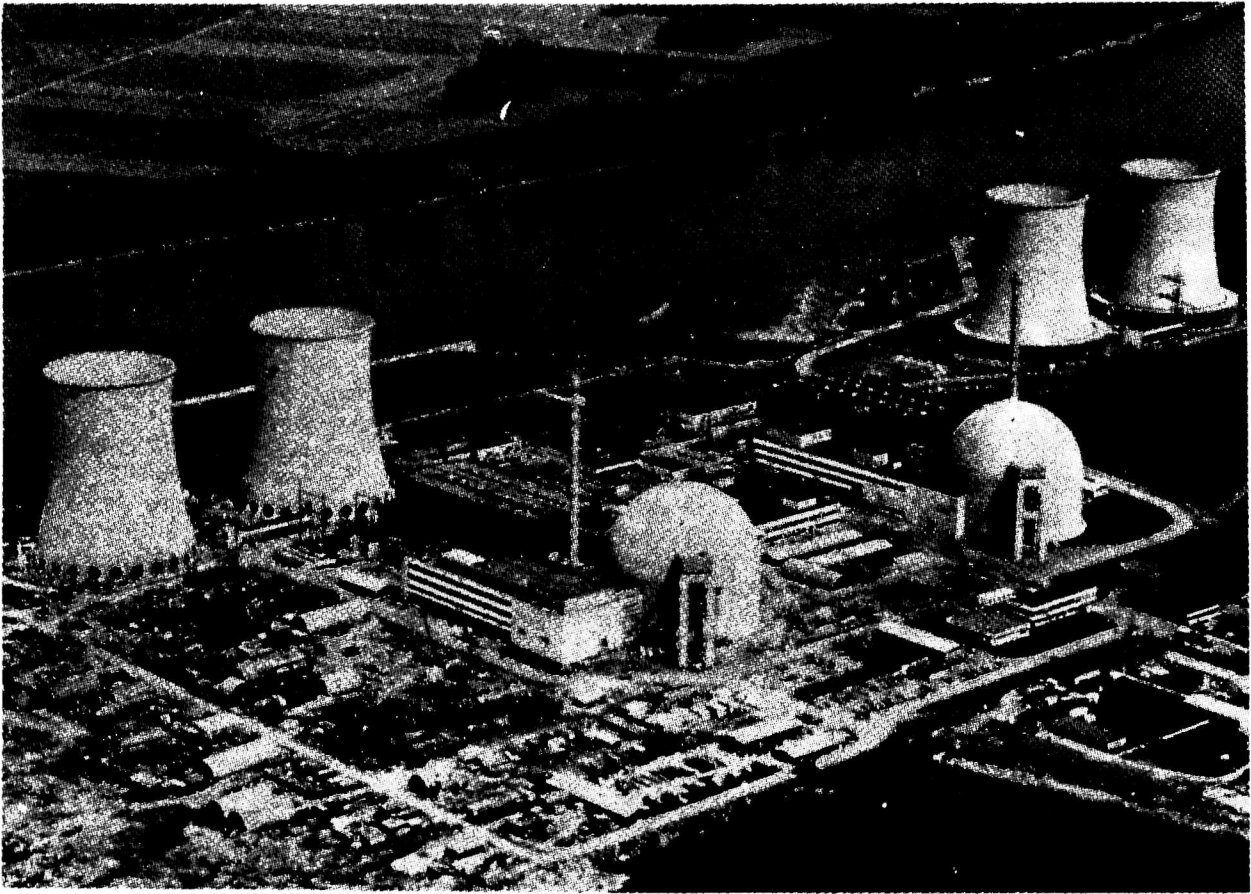
1983 - Comienzo de producción.
1984 - 40% de su Capacidad.

DESARROLLO DE TECNOLOGIA DE FABRICACION

- Planta Piloto
Capacidad = 40.000 m/A

1982 - Fin de la 1a. etapa.
1984 - Tecnología integrada.

* Planta Piloto
Esponja de Zirconio $\Rightarrow$ Actividad a cargo de INVAP.



al agotamiento energético de las fuentes no renovables de energía tiene especial significación. Si bien ya hay en el mundo algunos reactores rápidos en explotación su introducción comercial sólo se prevé hacia fines de la próxima década. Las actividades de la CNEA en este campo, se encuentran en la construcción de la planta piloto de reprocesamiento con el 100% de la ingeniería de la misma desarrollada e iniciado el montaje electromecánico. Esta planta tendrá una capacidad de tratamiento de 40 t de Uranio irradiado por año. A efectos de referencia cabe acotar que una planta industrial deberá procesar del orden de las 500 t anuales de Uranio irradiado.

Con la mención al Plutonio hemos agotado la mención de términos comunes a los Elementos Combustibles que mencionáramos anteriormente. Sin embargo y a efectos de construir Elementos Combustibles cada vez más seguros y confiables es necesario disponer de elementos adicionales tales como:

- Circuito Experimental de Baja Presión (80°C 10 kg/cm²);
- Circuito Experimental de Alta Presión (250°C 90 kg/cm²);

el primero en operación en la CNEA y el segundo en fase de puesta en marcha. El primero permite el ensayo de Elementos Combustibles tipo Atucha a las vibraciones y el segundo ensayar Elementos Combustibles, así como

componentes de tipo nuclear, tales como válvulas, bombas, intercambiadores, etc. en condiciones próximas a las de operación.

La complejidad del tema no permite agotarlo aquí, sino que (y por supuesto ello forma parte de una ecuación técnico-económica) debería contarse con un reactor de prueba de los Elementos Combustibles y finalmente "celdas calientes" donde proceder a su estudio y análisis metódicos. Ambos elementos, casi se diría complementarios, figuran desde largo tiempo en los planes de la CNEA pero como ya dijimos forman parte de una muy compleja ecuación técnico-económica.

Agua Pesada:

Pasamos así a otros de los términos comunes citados durante la descripción de los reactores el D₂O.

En este campo cabe referirse a dos aspectos:

- la obtención.
- la operación (química de reactores).

En inventarios de agua pesada del orden de 300 t en CNA I, 400 t en CNE y 580 t en CNA II a un "costo" del orden de los 280 U\$S el kg, resulta claro que la magnitud de las cifras en juego, hace atractiva la idea de poder obtenerla en el país. Una vez definida la continuación de la línea de uranio natural, agua pesada con la decisión recaída sobre la CNE y posteriormente al

formularse el plan nuclear Argentino, esta idea pasa de ser económicamente atractiva a convertirse en una de las piezas fundamentales del Plan Nuclear, el que en su formulación, como dijimos antes, así lo reconoce.

Si nos trasladamos a la figura 7) podemos ver en ella las diferentes actividades que en el campo de la obtención del D₂O está llevando a cabo la CNEA.

Y qué acerca de la operación (mantenimiento) del D₂O? ¿por qué su mención? Casi todos los que están o han estado familiarizados con calderas o instalaciones conexas sabrán de las dificultades que implica la conservación de este tipo de instalaciones. Otro tanto sucede con estos reactores donde a los ingenieros químicos que deben lidiar con la así llamada "química del agua" (agua pesada se entiende en nuestro caso) al decir de uno de ellos "un reactor se convierte a mis ojos en una enorme caldera, constituida por una enorme masa de agua a alta presión y temperatura conteniendo una película de óxidos la cual está soportada por diversos metales". En ella se presentan todos los problemas asociados a este tipo de instalaciones, tales los que se originan por fenómenos de corrosión, y uno, el cual hace que este tipo de instalaciones sea única: la presencia de radiactividad en los circuitos.

O sea que los requerimientos en estos casos son mucho más sensibles al ensuciamiento que en las usinas convencionales, debido a que se emplean velocidades de transferencia de calor mucho más grande para alcanzar los valores

de diseño. Desde este punto de vista los reactores descriptos presentan características diferentes ya que, en tanto que el PHWR tiene todo el circuito interno recubierto por una capa de acero austenítico, el CANDU es de acero al carbono con lo que las cantidades de productos de corrosión son aún más elevados.

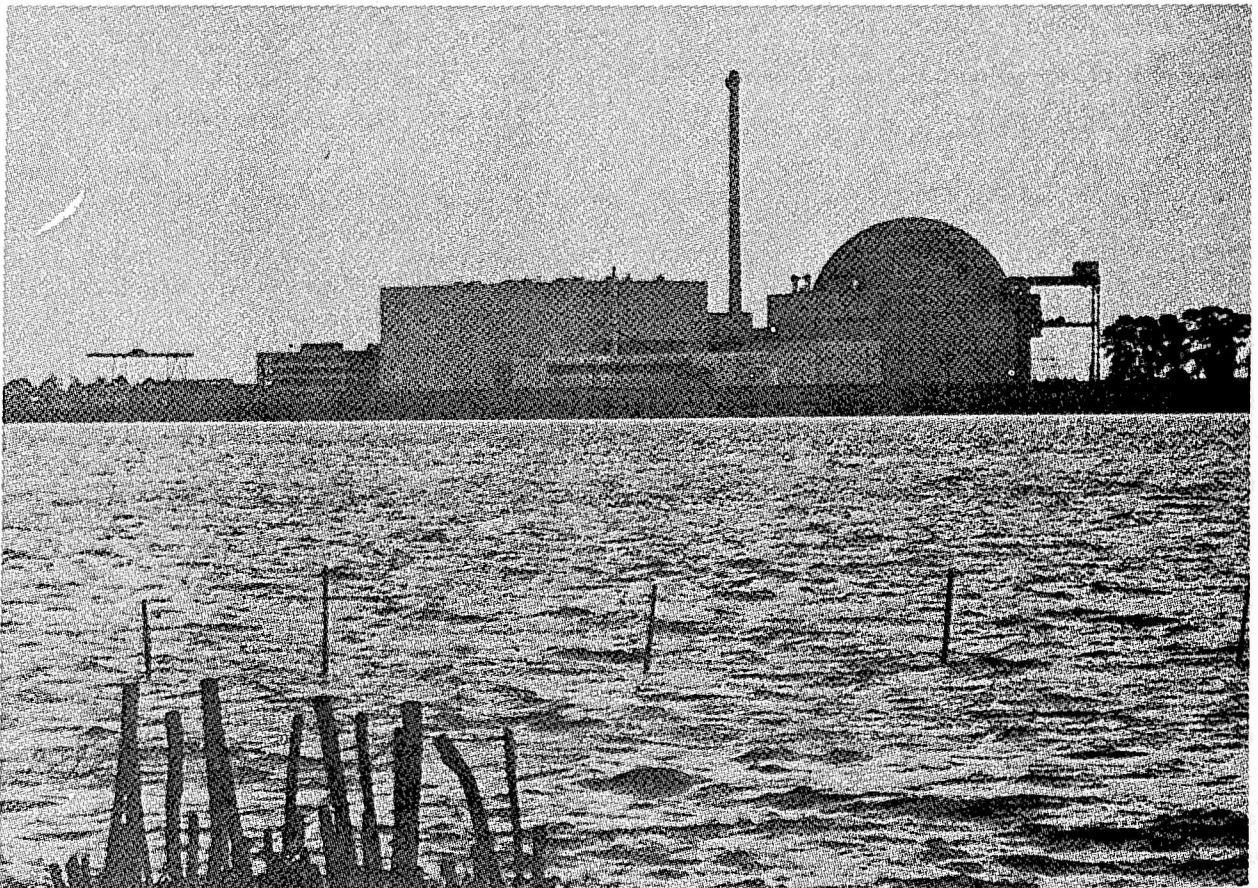
Finalmente desde este punto de vista la figura 8 ilustra las actividades de la CNEA en este campo.

Ingeniería neutrónica y termohidráulica:

De una participación (más o menos tolerada) por

AGUA PESADA (D ₂ O)	
- PLANTA EXPERIMENTAL	
Ing. básica: INTEC	
Producción: ≈ 3 t/a	
Proceso bitérmico	
- MODULO 80 t	
En etapa de Ingeniería de Detalle.	
- PLANTA INDUSTRIAL	
En construcción	
Producción: 250 t/a	
Proceso monotérmico	

Fig. 7



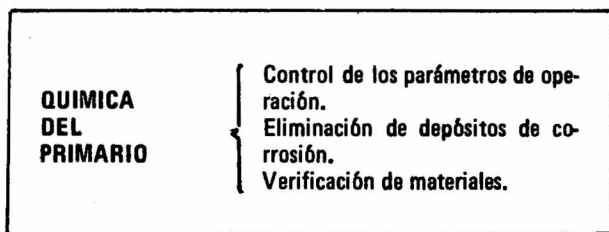


Fig. 8

personal de la contratista, en Atucha I lo que condujo a la concreción de programas de cálculo que permiten, la "modelización" del reactor "a posteriori", pasando por hitos tales como el hacerse cargo de la "gestión del combustible de la Central Atucha" se logra un sostenido avance en el campo lo que permite, en la actualidad, participar activamente como soporte de los cálculos que efectúa la firma de Ingeniería actuante como Arquitecto Industrial de la CNEA para CNA II. Programas de cálculo de esta naturaleza han sido desarrollados por diversas empresas e instituciones, la mención de sus costos 100 a 120.000 dólares por programa dicen a las claras la importancia de disponer de programas propios.

Seguridad:

De los términos comunes que hemos rescatado de nuestra descripción, es éste el último pero por supuesto, no el menos importante.

El desarrollo de esta área es el representado en la Fig. 9, de donde vemos en qué medida el sector de CNEA actuante como Autoridad Licenciante ha ido incrementando su participación en este aspecto.

SEGURIDAD	
CNA I	Licenciamiento según los requerimientos de la Autoridad Licenciante del país proveedor.
CNE	Licenciamiento según Autoridad Argentina pero debería ser Licenciado en Canadá.
CNA II	Licenciamiento según Autoridad Argentina: — Recomendaciones (ICRP) — Códigos y Guías (OIEA) — Análisis de riesgos

Fig. 9

Relacionado con este tema, la seguridad y para asegurar que la misma se mantiene con el correr de los años, las normas prevén la realización de ensayos repetitivos y entre ellos se encuentran aquellos denominados "no destructivos".

Este es el campo de acción del Instituto Nacional de Ensayos no Destructivos (INEND) de CNEA cuyas actividades son expuestas en la figura No. 10.

Antes de referirme a la Empresa de Ingeniería ENACE recientemente creada, y basada en la presunción de que se cuenta con la buena voluntad de los oyentes permítanme una breve digresión para introducir una nueva

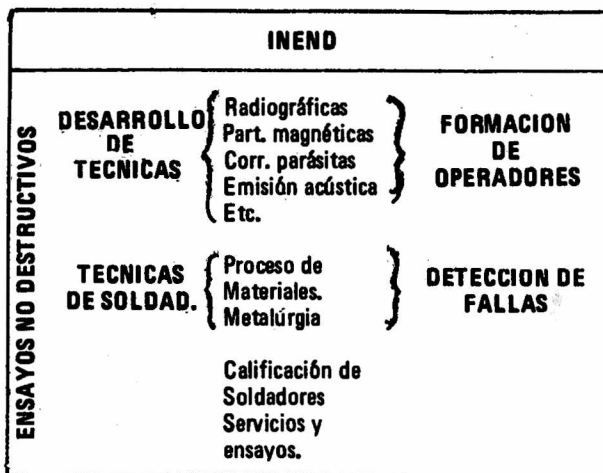


Fig. 10

Empresa con actividades en el campo nuclear, y que fue mencionada sólo al pasar. Se trata de INVAP, de la que en figura No. 11 tenemos sus principales datos. Al observar sus realizaciones resulta claro que al haber, arbitrariamente, decidido no tocar los aspectos vinculados a la investigación científica quedaban de lado los reactores experimentales entre otras realizaciones. Sin embargo siendo una de estos, el reactor Perú, la primera exportación argentina en el campo de los reactores nucleares, no quería dejar de destacarlo y mencionar la Empresa que tiene a su cargo tal tarea.

Empresa de Ingeniería ENACE S.A.

Más atrás hemos mencionado el Decreto Ley 302/79 por el que se aprobaba el Plan Nuclear.

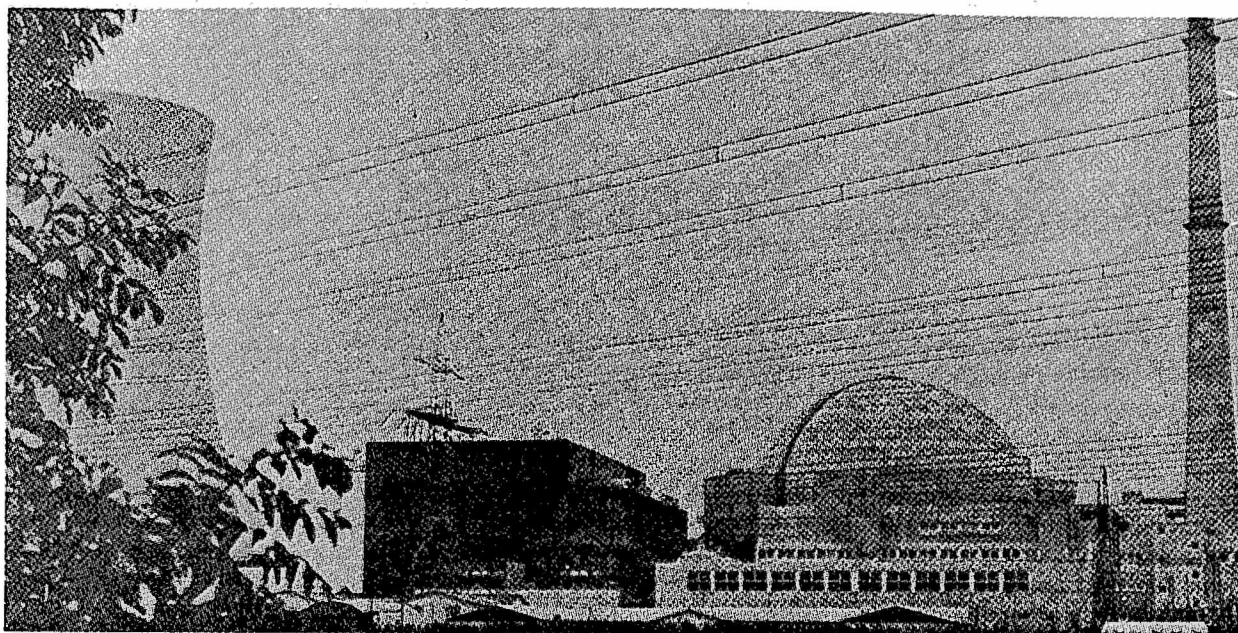
Posteriormente por decreto No. 1337/80 el Poder Ejecutivo Nacional aprueba la adjudicación de los contratos con la firma KWU para suministros y servicios de origen extranjeros para la CNA II, así como los Estatutos y Acuerdo de Accionistas de la Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas (ENACE S.A.).

De la figura No. 12 se desprende la composición accionaria de ENACE.

De acuerdo con aquellos objetivos básicos, ENACE, deberá implementarse para asumir las responsabilidades emergentes de ellos y debiendo cubrir esencialmente las actividades de diseño conceptual completo, preparación

Fig. 11

INVAP
OBJETO: Investigación aplicada. Empresa de tecnología.
FORMA SOCIETARIA: Sociedad del Estado. (Provincia de Río Negro - CNEA). El Gerente General Técnico pertenece a CNEA.
OBRAS: — Fábrica de Elementos Combustibles. — Reactor Perú (RPIO). — Reactor Bariloche (RAG). — Esponja de Zirconio. — Planta piloto Agua Pesada. — Etc.



de especificaciones de componentes, colocación de órdenes de compra, su seguimiento y control y especialmente la ingeniería de:

- Reactor y sus sistemas auxiliares.
- Seguridad.
- Aseguramiento de la Calidad.
- Ciclos de vapor de agua.
- Sistemas eléctricos.
- Instrumentación y Control.
- Ingeniería Civil.
- Control de Cronograma.
- Costos, etc.

Además será la receptora de la tecnología que se obtenga mediante la firma de acuerdos, contratos, etc.

En este orden de cosas, cabe citar que se han firmado convenios en tal sentido con las firmas KWU, VA, GHH, de la República Federal Alemana y de Austria.

En la actualidad integran sus cuadros, en sede y obra, alrededor de unas 440 personas, habiéndose capacitado, parte de su plantel ingenieril, durante plazos que varían entre uno y dos años en la República Federal Alemana.

Señores:

Hemos creído con esto brindar un panorama somero, pero a nuestro entender completo de la Ingeniería

Fig. 12

ENACE S.A.	
Participación Accionaria	
CNEA 75%	
KWU 25 %	
(Decreciente en el tiempo hasta su retiro).	

Nuclear en la Argentina respondiendo a las preguntas de nuestra propuesta.

Agradecemos al Centro Argentino de Ingenieros el alto honor de habernos permitido estar hoy con Uds., y a Uds. la amabilidad de habernos escuchado.

Nuevamente. Gracias.

Ing. Héctor L. Golán



HORMIGONERA

testa hnos. s.a.



hormigón elaborado - pavimentos



ADMINISTRACION Y VENTÁS:

Av. 618 Bmé. Mitre 3518 - Piso 1º y 2º

T.E. 750-1844/8387/8391

Cód. 1678 - Caseros